ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

11. PLANES Y PROGRAMAS 1
11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 1
11.1.1 Programas de Manejo Ambiental 1
11.1.1.1 Medio Abiótico 1
11.1.1.1.1 Programa de manejo del suelo 3
A. Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica. PMF-01 3
B. Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs PMF-02 16
C. Adecuación de vías de acceso e industriales 25
D. Manejo de Materiales y Equipos de Construcción. PMF-03 27
E. Manejo Paisajístico. PMF-04 33
F. Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales. PMF-05 36
11.1.1.1.2 Programa de manejo del recurso hídrico 45
F. Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales. PMF-06 45
G. Manejo de fuentes hídricas. PMF-07 58
H. Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas. PMF-08 66
11.1.1.1.3 Programa de manejo del recurso atmósfera 98
I. Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido. PMF-09 98
11.1.1.1.4 Programa de manejo para la prevención de accidentalidad y adecuación de vías de acceso 102
J. Prevención de accidentalidad vial durante la etapa constructiva. PMF-10 102
K. Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso PMF-11 108
11.1.1.1.5 Programa de construcción del túnel 110
L. Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto. PMF-12 110
M. Manejo de explosivos y ejecución de voladuras. PMF-13 114

11.1.1.2 Medio Biótico 131
11.1.1.2.1 Programa de manejo del suelo 132
N. Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote. PMB-01 132
O. Manejo de flora. PMB-02 137
P. Manejo del aprovechamiento forestal. PMB-03 142
Q. Revegetalización de áreas intervenidas. PMB-04 155
11.1.1.2.2 Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats 158
R. Manejo de fauna silvestre. PMB-05 158
S. Protección y conservación de hábitats. PMB-06 165
T. Compensaciones del medio Biótico 172
11.1.1.3 Socioeconómico 173
U. Programa de manejo de Atención al Usuario PGS-01 174
V. Programa educación y capacitación al personal vinculado al proyecto. PGS-02 181
W. Programa de información y participación comunitaria. PGS-03 187
X. Programa apoyo a la capacidad de gestión institucional. PGS-04 194
Y. Programa de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. PGS-05 196
Z. Programa de cultura vial. PGS-06 199
AA. Programa Afectación a Terceros. PGS-07 203
BB. Programa de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. PGS –08 208

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla A.1 Características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Derecho (MD). 10
Tabla A.2 Principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Izquierdo (MI)..... 11
Tabla A.3 Cortes o terraplenes sobre sitios inestables UF1 13
Tabla B.1 ZODMEs previstas en la UF1 18
Tabla F.1 Características de los posibles tipos de residuos y su alternativa de reducción 37
Tabla F.2 Identificación de residuos peligrosos..... 39
Tabla F.1 Vertimientos UF1 47
Tabla F.2 Características de la trampa de grasa..... 48
Tabla F.3 Terceros autorizados en el tratamiento de aguas..... 53
Tabla F.4 Coordenadas del área de lavado 53
Tabla F.5 Elementos básicos del Kit Antiderrame fijo y móvil 55
Tabla G.1 Estructuras en corrientes hídricas superficiales - Ocupaciones de cauce..... 58
Tabla G.2 Demanda de agua durante la construcción 62
Tabla H.1 Tramos de túnel de Pamplona donde de acuerdo con el perfil geológico y geotécnico se prevé encontrar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad. 73
Tabla H.2 Descripción del tipo de intervención en relación con la probabilidad de impacto atribuida a los puntos de agua analizados 76
Tabla 11-3 Puntos correspondientes a la vía cielo abierto y zodmes 84
Tabla 11-4 Puntos de aguas con medidas de protección..... 85
Tabla 11-5 Puntos de aguas con medidas de mitigación 90
Tabla 11-6 Puntos de aguas con medidas de compensación 94
Tabla O.1 Especies de flora vascular endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural afectadas por el proyecto..... 139
Tabla O.2 Árbol de *Juglans neotropica* propuesto para traslado..... 139
Tabla P.1 Volumen de aprovechamiento total para el Proyecto 143
Tabla P.2 Volumen de aprovechamiento forestal en ecosistemas antrópicos y arboles aislados 143
Tabla P.3 Volumen de aprovechamiento forestal en ecosistemas naturales..... 144
Tabla P.4 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes..... 144
Tabla P.5 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento..... 145
Tabla P.6 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía 146
Tabla P.7 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín..... 146
Tabla P.8 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales..... 147

Tabla P.9 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales 147
Tabla P.10 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes 147
Tabla P.11 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahías 148
Tabla P.11 Aprovechamiento forestal por especie 148
Tabla R.1 Especies de Fauna registrada en amenaza, endémicas e incluidas en CITES 159
Tabla R.2 Especies de Fauna migratoria registrada 159
Tabla S.1 Áreas de manejo especial en el área de influencia y el área de intervención de la UF1..... 165
Tabla S.2 Categorías de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención..... 166
Tabla S.3 Distribución de Áreas de manejo Especial en el Área de influencia 166
Tabla S.4 Distribución de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención..... 166
Tabla U.1 Procedimiento recepción y atención PQRS 177
Tabla Z.1 Instituciones educativas, unidades territoriales menores UF1..... 199
Tabla 11-2 Nº de mangueras localizadas en área de intervención..... 208

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura A.1 Detalle de refuerzo de taludes con bulones pasivos 4
Figura A.2 Esquema general de un anclaje activo 4
Figura A.3 Detalle de mallas en taludes rocosos 5
Figura A.4 Dren de penetración 7
Figura A.5 Zanja de coronación 8
Figura A.6 Dren francés 8
Figura A.7 Dren californiano o sub horizontal 8
Figura A.8 Siembra de semillas regadas al voleo 9
Figura B.1 Vista de la conformación de un ZODME 21
Figura B.2 Esquema transversal de conformación de un ZODME 21
Figura B.3 Vista de un talud revegetalizado 22
Figura F.1 Tipo de canecas para la clasificación de residuos sólidos 40
Figura F.2 Micro rutas de EMPOPAMPLONA en el área de influencia-UF1 41
Figura F.1 Esquema de secado de lodos 48
Figura F.2 Zona de lavado y parqueo – Sitio de tratamiento asociado al V10 49
Figura F.3 Área de almacenamiento - Sitio de Tratamiento del agua industrial de túnel- V13 51
Figura F.4 Área de lavado 54
Figura G.1 Concepto filtros en obras en cruce de corrientes hídricas superficiales 60
Figura G.2 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque 63
Figura H.1 Bloquediagrama Túnel Pamplona (perspectiva tridimensional) 68
Figura H.2 Corrimiento del túnel para alejarlo de Zona de Falla 69
Figura H.3 (a y b) Secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy mala calidad geotécnica. NATM 70
Figura H.4 Túnel de Pamplona, sección tipo SC-VIa, secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy pobre calidad geotécnica (arcillolitas). NATM 70
Figura H.5 Fracturamiento del macizo rocoso por la voladura 71
Figura H.6 Inyecciones de impermeabilización contingentes 72
Figura H.7 Medidas de compensación transitorias y/o permanentes 78
Figura H.8 Medidas de compensación estándar transitorias y/o permanentes 78
Figura H.9 Esquema hipotético de una posible utilización de aguas de la laguna de Borrero 79
Figura H.10 Modelo de Cerrramiento 86
Figura H.11 Zanja Perimetral 87
Figura H.12 Vista esquemática de medidas básicas de protección 88
Figura H.13 Tanque para la protección de afloramientos de agua 89
Figura H.14 Tanque de concreto en el cual se almacenará el agua del punto de agua 89
Figura H.15 Esquema de manejo de puntos de agua en áreas de zodmes 91

Figura H.16 Corte en un punto de agua asociado a flujo subsuperficial 92
Figura H.17 Medida de Manejo para punto de agua con cruce de vía en tubería..... 93
Figura M.1 Diseño de protección de polvorín 116
Figura M.2 SST y señalización polvorín 117
Figura R.1 Señalización preventiva para el tránsito en zonas con presencia de fauna .. 160
Figura R.2. Trazado y abcisado de la vía en UF1 vs coberturas naturales..... 161
Figura R.3 Áreas posibles de reubicación de fauna silvestre 162
Figura R.4. Formato ejemplo para el registro de fauna 163
Figura S.1 Modelos de señalización en áreas de manejo especial 169
Figura S.2 Sitios propuestos para la señalización ambiental..... 170

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.1 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía A.1 Vista de un Muro de Gaviones Vía 5
Fotografía A.2 Vista de Construcción de un Muro de Concreto a Borde de Vía 6
Fotografía A.3 Vista de un Muro de Concreto a Borde de Vía..... 6
Fotografía A.4 Esquema de Muros Reforzados con Geosintéticos 6
Fotografía A.5 Vista de un Descole de un Sistema de Cunetas Colocadas en un Corte Vial 7
Fotografía A.6 Vista de Proceso de Talud Protegido por Concreto Lanzado..... 10
Fotografía F.1 Unidades sanitarias portátiles..... 54
Fotografía G.1 Descarga de agua desde el carrotanque..... 63
Fotografía N.1 Disposición de residuos vegetales 134

11. PLANES Y PROGRAMAS

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.1.1 Programas de Manejo Ambiental

El Decreto 2041 de 2014, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, define al Plan de Manejo Ambiental (PMA) como "el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad" (MADS, 2014).

De conformidad con los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos, M-M-INA-02, en el presente capítulo se presentan las acciones de manejo que tienen como fin prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos significativos generados durante las etapas de preconstrucción, construcción y abandono o cierre de las actividades de construcción de la *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona.*

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es el resultado de relacionar la Evaluación de Impactos Ambientales (Capítulo 8 Evaluación Ambiental) con respecto a la caracterización ambiental del área donde se desarrollarán las actividades del proyecto.

Este PMA se estructura, a partir de la evaluación ambiental, en programas y subprogramas, presentando el conjunto detallado de medidas y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir, y compensar los impactos atribuibles al proyecto. Cada una de las fichas de manejo responde a los impactos que en su evaluación ambiental arrojaron las ponderaciones más elevadas.

11.1.1.1 Medio Abiótico

Las fichas de manejo para el medio abiótico se han formulado con el fin de dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre la geología, geomorfología, hidrogeología, calidad del agua y del aire en el área de influencia del proyecto, como que se indica a continuación:

Listado de programas y fichas de manejo para el medio abiótico	
Programas Manejo del Suelo	
Código	**Subprogramas**
PMF-01	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica
PMF-02	Manejo de residuos de construcción y demolición – RCD y zonas de disposición final ZODMES
PMF-03	Manejo de materiales y equipos de construcción
PMF-04	Manejo paisajístico

Listado de programas y fichas de manejo para el medio abiótico	
PMF-05	Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y especiales
Programa de manejo del recurso hídrico	
Código	**Nombre de la ficha**
PMF-06	Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales
PMF-07	Manejo de fuentes hídricas
PMF-08	Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas
Programa de manejo del recurso atmosfera	
Código	**Nombre de la ficha**
PMF-09	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido
Programa de manejo y adecuación de vías de acceso	
Código	**Nombre de la ficha**
PMF-10	Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva
PMF-11	Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso
Programa de construcción del túnel	
PMF-12	Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto.
PMF-13	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras

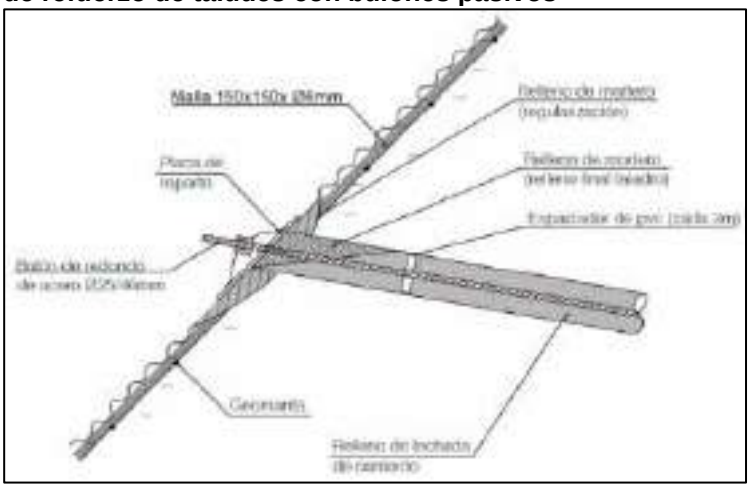
11.1.1.1.1 Programa de manejo del suelo

A. Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica. PMF-01

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica					**Identificación: PMF-01**
Objetivos					
Establecer las obras, medidas y actividades requeridas para la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica de los taludes de corte y relleno que se generen durante la etapa de construcción de la vía, en los derechos de vía y en los sitios críticos en general.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Generación y /o activación de procesos denudativos	Conformar adecuadamente el 100% los taludes generados o que hayan sido afectados por las actividades de construcción de la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona.	**X**	**X**		
Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					
A continuación, se desarrollan las acciones a ejecutar: • **Estabilización de Taludes de Corte y de Relleno** Para el manejo de los taludes se debe tener en cuenta la naturaleza y homogeneidad de los materiales constitutivos, los cuales son básicos para plantear y definir el problema de la estabilidad de un talud en cualquiera de sus múltiples aspectos. La estabilización se realizará en los sitios que defina el diseño geotécnico o de acuerdo con los requerimientos de obra. Para garantizar la estabilidad de los taludes, se realizaron los estudios y diseños y/o cálculos estructurales de manera que todos los taludes de corte o relleno proyectados sean geotécnicamente estables. Para el caso de los taludes de corte, se prevé la construcción de obras de estabilización, en caso de ser necesario, tales como: - *Sistemas Pasivos:* Corresponden a pernos, clavos (soil nailing) y micropilotes que son inclusiones pasivas de refuerzo de acero con lechada de cemento, colocadas dentro de una masa de suelo o roca, con el objeto de mejorar su estabilidad (Ver Figura A.1).				

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

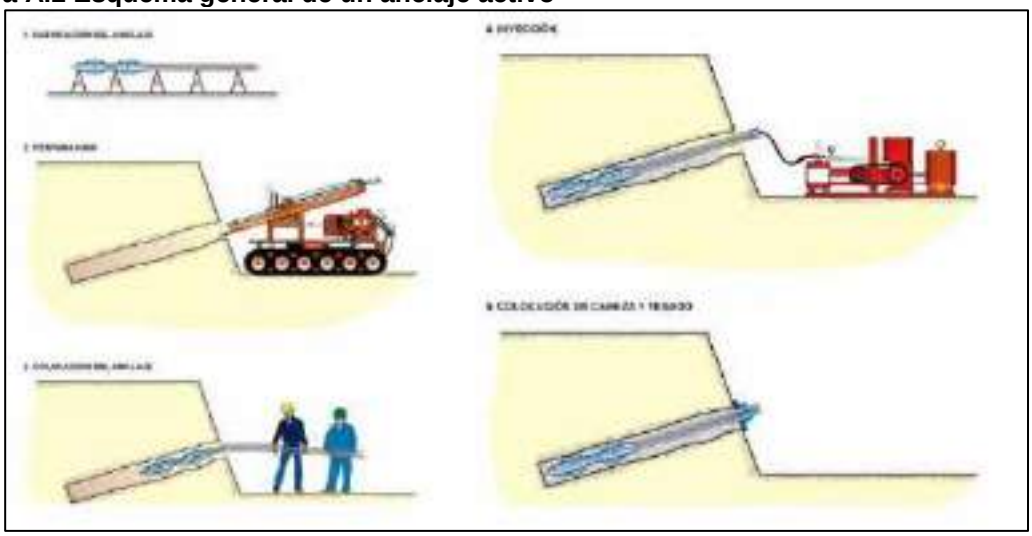
Figura A.1 Detalle de refuerzo de taludes con bulones pasivos



Fuente: UVRP, 2018.

- *Sistemas Activos:* Dentro de este tipo de sistemas se destacan los anclajes, los cuales son elementos diseñados para aplicar una fuerza de contención al terreno, y se construyen mediante una perforación en la que se vierte o inyecta un concreto para dejar un bulbo de anclaje más allá del bloque de roca o suelo a sostener y, posteriormente, se instalan cables de tensionamiento; una vez se ha concluido la instalación de estos materiales y se ha producido el endurecimiento del concreto, se procede a tensionar los cables hasta la carga de diseño especificada, la cual debe ser suficiente para sostener el bloque de roca a estabilizar (ver Figura A.2).

Figura A.2 Esquema general de un anclaje activo



Fuente: http://www.indigoconstrucciones.com/wp-content/uploads/2015/04/Anclajes2.jpg

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

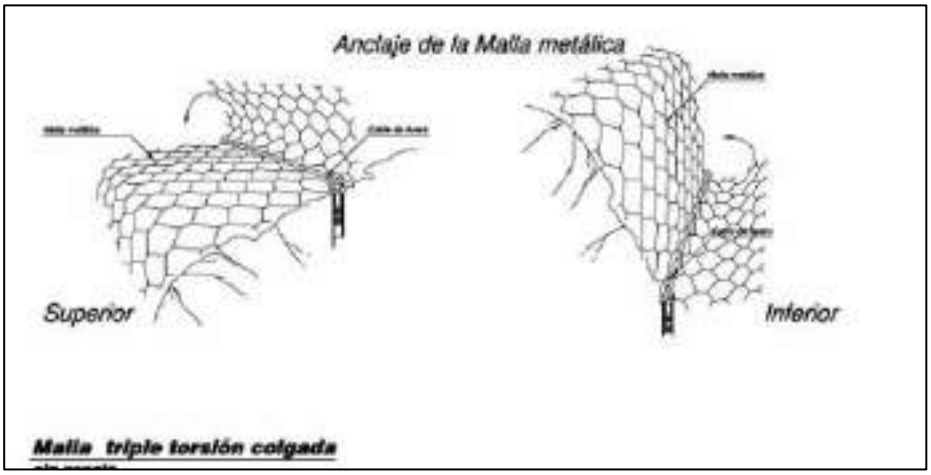
- *Estructuras de Contención:* En general, estas estructuras corresponden a muros en gaviones, que son diseñadas con base en estudios geotécnicos puntuales y específicos.

Fotografía A.1 Vista de un Muro de Gaviones Vía

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

También se contempla el uso de mallas en taludes rocosos, como se muestra en la Figura A.3.

Figura A.3 Detalle de mallas en taludes rocosos



Fuente: UVRP, 2018.

- Para el caso de los rellenos, se prevé la construcción de: terraplenes sin estructura de contención o con muros en concreto (ya sea a borde de vía o en la pata del relleno); o muro con suelo reforzado con geosintéticos.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

Fotografía A.2 Vista de Construcción de un Muro de Concreto a Borde de Vía

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía A.3 Vista de un Muro de Concreto a Borde de Vía

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía A.4 Esquema de Muros Reforzados con Geosintéticos

Fuente. http://www.jorgealvahurtado.com/files/Muros%20y%20Taludes%20con%20Geosinteticos.pdf

- *Obras de Control de Escorrentía:* Se contempla la construcción de alcantarillas, box coulvert, desagües y descoles, con el fin de manejar adecuadamente las aguas de escorrentía y evitar la desestabilización de los taludes realizados a lo largo de la vía.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

Adicionalmente, en la base de los sitios de corte se tiene prevista la construcción de una cuneta que recolecte las aguas del talud la cual conducirán las aguas a alcantarillas cercanas que recolectarán las aguas y las conducirá hasta un canal de descole.

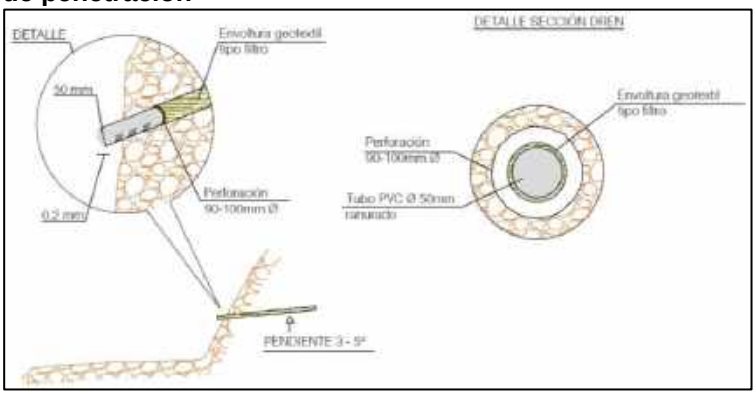
Fotografía A.5 Vista de un Descole de un Sistema de Cunetas Colocadas en un Corte Vial

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Implementación de Obras de Drenaje Complementarias**

Se contempla en el caso de ser necesaria, la construcción de obras de drenaje complementarias, con el fin de captar, conducir y evacuar de manera eficiente las aguas lluvias y de esta manera controlar la presión de poros en los taludes. Dichas obras corresponden a la construcción de drenes horizontales o de penetración, lloraderos, zanjas de coronación, filtros tipo francés, dren californiano, entre otros (Ver Figura A.4 a la Figura A.6).

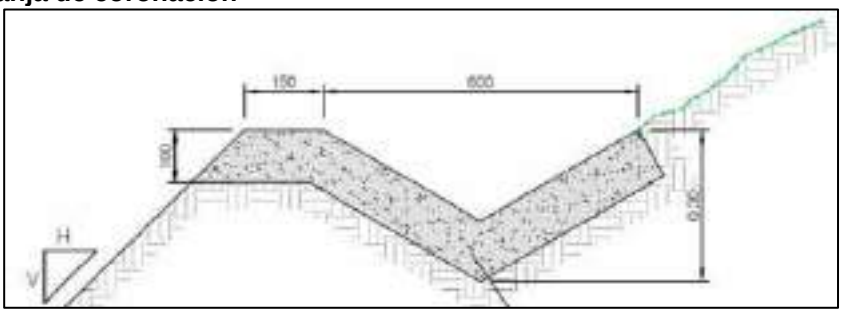
Figura A.4 Dren de penetración



Fuente: UVRP, 2018.

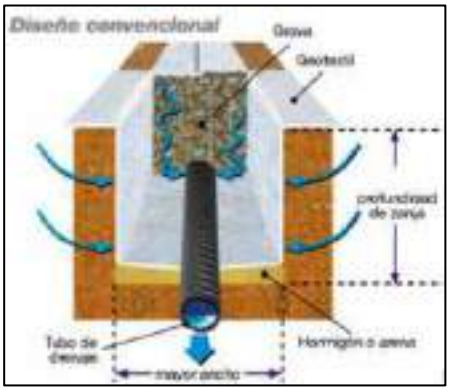
PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

Figura A.5 Zanja de coronación



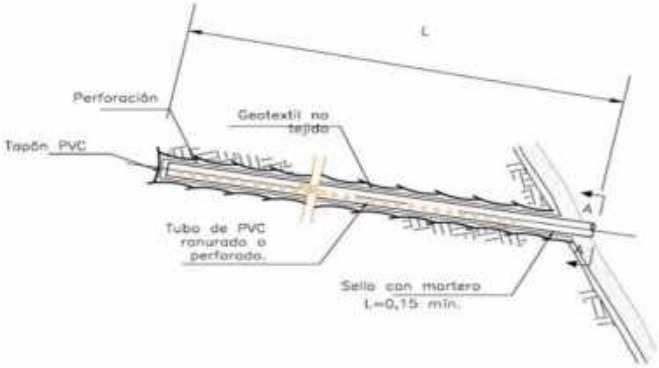
Fuente: UVRP, 2018.

Figura A.6 Dren francés



Fuente: https://construblogspain.wordpress.com

Figura A.7 Dren californiano o sub horizontal



Fuente: http://www.indigoconstrucciones.com/drenes-subhorizontales/

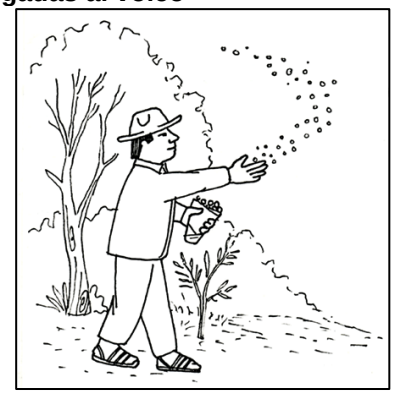
PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

- **Implementación de Obras de Protección de Taludes**

Con el fin de proteger los taludes ante la acción externa del agua (erosión), se busca implementar medidas de protección de acuerdo con las recomendaciones consignadas en el estudio geotécnico. Estas medidas serán adoptadas en los puntos que se requieran y la medida de protección a usar se informará en los Informes de Cumplimiento ambiental ICA.

- *Siembra:* La siembra de semillas de gramíneas se realizará por el método denominado al voleo, (ver Figura A.8) tratando de cubrir de forma uniforme la superficie, se debe tener en cuenta que previo a realizar la siembra, el suelo debe estar completamente humedecido. Se pueden implementar especies tales como A*vena sativa* (avena forrajera), *Dactylis glomerata* (pasto azul) y *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo). La semilla se mezclará con tierra muy suelta, con cascarilla de arroz o cualquier otro sustrato que se obtenga fácilmente en la zona, con el fin de lograr una mejor distribución sobre la superficie, dado el bajo peso de esta y su susceptibilidad a ser arrastrada por el viento y el agua.

Figura A.8 Siembra de semillas regadas al voleo



Fuente: https://www.researchgate.net

Igualmente se tendrá en cuenta que en la temporada de siembra la humedad y temperatura sean favorables para la germinación y crecimiento; se recomienda generalmente sembrar al inicio de la temporada de lluvias

- *Cubierta de Semillas:* Con una fina capa de sustrato (suelo producto de descapote) se cubrirán las semillas que se han dispuesto en el paso anterior, esto con la finalidad de protegerlas de las condiciones ambientales externas que puedan alterar su vitalidad, reducir las posibilidades de insolación y deshidratación y facilitar la germinación.

- *Revegetalización:* Terminada la configuración de los cortes o rellenos, se prevé inicialmente realizar revegetalización con especies herbáceas nativas. En caso de evidenciarse retrasos y/o dificultades en la revegetalización natural, se validará la necesidad de hacerlo bajo otras medidas.

- *Concreto Lanzado:* En las áreas indicadas en el estudio geotécnico, se prevé la colocación de concreto lanzado, que consiste en lanzar concreto de características específicas a

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	**Identificación: PMF-01**

grandes velocidades en forma neumática sobre los taludes para estabilizarlos; generalmente, son medidas complementarias a obras de estabilización tales como anclajes o *soil nailing* (Fotografía A.6).

Fotografía A.6 Vista de Proceso de Talud Protegido por Concreto Lanzado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las medidas adoptadas para el manejo de taludes serán reportadas en los ICA.

Sitios inestables identificados

Durante la caracterización geotécnica del corredor se identificaron los siguientes sitios importantes inestables que deberán ser manejados. No obstante, estos sitios deberán ser confirmados según el diseño final de la vía. Además, requerirán la implantación de algunas o una combinación de las medidas de manejo de taludes mencionadas anteriormente.

Tabla A.1 Características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Derecho (MD).

Denominación	Margen	PK Inicio	PK Fin	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/2V) (m)	Diseño de desmonte
D1-1-CD MD	MD	56+400	56+460	60	4,0	-	1H/1V
D1-2-CD MD	MD	56+460	56+560	100	4,0	-	1H/1V
D2-CD MD	MD	56+645	56+765	120	4,5	-	1H/1V
D3-CD MD	MD	56+870	56+890	20	1,0	-	1H/1V
D4-CD MD	MD	56+930	57+005	75	3,0	-	1H/1V
D5-CD MD	MD	57+015	57+025	10	<1,0	-	1H/1V
D6 - CD MD	MD	57+040	57+170	130	5,0	-	1H/1V
D7-1 - CD MD	MD	57+225	57+300	75	6,0	-	1H/1V

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO							
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica							**Identificación: PMF-01**
D7-2 - CD MD	MD	57+300	57+390	90	3,4	-	1H/1V
D8-1 - CD MD	MD	57+475	57+540	65	4,0	-	1H/1V
D8-2 - CD MD	MD	57+540	57+590	50	4,0	-	1H/1V
D9-1 - CD MD	MD	57+765	57+825	60	8,2	-	1H/1V
D9-2 - CD MD	MD	57+825	57+875	50	8,6	-	1H/1V
D10-1 - CD MD	MD	57+940	58+020	80	15,8	10,8	K57+940-K57+965: 1H/1V K57+965-K58+020: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Bisel; Resto al 1H/2V
D10-2 - CD MD	MD	58+020	58+100	80	6,8	-	1H/1V
D10-3 - CD MD	MD	58+100	58+190	90	6,3	-	1H/1V
D11 - CD MD	MD	58+285	58+370	85	12,0	7,0	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Bisel; Resto al 1H/2V
D12 - CD MD	MD	58+460	58+520	60	4,0	-	1H/1V
D13 - CD MD	MD	58+580	58+615	35	>1,0	-	1H/1V

Fuente: Sacyr, 2018.

Tabla A.2 Principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Izquierdo (MI).

Denominación nueva	Margen	PK Inicio	PK Fin	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/3V) (m)	Diseño de desmonte
D1-1-CD MI	MI	56+320	56+380	60	5,0	-	1H/1V
D1-2-CD MI	MI	56+380	56+450	70	12,0	5,0	Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto (5 m) al 1H/2V
D1-3-CD MI	MI	56+450	56+570	120	K56+450-K56+490: 12 m K56+490-K56+540: 13 m K56+540-K56+570: 9 m	K56+450-K56+490: - K56+490-K56+540: 8 m K56+540-K56+570: -	K56+450-K56+490: 1H/1V K56+490-K56+540: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto (8 m) al 1H/2V K56+540-K56+570: 1H/1V
D1-4-CD MI	MI	56+570	56+670	100	K56+570-K56+610: 10 m K56+610-K56+670: 16 m	K56+570-K56+610: - K56+610-K56+670: 7 m	K56+570-K56+610: 1H/1V K56+610-K56+670: Descabezado de 9 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D1-5-CD MI	MI	56+670	56+770	100	K56+670-K56+690: 13 m K56+690-K56+770: 18,5	K56+670-K56+690: 4 m K56+690-K56+770: -	K56+670-K56+690: Descabezado de 9 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K56+690-K56+770: 3H/2V

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO							
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica							**Identificación: PMF-01**
D2 - CD MI	MI	56+805	56+815	10	1,0	-	1H/1V
D3-1-CD MI	MI	56+870	56+950	80	9,5	-	1H/1V
D3-2-CD MI	MI	56+950	57+020	70	10,5	-	1H/1V
D3-3-CD MI	MI	57+020	57+090	70	10,2	-	1H/1V
D3-4-CD MI	MI	57+090	57+210	120	K57+090-K57+110: 9,7 mK57+110-K57+190: 13,0 mK57+190-K57+210: 8,5	K57+090-K57+110: - K57+110-K57+190: 8,0 mK57+190-K57+210: 8,5	K57+090-K57+110: 1H/1VK57+110-K57+190: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2VK57+190-K57+210: 1H/2V
D3-5-CD MI	MI	57+210	57+270	60	18,2	13,2	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D3-6-CD MI	MI	57+270	57+320	50	16,4	11,5	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D3-7-CD MI	MI	57+320	57+405	85	14,3	9,8	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D4-1-CD MI	MI	57+460	57+540	80	19,4	14,5	Descabezado de 8 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D4-2-CD MI	MI	57+540	57+610	70	26,2	19,6	Descabezado de 8m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D5-1-CD MI	MI	57+750	57+840	90	25,4	18,5	Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D5-2-CD MI	MI	57+840	57+930	90	K57+840 - K57+890: 27,4 (K57+870) K57+890 - K57+930: 13,2	K57+840 - K57+890: 20,4 (K57+870) K57+890 - K57+930: -	K57+840-K57+870: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K57+870-K57+935: 1H/2V
D5-3-CD MI	MI	57+930	58+000	70	K57+930-K57+940: 20,1 K57+940-K57+970 (Punto Crítico): 14,3 K57+970-K58+000: 20,2 (K57+980)	K57+930-K57+940: 13,2 K57+940-K57+970 (Punto Crítico): - K57+970-K58+000: 13,4 (K57+980)	K57+935-K57+945: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K57+945-K57+970: 1H/1V K57+970-K58+000: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica | **Identificación: PMF-01**

D5-4-CD MI	MI	58+000	58+070	70	K58+000-K58+055: 18,9 K58+055-K58+070: 14,6	K58+000-K58+055: 12,0 K58+055-K58+070: 4,6	K58+000-K58+055: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K58+055-K58+070: Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D5-5-CD MI	MI	58+070	58+150	80	15,0	5,1	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D5-6-CD MI	MI	58+150	58+290	140	17,2 (K58+280)	7,3 (K58+200)	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D5-7-CD MI	MI	58+290	58+390	100	35,1	25,1	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V
D6-CD MI	MI	58+455	58+620	165	12,2		1H/1V

Fuente: Sacyr, 2018.

Tabla A.3 Cortes o terraplenes sobre sitios inestables UF1

Denominación	PK Inicio	PK Fin	Long. (m)	Movimientos de ladera	Nuevo Diseño de desmonte
K0+080 (PR 71+000)	**K0+020**	**K0+080**	**60**	**Deslizamientos superficiales de un macizo rocoso lutítico muy alterado a completamente alterado**	**Talud 1H/1V**
K56+450	**K56+420**	**K56+470**	**50**	**Coronas de deslizamiento y terreno saturado con procesos de reptación dentro de un depósito coluvial.**	**Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.**
K56+900	**K56+750**	**K57+000**	**250**	**Coronas de deslizamiento y terreno saturado con procesos de reptación dentro de un depósito coluvial.**	**Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.**
K57+950	**K57+930**	**K57+960**	**30**	**Proceso de remoción en masa en un suelo residual.**	**Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.**

Fuente: Sacyr, 2018.

Lugar de Aplicación

Corredor vial e infraestructura asociada, donde se presenten sitios inestables y/o de intervención.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad **	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica					**Identificación: PMF-01**		
Implementación de obras de drenaje complementarias		X		Continuo	**36**	Mes	
Implementación de obras de protección de taludes		X		Continuo	**36**	Mes	
Mantenimiento de obras de drenaje y protección		X		Continuo	**36**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Materiales y equipos		150.000.000	179..800.000	150.000.000
Transporte de maquinaria, equipos y personal		216.000.000		216.000.000
Implementación de obras de protección de taludes y revegetalización.		55.000.000		55.000.000
Implementación de obras de drenaje complementarias		35.000.000		35.000.000
Total				635.800.000 COP

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo E: Eficacia C: Cumplimiento		Estado M: Meta R: Resultado		Valor en %	Unidad	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Taludes estabilizados	(Metros de taludes de corte estabilizados semestralmente / Metros de taludes programados semestralmente para intervenir) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	Un	Si	100	Registros fotográficos y Formatos
Obras de drenaje	(N° de taludes con obras de drenaje construidos / N° de taludes conformados que requieran obras de drenaje) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	Un	Si	100	Registros fotográficos y formatos

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO										
Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica							**Identificación: PMF-01**			
Revegetalización	(N° de taludes revegetalizados / N° de taludes que requieren revegetalización) *100		X	X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	Un	Si	100	Registros fotográficos y formatos

B. Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs PMF-02

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs	**Identificación: PMF-02**

Objetivos

Establecer las medidas de manejo a los residuos de construcción y demolición generados durante la construcción de la obra o actividad.

Dar un correcto manejo técnico y ambiental a las Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavación (ZODME).

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación y /o activación de procesos denudativos	Dar una adecuada disposición del 100% de los RCD generados por la construcción del proyecto. Aplicar la Gestión integral de residuos de construcción y demolición al 100% de los RCD Generados por la construcción del proyecto Manejo adecuado de los sitios para disposición de material sobrante de excavación proveniente de movimientos de tierra a cielo abierto y subterráneas para la construcción del túnel. ZODMEs, mediante la implementación de medidas técnicas que permitan alcanzar las condiciones propuestas de diseño en la fase de construcción, y permitir la operación continua de estas obras.	X			
Cambios en las características de los suelos					
Alteración del uso actual					

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Las actividades de construcción como el descapote, excavaciones y demoliciones generan Residuos de construcción y Demolición - RCD que deben ser almacenados, aprovechados y dispuestos adecuadamente. Aunque en algunos casos este material húmedo puede ser secado y reutilizado en las obras, en caso de requerirse debe ser dispuesto adecuadamente para evitar impactos ambientales. Los tipos de materiales sobrantes se clasifican como sigue, en función de lo dispuesto en la Resolución 472 de 2017:

Son los residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras obras conexa, entre las cuales se pueden encontrar los siguientes tipos:

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs	**Identificación: PMF-02**

RCD susceptibles de aprovechamiento

- Productos de excavación a cielo abierto, así como material excavado del túnel (macizo rocoso), y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos producto de la excavación, entre otros.
- Productos de cimentación y pilotaje: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: Hormigón, arena, grava, gravillas, cantos, pétreos asfalticos, trozos de ladrillo y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cemento y concretos hidráulicos, entre otros.
- No pétreos: Vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimiento de zinc o estaño, plástico tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas, cauchos, compuestos de madera o cartón - yeso (drywall), entre otros.

RCD no susceptible de aprovechamiento

- Los residuos contaminados con residuos peligrosos.
- Los que por su estado no pueden ser aprovechados.
- Los que tengan características de peligrosidad, estos se regirán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.

Se debe asegurar la gestión integral de los residuos, por medio de las siguientes actividades:

Prevención y reducción de residuos:

a) Planeación adecuada de la obra, para determinar la cantidad estrictamente necesaria de materiales de construcción requeridos y evitar así pérdida de materiales.
b) Realizar separación de residuos por tipo. (selección en la fuente).
c) Acopio diferencial de materiales de construcción.

Acopio

- El acopio de material RCD debe estar delimitado por medio de alguna barrera física.
- El área dispuesta para el acopio de los materiales debe contar con canales perimetrales de ser necesario, esto para un control de sedimentos.
- Los RCD no pueden ser mezclados con residuos sólidos ordinarios o peligrosos.
- El acopio temporal de los RCD no se podrá efectuar cerca de cuerpos de agua.
- Una vez retirados los residuos del área de acopio, se debe limpiar el sitio de acopio.
- Retirar las barreras cuando se suspendan las áreas de acopio.

En el evento de disponer zonas de acopio temporal al interior de los frentes de obra, estas deberán disponer de las áreas de disposición indicadas por el Artículo 8 de la Resolución 0472 de 2017, en caso contrario, la aplicación de pintos limpios deberá estar a cargo del tercero autorizado para el acopio y disposición final de este tipo de residuos.

Transporte

- Los vehículos destinados para el transporte deben tener contenedores o platones apropiados para evitar perdida del material durante su transporte.
- Los contenedores no deben tener fisuras o perforaciones.
- No modificar los diseños originales de los contenedores.
- Cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión, emisiones, contacto con la lluvia o el viento.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs | **Identificación: PMF-02**

- En caso de que se presente escape del material transportado sobre vía pública este debe ser recogido de inmediato.
- Los vehículos deben cumplir con el certificado de emisiones atmosféricas, cuando aplique.
- Como medida para control de emisiones de material particulado atrapado en las llantas de los vehículos, se considera como opción la implementación de zonas de lavado de llantas para retiro de este tipo de material en los puntos de ingres oa las ZODMEs de la UF.
- En la salida de los ZODMEs se depositará material granular, con el objeto de limpiar y retirar el barro impregnado en las llantas de las volquetas al salir de los ZODMEs. para evitar el aporte de material particulado a la vía. Así mismo, se procederá con los RCD que se deban transportar hacia los botaderos definidos con terceros en el municipio de Los Patios y Cúcuta.
- Estos vehículos deben dar cumplimiento a lo estipulado en la especificación INVIAS ART-900.

Disposición final para la disposición final de los RCD, se tienen las siguientes opciones:

Para la disposición de escombros pétreos y no pétreos:

- Escombrera Agua linda y escombrera del municipio de Cúcuta: Las mencionadas escombreras, cuentan con los permisos respectivos para su funcionamiento y operación. Tienen una capacidad de recibo de aprox. 1.400.000 metros cúbicos certificados por cada una de ellas.
- Durante el desarrollo del proyecto se podrán identificar otras posibles escombreras, adicionales a las ya identificadas, que cumplan con los permisos de operación y que cuenten con los respectivos permisos ambientales.

Para la disposición de materiales sobrantes de excavación y adecuación del terreno:

- ZODMEs: En el área de influencia del proyecto, se identificaron 8 sitios para la disposición final de estos materiales, los cuales quedaran Autorizados en la licencia ambiental a otorgar por parte de la ANLA.

En el capítulo 3 del presente documento se presenta la descripción y diseños completos realizados para las ZODME citadas.

Las ZODMEs previstas en la UF1 son:

Tabla B.1 ZODMEs previstas en la UF1

ZODME	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Área de ocupación (m²)	Capacidad de acopio aproximada (m³)
	Este	Norte		
VER118	1.160.240	1.312.011	39.985	263.010
VER121	1.159.624	1.311.770	19.753	55.447
VER124	1.159.380	1.309.418	12.530	71.914
VER131	1.158.778	1.309.956	35.176	52.504
VER144	1.156.914	1.308.926	7.640	35.222
VER148	1.156.610	1.309.833	12.320	38.058
VER156	1.155.870	1.311.162	30.445	274.778

VOLÚMENES TOTALES	**790.933**

Fuente: Sacyr, 2017

Para el caso de los residuos provenientes de demoliciones (RCD), se aplicarán las prohibiciones contempladas en el Artículo 20 la Resolución 0472 de 2017 “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones”.

Se establecen como prohibiciones dentro de este articulo las siguientes:

- El abandono de residuos de construcción y demolición en el territorio nacional.
- Disponer residuos de construcción y demolición en espacio público o en los rellenos sanitarios.
- Mezclar los RCD generados con residuos sólidos ordinarios o residuos peligrosos.
- Recibir en los sitios de disposición final de RCD, residuos sólidos ordinarios o residuos peligrosos mezclados con RCD.

El almacenamiento temporal o permanente de RCD en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas de recreación y parques, ríos, quebradas, playas, canales, caños, páramos, humedales, manglares y zonas ribereñas.

Características de los materiales a generarse

El Proyecto generara básicamente dos tipos de materiales que serán dispuestos en las ZODME o en áreas de terceros que cuenten con autorización para tal fin:
Material sobrante de excavación: Material arcilloso, rocoso o granular proveniente de las excavaciones y que no cumple con las especificaciones técnicas para ser utilizado como material en las obras de construcción. Dentro de este material se puede presentar material resultante de los cortes en superficie y de excavación subterránea para el túnel.
Escombros: Los residuos de demoliciones de estructuras existentes, constituidos por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, metales, ladrillos, cristales, restos de pavimento asfálticos, materiales refractarios, plásticos, yesos y maderas. Pueden ser aprovechables siempre y cuando no estén contaminados.
Estudios y diseños de las ZODME
El alcance de los estudios y diseños de ZODME incluye la totalidad de las actividades tendientes a definir la viabilidad técnica de los sitios, los parámetros de diseño y las recomendaciones geotécnicas para la construcción de estos sitios.
Para la ejecución del estudio se realizaron entre otras las siguientes actividades:
- Recopilación de información disponible en lo que hace referencia a estudios anteriores en sitios Cercanos.
- Visita a los sitios en donde se identificaron todos los aspectos que inciden directa e indirectamente en el proyecto, se identificaron los predios de construcciones vecinas y se analizaron características tales como: topografía, pendientes, humedad del suelo superficial, presencia de rocas en la superficie, evidencias de erosión y/o formación de cárcavas, drenaje, subdrenaje, vegetación, cercanía a cuerpos hídricos y nacimientos de agua, entre otras.
- Análisis de la caracterización geológica y geomorfológica de los sitios.
- Ejecución de sondeos a percusión con recuperación de muestras.

Realización de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos para definir las propiedades de los Materiales.
- Análisis geotécnicos de estabilidad general de la estructura y de los taludes proyectados para la Construcción de las ZODME.
- Elaboración de un informe que incluye las recomendaciones para la construcción de las ZODME y las memorias de análisis.
- Elaboración de planos de obras requeridas para la construcción de las ZODME.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs | **Identificación: PMF-02**

A continuación, se presentan las medidas para el correcto manejo de las ZODME propuestos para el Proyecto:

Negociación de predios para construcción y manejo de las ZODME

Antes de iniciar la construcción de las ZODME, se debe garantizar que la negociación de los predios previstos para tal fin se encuentre realizada y protocolizada por parte de la Concesión.

Reuso de los materiales de excavación

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía se seleccionaran y se dispondrán en aquellos tramos de vía que requieran de rellenos.

Si los materiales son aptos geotécnicamente se dispondrán en aquellos sitios de obra que lo requieran. En lo posible no se tendrán sitios temporales de disposición, debido a que la doble manipulación de estos elementos podría degradar el material.

Características del área de la ZODME

La concesión contempló zonas de baja pendiente, con cobertura vegetal de pastos limpio, sitios con características de estabilidad geotécnica buenas, sin interrumpir drenajes permanentes y conservando los 30m reglamentarios de los cauces y los 100 m de los manantiales, quedando lo suficientemente alejado de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel de las aguas altas sobrepase la cota más baja de los materiales colocados en el depósito.

Manejo de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial.

Se construirán las obras de drenaje y subdrenaje diseñadas, de tal manera que se obtenga un adecuado manejo y control de estas aguas que permitan garantizar la estabilidad de la estructura durante el periodo de diseño estipulado para el proyecto.

Confinamiento de los materiales dispuestos

Los materiales dispuestos en las ZODME se dispondrán y compactarán en capas homogéneas las cuales configuraran un perfil trapezoidal perimetral que garantice buenas condiciones de estabilidad e impidiendo que el material sea arrastrado por acción de la escorrentía, de acuerdo con lo descrito en los diseños que se anexan en el presente estudio ambiental.

Manejo de taludes

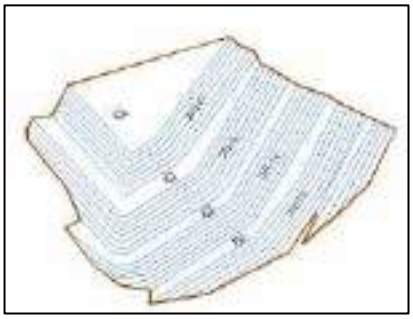
En este caso se propone la conformación de las ZODME con taludes cuya inclinación de relleno debe ser la que garantice la estabilidad de acuerdo con el estudio de cada una de ellas, buscando la mayor verticalidad posible para optimizar el volumen a disponer.

Conformación de la ZODME con taludes cuya inclinación de relleno debe garantizar la estabilidad de acuerdo con el estudio de cada una de ellas, buscando la mayor verticalidad posible para optimizar la mayor cantidad de volumen a disponer. Figura C.1 y Figura B.1.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

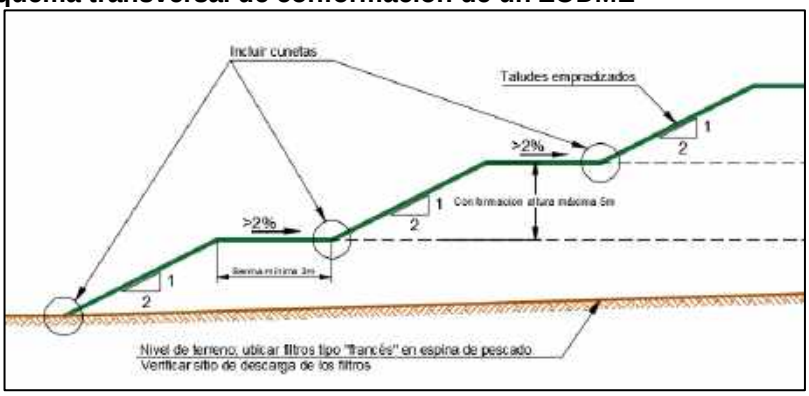
Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs | **Identificación: PMF-02**

Figura B.1 Vista de la conformación de un ZODME



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura B.2 Esquema transversal de conformación de un ZODME



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Revegetalización

Terminada la configuración de la ZODME, se prevé realizar la revegetalización con especies herbáceas. También se realizará en las zonas bajas aledañas a la ZODME; esta acción es indispensable, para que la vegetación actúe como protección del terreno ante el impacto de las gotas de lluvia, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo.
Para el control de la escorrentía se debe prever la realización de canales perimetrales, para recolectar las aguas de escorrentía, conduciéndolas de forma adecuada a las fuentes de drenaje naturales o a los descoles de la vía.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs	**Identificación: PMF-02**

Figura B.3 Vista de un talud revegetalizado

Fuente: Concol S.A. 2016.

Desmonte y descapote

Estas actividades deben seguir los lineamientos especificados en la Ficha PMB-01 Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, incluida dentro del Programa de manejo del medio biótico.

Recolección y el transporte de estos materiales

Cuando se realice por vías públicas en operación o en cercanías de centros poblados debe cumplir con lo establecido en la Resolución 472/2017 o la que la modifique, además de los siguientes requerimientos:

- En los sitios de recolección de material sobrante de excavación y/o escombro no se permitirán la presencia de residuos; se debe asegurar la limpieza total y permanente de los sitios de recolección.
- En caso de caída de residuos durante la recolección, es deber del recolector realizar inmediatamente la limpieza correspondiente.
- No se permite el almacenamiento temporal de material sobrante de excavación en zonas de circulación peatonal y/o vehicular, éste debe ser recogido a la mayor brevedad posible cuando el frente de obra se encuentre en zonas urbanas o en la cabecera del centro poblado.
- No se permiten actividades de cargue, descargue o almacenamiento temporal de material sobrante de excavación en zonas verdes, arborizadas, reservas naturales, áreas de recreación, parques, rondas de ríos, quebradas, humedales o cualquier otro cuerpo de agua.
- El transporte de material se deberá realizar por vías autorizadas para el tránsito de volquetas sencillas, dobletroques, tractomulas o vehículos tipo dumper extravial articulado, y en el horario permitido por la autoridad competente.
- Las vías tanto para acceder a los predios donde se dispondrá, así como las vías internas dentro de estos, deben estar señalizadas y preverse un plan de recuperación y mantenimiento de estas que evite su daño por el impacto sobre estas debido al tráfico de volquetas y maquinaria.
- Se debe prever las señalizaciones y medidas de seguridad (velocidad de rodamiento, sitios de parqueo y horarios) para mitigar el impacto por el aumento del tránsito de vehículos pesados en las vías de acceso.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs | **Identificación: PMF-02**

Cabe destacar que esta actividad aplicará cuando se presente tránsito de vehículos del proyecto por las vías urbanas que hagan parte de las vías industriales a utilizar pro el proyecto, ya que bajo las condiciones normales del proyecto no se contempla la generación de residuos sobrantes de excavación a colectar en las vías públicas.

Lugar de Aplicación

Sitios de Acopio temporal, ZODMES y vías de acceso.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Acopio de RCD		X		Continuo	36	Mes	
Transporte de RCD		X		Continuo	36	Mes	
Disposición Final de RCD		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos: Los costos relacionados con la adecuada disposición de materiales sobrantes de excavación en los sitios seleccionados y autorizados (ZODME), incluye el levantamiento topográfico del sitio, de manejo de escorrentía superficial y subsuperficial, obras de estabilización y confinamiento están incluidos en el presupuesto total del Proyecto.
A continuación, se presentan otros costos para los profesionales que estarían involucrados dentro de las actividades del presente programa.

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Acopio y separación en la fuente		$ 70.000.000		$ 70.000.000
Transporte de RCD diferentes a material de corte y excavación y entregados a terceros		$ 173.000.000		$ 173.000.000
Profesional de gestión ambiental			$ 174.000.000	$ 174.000.000
Total				$ 417.000.000

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO										
Subprograma: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMEs									**Identificación: PMF-02**	
Material dispuesto en ZODME	(Volumen de material no reutilizable dispuesto en ZODME (sitios de disposición final de material sobrante de excavación) / Volumen de material sobrante en cortes y excavaciones generados en la vía – no reutilizable) *100	**X**		**X**		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / mensual	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
Transporte RCD	(Volumen de material sobrante o demoliciones transportado adecuadamente / Volumen total de material sobrante o de demoliciones transportado) x100	**X**		**X**		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / mensual	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento

C. Adecuación de vías de acceso e industriales

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Adecuación de vías terciarias existentes y/o construcción de vías industriales			**Identificación: PMF-02**		
Objetivos					
Establecer las medidas de manejo para la constitución de las vías industriales y la adecuación de vías terciarias existentes					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambio en las características y funcionalidad de las vías terciarias	Conservar o una vez culminado el proyecto dejar en mejores condiciones las vías terciarias utilizadas para el proyecto como vías industriales. Establecer las medidas de tránsito necesarias para minimizar los riesgos y daños que se puedan generar por el tránsito de maquinaria pesada en las vías terciarias del proyecto. Minimizar el impacto de las obras relacionado con el flujo vehicular en vías terciarias a utilizar	**X**		**x**	
Generación de expectativas sociales					
Cambio en el acceso y movilidad					
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					

1. Manejo de tránsito – señalización

- Instalación de señalización temporal
- Regular el tránsito vehicular mediante controladores viales
- En horas nocturnas la señalización será reforzada con reflectivos
- Se dispondrá de alarma de reversa y de sistema preventivo de luces en la maquinaria y vehículos asignados al proyecto, en cumplimiento de las normas de seguridad vial vigentes
- Prohibición de transporte de personal en la maquinaria y equipos asignados al proyecto
- Se regulará el límite de velocidad
- Contar con el personal idóneo para la correcta operación de la maquinaria.

2. Condiciones de la vía

- Previo uso de las vías industriales
- Antes de realizar alguna intervención o adecuación de vías industriales se debe hacer el reconocimiento del estado de las vías por medio de un acta de vecindad.
- Durante el levantamiento del acta de vecindad es necesario contar con la presencia de la comunidad.
- Una vez se abandonen el uso de las vías industriales estas deben quedar en las mismas o mejores condiciones en referencia con drenajes, canales, superficie de rodadura, placa huella, ODT.

El aprovechamiento forestal asociado a la adecuación de las vías es especificado en el capítulo 7 y sus medidas en la ficha Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote. PMB-01

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Adecuación de vías terciarias existentes y/o construcción de vías industriales | **Identificación: PMF-02**

Cuando sea necesario y de acuerdo a los materiales dispuestos y su compactación se diseñarán taludes utilizando obras geotécnicas para generar estabilidad y no ocurran procesos de remoción en masa – Ver ficha manejo de taludes.

Método constructivo

1. Remoción de suelo y cobertura vegetal solo en los lugares que sea necesario realizar ampliación de las vías.
2. Explanación
3. Humectación de la vía
4. Repotenciar ODT en caso de ser necesario
5. Reconstitución de la placa huella en los sectores identificados de acuerdo al acta de vecindad inicial.

- El Constructor limpiará las vías utilizadas en desarrollo de las actividades del proyecto de manera que se evite el aporte de material de arrastre a las redes de alcantarillado y de partículas suspendidas a la atmósfera. Para la realización de estas labores de limpieza se deberán tener medidas especiales de señalización con el fin de evitar accidentes y afectaciones sobre el tráfico vehicular
- El material transportado deberá estar completamente carpado.
- Evitar en lo posible transito nocturno

Teniendo en cuenta que no se estima realizar intervención sobre los taludes existentes no se establecen medidas para este, pero en caso de que sea necesaria alguna intervención se tendrá en cuenta las medidas de manejo consignadas en la ficha Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica - PMF-01.

Lugar de Aplicación

Vías de acceso y vías industriales

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Adecuación de vías de acceso		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Reconstitución de las vías a abandonar			**x**	Continuo	**36**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos: Los costos relacionados con la adecuada disposición de materiales sobrantes de excavación en los sitios seleccionados y autorizados (ZODME), incluye el levantamiento

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Adecuación de vías terciarias existentes y/o construcción de vías industriales	**Identificación: PMF-02**

topográfico del sitio, de manejo de escorrentía superficial y subsuperficial, obras de estabilización y confinamiento están incluidos en el presupuesto total del Proyecto.
A continuación, se presentan otros costos para los profesionales que estarían involucrados dentro de las actividades del presente programa.

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Adecuación de vías de acceso e industriales		$ 173.000.000		$ 173.000.000
Profesional de gestión ambiental			$ 174.000.000	$ 174.000.000
Total				$ 547.000.000

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Adecuación a vía de acceso	(Vías intervenidas o adecuadas como vías industriales / vías terciarias proyectadas a utilizar) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60%	% / mensual	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
Abandono de vías industriales	(vías entregadas a la comunidad a satisfacción / vías intervenidas) x100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-	% / mensual	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento

D. Manejo de Materiales y Equipos de Construcción. PMF-03

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.	**Identificación: PMF-03**

Objetivo

Establecer las medidas y acciones necesarias para el manejo ambiental adecuado de materiales y equipos de construcción para ejecución de labores a cielo abierto y de excavación subterránea para la construcción del túnel.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación y /o activación de procesos denudativos	Cumplir con el 100% de las medidas definidas para el manejo ambiental de los materiales de construcción.	X			

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.	**Identificación: PMF-03**
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación	

Acciones a Ejecutar

Para el manejo de materiales y equipos de construcción se plantean las siguientes medidas.

1. Obtención de Materiales de Construcción

En cuanto a la obtención de materiales de construcción para conformación de base y sub-base granular para la estructura del pavimento, se debe hacer en sitios debidamente licenciados por las autoridades mineras y ambientales respectivas.

2. Medidas de Manejo de Materiales Pétreos

A continuación, se presentan las medidas de manejo para los materiales pétreos:

3. Los materiales deben acopiarse en los sitios adecuados para tal fin, nunca en áreas cercanas a los frentes de obra donde obstaculicen la realización de los trabajos.
4. El material almacenado debe estar adecuadamente demarcado y señalizado; debe cubrirse con polietileno o con algún otro material que prevenga la generación de material particulado o arrastre por escorrentía que prevenga la generación de material particulado.
5. En caso de presentarse condiciones climáticas que promuevan las emisiones de material particulado el Contratista debe hacer riego.
6. El Contratista deberá retirar los materiales o residuos no utilizados, y darles el manejo adecuado.

3. Medidas de Manejo para Concreto

El suministro de concreto será inicialmente con terceros autorizados. En el anexo 7 permisos ambientales – E. Materiales Construcción se listan las empresas autorizadas para tales fines.

Por otra parte, teniendo en cuenta que esta UF1 hace parte integral del corredor vial Cúcuta – Pamplona, en las UF restantes, se puede licenciar plantas de concreto, el cual podrá prestar este servicio a la UF1 cuando se considere pertinente.

No obstante, cuando se pretenda realizar manejos menores de mezclas para actividades muy puntuales se deben cumplir con las siguientes medidas de manejo: En el caso de requerir cemento en sacos, deben ser almacenados en sitios secos y aislados del suelo, estos acopios no deben superar los siete metros (7 m) de altura. Si el cemento se suministra a granel, debe ser almacenado en sitios protegidos de la humedad.

- El personal no debe manipular el cemento, la pasta de cemento o el hormigón sin los elementos de protección adecuada para la ejecución de estas labores de acuerdo con los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo definidos al interior del proyecto.
- En caso de realizar mezcla de concreto en los frentes de obra, deberá hacerse sobre una superficie que evite la contaminación del suelo como una plataforma metálica, una superficie de hormigón pobre o un geotextil u otros materiales que garantice el aislamiento de la zona, se prohíbe realizar la mezcla directamente sobre el suelo. En caso de derrame de mezcla se deberá limpiar la zona en forma inmediata, recogiendo y disponiendo él residuo. Está prohibido depositar estas mezclas cerca de los cuerpos de agua, sobre zonas de cultivo y/o áreas verdes.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.	**Identificación: PMF-03**

- Es necesario que el equipo de fabricación o mezclado, esté en buenas condiciones técnicas con el fin de evitar accidentes o derrames que puedan afectar los recursos naturales o el medio ambiente. El Constructor tiene que disponer de los medios necesarios para que el transporte y manipulación en obra de la mezcla no produzca derrames, salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo. El método utilizado para el vaciado del concreto en obra debe permitir una regulación adecuada de la mezcla, evitando su caída con demasiada presión o que choque contra las formaletas o el refuerzo.
- Está prohibido el lavado de mezcladoras de concreto en los frentes de obra o en cuerpos de agua, salvo en la zona de lavado definida para tal fin en este estudio.
- El concreto no debe ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o en zonas en donde no pueda efectuarse el achique con bombas, desvíos, ataguías etc.
- Dicho concreto se debe colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método. Todo el concreto bajo el agua se debe depositar en una operación continua. El concreto se debe colocar de tal manera que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

4. Medidas de Manejo para Asfalto

El suministro de la mezcla asfáltica, será inicialmente con terceros autorizados. En el anexo 7 permisos ambientales – E. Materiales Construcción se listan las empresas autorizadas para tal fin.

Por otra parte, teniendo en cuenta que esta UF1 hace parte integral del corredor vial Cúcuta – Pamplona, en las UF restantes, se pueden licenciar plantas de concreto, las cuales podrán prestar este servicio a la UF1 cuando se considere pertinente.

A continuación, se relacionan las medidas de manejo para la mezcla asfáltica:

- Cuando se utilice asfalto como sello para las juntas de pavimentos rígidos, o para riego de adhesivos o cuando se trabaje con pavimentos flexibles, el calentamiento de estas mezclas se hará con las medidas y elementos recomendados por el proveedor. Está prohibido el empleo de madera o carbón como combustible. El combustible que se utilice debe ser preferiblemente gas y no debe tener contacto directo con el suelo, ni estar cerca a los cuerpos de agua.
- Los residuos de asfalto serán recogidos una vez finalizada la actividad diaria, no se podrán dejar en los frentes de obra temporalmente, puesto que por acción de las lluvias podrían ser arrastrados hacia los cuerpos de agua contaminándolos y afectando la fauna acuática.

5. Medidas para el Manejo de Prefabricados

A continuación, se describen las medidas para el manejo de prefabricados:

- Los prefabricados y tubería se almacenarán ordenadamente, se garantizará la estabilidad del sitio de acopio y en caso de ser necesario se establecerán medidas de contención lateral según el material a acopiar.
- En las obras donde queden varillas expuestas, se deberá proteger y/o aislar estas áreas mediante encerramiento con cinta, malla y con avisos que indiquen el peligro, de acuerdo con el programa de señalización.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.	**Identificación: PMF-03**

- El hierro se protegerá para evitar que las condiciones climáticas afecten su estructura.

El profesional ambiental por parte del Contratista deberá realizar inspecciones periódicas para la verificación del cumplimiento de las medidas anteriores.

6. Medidas para el manejo de equipos de construcción.

El uso de maquinaria en los frentes de obra genera emisiones atmosféricas y ruido, impactos que se pueden prevenir y controlar, realizando el mantenimiento adecuado e implementando los controles periódicos mencionados a continuación:

a. Los equipos y maquinarias sólo podrán ser manejados por personal capacitado y formado para ello.
b. Todos los equipos y maquinaria deben recibir: Mantenimiento rutinario de inspección, a cargo del operador o inspector de obra, llevando los debidos registros; mantenimiento preventivo como los cambios periódicos de aceite, filtros y mangueras, a cargo de personal autorizado; y mantenimiento correctivo que incluye las reparaciones y ajustes que cada equipo requiera.
c. Todos los operarios de la maquinaria recibirán capacitaciones de seguridad y protección personal para evitar accidentes. El inspector SST debe llevar el registro de capacitaciones y hacer el seguimiento al cumplimiento de las medidas de seguridad.
d. La zona de trabajo debe ser reconocida previamente por el operario y verificar la ausencia de personas o terceros en el área.

Para el abastecimiento y almacenamiento del combustible se tomarán las siguientes medidas, en caso de que se deba realizar en los Frentes de Obra

a. Almacenar en zonas con buena ventilación alejados de fuentes de ignición, y de oficinas y áreas administrativas. Igualmente, no se deberán almacenar con otros productos incompatibles con combustibles y lubricantes.
b. La zona de almacenamiento debe estar acorde a la norma NFPA 30, para el almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables.
c. Se debe establecer el plan de contingencia para indicar el procedimiento a seguir en caso de derrames accidentales.

Para el traslado de maquinaria rodante destinada exclusivamente a la construcción y conservación de obras, se deberán tener en cuenta las leyes nacionales que reglamentan el tránsito de esta maquinaria a través de vehículos apropiados (Cama baja), el Código Nacional de Tránsito Terrestre, y demás normativa vigente relacionada. Adicionalmente, los permisos para el transporte de maquinaria pesada serán evaluados y concedidos por el INVIAS, la ANI y/o la Entidad responsable de la administración de la vía por la cual se transite la maquinaria.

Lugar de Aplicación

Frentes de Obra, tránsito de maquinaria pesada por la vía pública.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.						**Identificación: PMF-03**	
Inspección rutinaria		X		Periódico	36	Mes	Diario
Mantenimiento Preventivo		X		Periódico	36	Mes	Trimestral
Mantenimiento Correctivo		X		Continuo	36	Mes	
Manejo de materiales		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Personal Ayudantes			89.000.000	89.000.000
Profesionales			191.500.000	191.500.000
Técnicos			107.000.000	107.000.000
Transporte		5.000.000		5.000.000
Total				392.500.000

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Fuentes de material con licencia	(Cantidad de material proveniente de fuentes de materiales con licencia/Cantidad de material utilizado) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	m^3	Si	100	Licencia ambiental vigente
Inspecciones rutinarias	Número total de inspecciones rutinarias realizadas durante el periodo/número total de inspecciones rutinarias programadas durante el periodo) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	Un	Si	100	

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO										
Subprograma: Manejo de materiales y equipos de construcción.							**Identificación: PMF-03**			
Condiciones técnico-mecánicas	(No. De equipos, maquinaria y vehículos que cumplen condiciones técnico-mecánicas/ No. de equipos, maquinaria y vehículos utilizados en frentes de obra durante la construcción)	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	Un	Si	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
Mantenimiento maquinaria	(No.de mantenimiento en maquinaria y vehículos realizado/ No.de mantenimiento de maquinaria y vehículos programados) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / mensual	Si	100	Formatos de revisión de vehículos y maquinaria

E. Manejo Paisajístico. PMF-04

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo Paisajístico	**Identificación: PMF-04**

Objetivos

- Identificar y establecer las acciones para reducir o minimizar el impacto visual causado por la alteración del paisaje que potencialmente produzca el desarrollo del proyecto (construcción).
- Integrar y armonizar las medidas de manejo y actividades que integran el plan de manejo, para que en su conjunto se orienten a la prevención y/o mitigación de la alteración del paisaje causado por la modificación de la estructura paisajística.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación y /o activación de procesos denudativos Modificación de la calidad paisajística Alteración del uso actual	Desarrollar por medio de las actividades determinadas en el plan de manejo, las acciones para el manejo integral del paisaje en beneficio de la conservación de la calidad visual en las áreas a ser intervenidas en la construcción de la UF1.	X	X		

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Las medidas de manejo están enfocadas tanto al manejo de las actividades cotidianas del proyecto, como a la recuperación de las condiciones naturales en las áreas intervenidas.

En tal sentido se realizarán las actividades a medida que se lleve a cabo la intervención de las áreas. De acuerdo con ello, se plantean dos estrategias para el manejo paisajístico del proyecto enfocadas a la recuperación de áreas intervenidas y al manejo de las actividades del proyecto.

MEDIDAS A IMPLEMENTAR:

1. Desarrollo de acciones relacionadas con los trabajadores del proyecto

Involucrar a la totalidad de las personas relacionadas con el desarrollo del proyecto dentro de una cultura ambiental que propenda por la conservación del paisaje, lo que generara una conciencia ambiental en procura de cuidar y mantener los recursos naturales asociados, teniendo en cuenta el programa de capacitación del plan de manejo ambiental del proyecto.

Elaboración, divulgación y publicación en lugares visibles para los trabajadores, del Reglamento Ambiental del Proyecto, que incluirá las normas básicas de comportamiento frente al medio ambiente, las prohibiciones, restricciones y sanciones, en caso de incumplimiento de la normatividad. Cada trabajador debe conocer su contenido desde el momento de su vinculación al proyecto.

2. Reconformación de los terrenos afectados en términos de morfología y estabilidad

Se mantendrán en lo posible las escorrentías o drenajes naturales del terreno, no afectando el ciclo hídrico superficial, así mismo se identificarán los drenajes predominantes en el área de intervención, para identificar las obras de drenaje y protección requeridas en cruces de corrientes, nacimientos, desagües naturales, aguas de infiltración y nivel freático, para un manejo adecuado de los mismos.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo Paisajístico | **Identificación: PMF-04**

No permitir la disposición de residuos y el drenaje de aguas residuales a zonas de cobertura vegetal nativa

Limitar la extracción de material arbustivo. Se utilizará el terreno estrictamente necesario en el desarrollo del proyecto

Tanto en los taludes de corte como los de terraplén se deberá respetar la inclinación dada en los diseños para cada tipo de material, con el fin de garantizar su estabilidad, salvo que en el proceso de corte se observe inestabilidad en el talud para el que fue diseñado.

Así mismo el diseño geotécnico determinará la necesidad de construcción de zanjas de coronación y filtros y demás obras requeridas para el adecuado manejo del agua de escorrentía

No se dispondrán residuos estériles en las áreas de cobertura vegetal nativa ni en sectores no autorizado

3. Mantenimiento del aseo y orden en la totalidad de las instalaciones asociadas al proyecto evitando los impactos visuales.

En las áreas de trabajo se debe mantener el aseo y orden con el fin de no generar perturbaciones visuales, para esto se deben seguir las actividades establecidas en las fichas PMF-05 y PMF-06

Lugar de Aplicación

Áreas de intervención por actividades de construcción.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Desarrollo de acciones relacionadas con los trabajadores del proyecto		X		Temporal	36	Mes	
Reconformación de los terrenos afectados en términos de morfología y estabilidad		X	X	Temporal	36	Mes	
Mantenimiento del aseo y orden en la totalidad de las instalaciones asociadas al proyecto		X	X	Continuo	36	Mes	
Desarrollo de la restauración y/o compensación de la cobertura vegetal		X	X	Temporal	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita – UVRP

Costos

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo Paisajístico | **Identificación: PMF-04**

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Reconformación de los terrenos afectados en términos de morfología y estabilidad				El costo de esta medida está incluido en el programa de manejo PMF-03
Mantenimiento del aseo y orden en la totalidad de las instalaciones asociadas al proyecto				El costo de esta medida está incluido en los programas de manejo PMF-06
Desarrollo de la restauración y/o compensación de la cobertura vegetal				El costo de esta medida está incluido en los programas de manejo PMB-01 y PMB-04

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Terrenos reconformados *	Ha reconformadas/Ha intervenidas.	X			X	Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / semestral	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, actas de reunión
Capacitaciones	(Número de trabajadores capacitados en obra/total de trabajadores en obra) *100	X			X	Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente =	% / mensual	Si		
Áreas revegetalizadas	(Área revegetalizadas (m2)/ Áreas intervenidas aptas para revegetalización (m2)) * 100		X	X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / mensual	SI	100	Formato de registro del Volumen extraído/Registro fotográfico.
Barreras visuales instaladas	(Perímetro de polisombra instalada (m)/perímetro de frentes de obra identificados para aislamiento(m))*100		X		X	Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% mensual	SI	100	Formato de registro de barreras instaladas/Registro fotográfico

F. Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales. PMF-05

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

Objetivos

- Prevenir y mitigar los impactos producidos por la generación de residuos sólidos, provenientes de las diferentes actividades durante la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona.
- Controlar que las áreas de disposición temporal de residuos se encuentren en condiciones óptimas.
- Realizar de manera adecuada la entrega de los residuos sólidos a terceros quienes desarrollarán la recolección, transporte y disposición final.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambios en la calidad del agua superficial	Disponer adecuadamente el 100% de los residuos sólidos generados de acuerdo con sus características.	X	X		
Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea		X	X		

[a]**Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación**

Acciones a Ejecutar

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Sensibilización y capacitación ambiental a los trabajadores

Todos los trabajadores vinculados con el proyecto, así como contratistas, en cualquier etapa y antes de iniciar labores, recibirán capacitaciones sobre el manejo de los residuos, las estrategias propuestas para su identificación y clasificación, así como los procedimientos para la entrega de los residuos a terceros.

A través de las capacitaciones se debe promover el cumplimiento de la política integral de manejo de residuos sólidos, enfatizando sobre el principio de las 3 R, es decir, Reutilizar, Reducir y Reciclar. Esta actividad es parte del programa de capacitación ambiental.

La persona encargada de la manipulación de los residuos y de los sitios de almacenamiento temporal (ubicados en los frentes de obra) también se capacitará en el manejo de los residuos, con especial referencia a las condiciones de manipulación, procedimientos para la prevención de accidentes, uso de elementos de protección personal (guantes, botas, gafas, overoles entre otro), y condiciones de almacenamiento, así como los procedimientos para la entrega de los residuos a terceros.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Reducción y clasificación en la fuente

De acuerdo con el tipo de residuo generado se realiza la clasificación en el origen, de la cual depende que el residuo se pueda reciclar o reutilizar. Desde el inicio del proyecto, se debe tener

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

claro el tipo de residuo que se generará y se debe capacitar al personal en la separación y clasificación de estos desde la fuente.

La clasificación de residuos desde la fuente se deberá realizar de acuerdo con lo estipulado en la Tabla F.1.

Tabla F.1 Características de los posibles tipos de residuos y su alternativa de reducción

Tipo de Residuos	Descripción	Disposición
Residuos Sólidos Orgánicos	Residuos caracterizados por su volumen de producción y su impacto medioambiental debido principalmente a su alto contenido de materia orgánica inestable e inmadura, minerales, fitotoxinas, patógenos vegetales, etc. Entre estos se encuentran las cáscaras de alimentos, frutas y verduras en descomposición y grasas animales.	En cada frente de obra se almacenarán en bolsas de color negro dentro de canecas de plástico debidamente cubiertas y marcadas, se recogerán periódicamente y se dispondrán en el centro de almacenamiento temporal, para posteriormente ser entregadas a las empresas autorizadas para su tratamiento y disposición.
Residuos Sólidos Reciclables	Son residuos que por sus características pueden ser reincorporados a diferentes procesos productivos como materia prima y mediante su transformación generar nuevos artículos de consumo, o simplemente, pueden ser reutilizados (Sin transformarse) para diferentes actividades. Están representados principalmente por plásticos, papel, cartón, madera no contaminada, vidrio, aluminio y otros metales; así como icopor a ser reutilizado en la obra.	La separación de estos materiales se realizará en la fuente mediante la utilización de canecas de colores debidamente identificadas, las cuales contarán con su bolsa de color respectiva, siguiendo el código de colores establecido en la guía técnica GTC-024 o el implementado por la empresa ejecutora del proyecto en su sistema de gestión. Estos residuos se acopiarán temporalmente en el centro de almacenamiento de residuos sólidos dentro de los sitios de acopio. Una vez embalados, y cuando alcancen un volumen representativo, se evacuarán entregándose a asociaciones de recicladores del área.
No Reciclables	Estos residuos se caracterizan por no tener valor dentro de procesos productivos o su transformación tiene costos económicos o ambientales superiores a su costo de disposición final. Entre estos se encuentran algunos plásticos, papel y cartón impregnados de otros residuos, bolsas de alimentos, servilletas, toallas de papel, residuos sanitarios.	Estos residuos serán separados en la fuente, para luego ser almacenados temporalmente en el centro de almacenamiento de residuos sólidos ubicados en los sitios de acopio. Una vez embalados, y cuando alcancen un volumen representativo, se evacuarán al relleno sanitario que cuente con los permisos ambientales respectivos en el área.
Peligrosos	Son aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan	Se espera que el volumen de generación de estos residuos sea pequeño; para su disposición, éstos deben ser almacenados y posteriormente entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales vigentes para la disposición final de los mismos.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

	estado en contacto con ellos (Decreto 4741 de 2005).	
Especiales	Aquellos que por sus características requieren de un manejo particular, como escombros o residuos en general de gran volumen (GTC 24)	Se almacenarán temporalmente en contenedores, luego podrán ser conducidos a un punto de recolección, para ser entregados a una empresa que cuente con los permisos necesarios para su tratamiento y disposición.

Fuente: Adaptado de MAVDT, 2007

Recolección y Almacenamiento Temporal

Almacenamiento temporal:

Los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales generados por el proyecto, serán clasificados y almacenados temporalmente en contenedores claramente identificados y rotulados los cuales se encontrarán ubicados en los frentes de obra y serán fácilmente identificables.

Estos contenedores deberán contar con una cubierta, y para el caso de los residuos peligrosos se deben almacenar en un área impermeabilizada, resistente al agua y el calor. Se debe evitar el uso de asfalto por su reblandecimiento ante clima cálido y bajo el efecto de ciertos solventes. Se instalarán canecas en cada frente de obra de acuerdo con la clasificación de los residuos. Los residuos sólidos peligrosos se almacenarán independientemente de los residuos líquidos peligrosos.

- **Tipo 1**, **Residuos reciclables y reutilizables**: Como se dijo anteriormente corresponden a este grupo de materiales el vidrio, aluminio, papeles, metales, plásticos, cauchos, madera y chatarra, que deben ser recolectados y almacenados en un lugar que se encuentre protegido de los cambios climáticos, hasta que tengan un volumen considerable para que sean recolectados por organizaciones existentes en el municipio de Pamplona.
- **Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados**: Este tipo de residuo no puede ser mezclado con ningún otro, teniendo en cuenta sus características de peligrosidad, por tanto, desde el momento de su producción, debe recolectarlos y colocarlos en un sitio diseñado para tal fin, puede ser una caneca en perfectas condiciones limpia y seca, la cual debe estar rotulada conforme lo establecen las normas de seguridad. Es decir, deberá contar con su respectiva hoja de seguridad, y características de peligrosidad. Asimismo, estos recipientes deberán estar etiquetados y rotulados, de acuerdo con el Decreto 4145 de 2005 o la norma que la sustituya o derogue. Estas canecas deben ubicarse en áreas aisladas del ambiente mínimo a unos 30 m de distancia de cuerpos de agua, con el fin de prevenir el contacto con estos y los suelos desnudos.

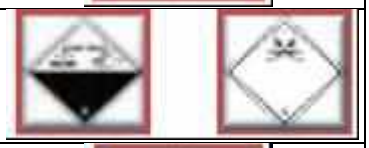
Una vez recolectados los residuos contaminados se colocarán en un contenedor, para luego ser trasladados al patio de acopio y disponer con empresas autorizadas.

Un ejemplo de esto se muestra en la Tabla F.2. La periodicidad de la recolección se establecerá con las entidades autorizadas para esta labor.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales | **Identificación: PMF-05**

Tabla F.2 Identificación de residuos peligrosos

Códigos	Tipo de residuo	PICTOGRAMA
Y1	Hospitalarios	
Y8	Aceites usados	
Y31	Baterías	
A1030	Luminarias	

Los residuos hospitalarios, en caso de generarse, estarán a cargo de las ambulancias dispuestas a lo largo del corredor vial, quienes son las responsables de una eventual urgencia médica, la cual cuenta con bidones especiales para el almacenamiento temporal de esta clase de residuos hospitalarios y su respectiva disposición final. Así mismo, se contará con puntos ecológicos para los demás tipos de residuos.

Los aceites usados se almacenarán temporalmente en canecas y se entregarán a un tercero que cuente con los permisos ambientales respectivos.

Las baterías y luminarias se almacenarán temporalmente y se entregarán a un tercero que cuente con los permisos ambientales respectivos.

La recolección inicial de los residuos debe hacerse en canecas, ubicadas en los frentes de obra y se acopiarán en los sitios que se haya dispuesto para tal fin.

A continuación, se presenta un esquema de algunas de las canecas que podrían implementarse para la disposición de residuos sólidos. Estas deben tener una capacidad máxima de almacenamiento de 55 galones.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

Figura F.1 Tipo de canecas para la clasificación de residuos sólidos

Reciclable y Reutilizables: Recipiente de color gris.
Residuos no aprovechables: Recipiente de color verde
Residuos peligrosos: Recipiente de color rojo y rotulado de acuerdo con el tipo de residuos.

Las canecas domésticas deben lavarse con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias adecuadas y que evite la generación de olores y vectores al interior del domicilio.

Aprovechamiento y Disposición Final

Para el material reutilizable y ordinario, se recolectará los residuos en el frente de obra, para luego ser trasladados a los sitios de acopio, y posterior entrega a las respectivas empresas prestadoras de servicios de aseo aledañas al área del proyecto (se mencionan más adelante),

A continuación, se mencionan los tipos de materiales obtenidos y la destinación:

- **Tipo 1 Reciclable y/o reutilizable**: Los residuos que pertenecen a esta clasificación se pueden separar de la siguiente manera:

  - Tipo papel y cartón proveniente de las oficinas, archivos, cajas, entre otros y cuyo manejo se debe dar a través de la recuperación sistemática en las mismas oficinas y/o en los sitios. En estos lugares serán colocados de modo estratégico en cajas rotuladas con una identificación y, regularmente, cada semana, las personas a cargo del proyecto recolectan y almacenan el producto en las canecas, para posteriormente ser entregados a entidades terceras dedicadas al reciclable o a la empresa prestadora del servicio de aseo.
  - Tipo madera, vidrio, latas de aluminio, pueden ser reutilizados o igualmente entregados a recicladores de la zona, si existen.
  - Respecto a las llantas usadas, es responsabilidad de cada uno de los propietarios de los vehículos dar el manejo adecuado. Se prohíbe su entierro, disposición en rellenos sanitarios, abandono en el espacio público, y/o quema a cielo abierto o cerrado de manera incontrolada.

- **Tipo 2 Residuos peligrosos:** Deberán ser almacenados temporalmente en áreas adecuadas, para luego ser trasladados directamente por la empresa contratada a los sitios autorizados por las autoridades ambientales para ser tratados y dispuestos. La empresa encargada de esta labor debe contar con la autorización ambiental respectiva.

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

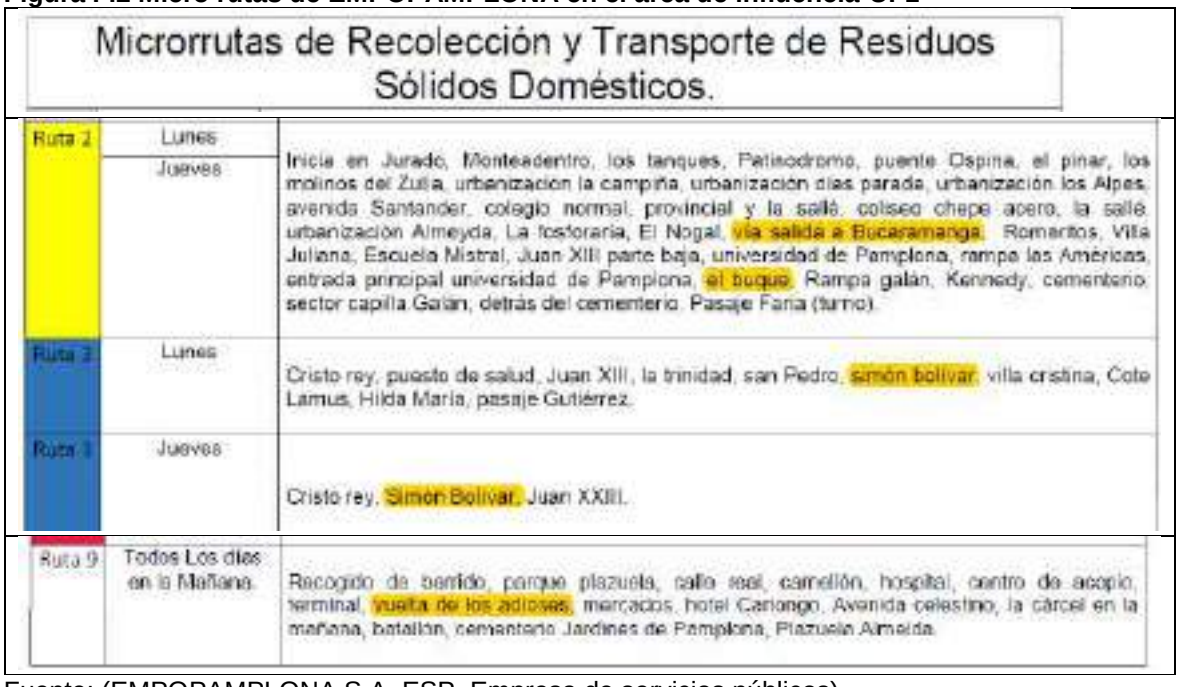
- **Tipo 3 Residuos ordinarios:** Compuestos básicamente por cortezas de productos vegetales y residuos de alimentos, los cuales serán dispuestos temporalmente en canecas respectivas según norma, y entregados al carro recolector del respectivo municipio en los horarios establecidos.

- **Tipo 4 Residuos de construcción y demolición:** en la ficha PMF-02 se describen en detalle las características técnicas y actividades de manejo para la disposición de RCD.

Los sitios de entrega de los residuos sólidos domésticos que se generarán durante las actividades constructivas del proyecto; se ajustarán a la cobertura establecida en la ruta de recolección de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. en el municipio de Pamplona.

A través del informe de rutas publicado por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P las rutas 2, 3 y 9 abarcan la recolección y transporte de residuos sólidos domésticos en el área de influencia del proyecto. En la Figura F.2 se muestran las micro rutas de recolección, en amarillo se subrayan los posibles puntos de entrega de residuos generados por el proyecto.

Figura F.2 Micro rutas de EMPOPAMPLONA en el área de influencia-UF1



Fuente: (EMPOPAMPLONA S.A. ESP. Empresa de servicios públicos)

Cadena de custodia

El sistema documentado desde la recolección de residuos sólidos hasta su disposición final debe realizarse de manera que asegure las condiciones de identidad, integración, seguridad, continuidad

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**

y registro. A continuación, se describe la cadena de custodia a aplicar durante la construcción de la variante Pamplona – UF1:

- Etiquetado:

Se deben usar etiquetas para identificar cada uno de los residuos entregables a terceros autorizados, las cuales deben ser rótulos que contengan como mínimo, la siguiente información: a) número de identificación del residuo, b) nombre de la persona que etiqueta, c) fecha y hora de etiquetado, d) lugar de generación.

- Registros:

Debe registrarse toda la información pertinente a los residuos generados en un libro debidamente foliado.
El registro debe incluir, como mínimo, la siguiente información: a) localización del punto de generación, b) nombre y cargo de la persona que registra, c) tipo de residuo, d) número de identificación del residuo y volumen o peso, e) descripción y registro fotográfico del punto de almacenamiento.

- Carta de custodia:

Cada entrega de residuos a terceros autorizados debe estar acompañada de la correspondiente carta de custodia.
El registro debe contener, como mínimo, la siguiente información: a) identificación del residuo y volumen o peso, b) localización del punto de recolección, c) tipo de residuo, d) firma de quien recibe el residuo, e) fecha y hora de recolección, f) tipo de residuo.
Adaptado del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título F (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, versión 2017)

Lugar de Aplicación

Frentes de obra y corredor vial UF1

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad **	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Sensibilización y capacitación ambiental a los trabajadores		X		Periódico	36	Mes	Quincenal
Reducción y clasificación en la fuente		X		Periódico	36	Mes	Diario
Recolección y almacenamiento temporal		X		Periódico	36	Mes	Diario
Aprovechamiento y Disposición final		X		Periódico	36	Mes	Según acuerdo y ruta del carro recolector

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	**Identificación: PMF-05**
Unión Vial Río Pamplonita – UVRP	

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
*Gestión de residuos especiales (aceites usados, chatarra, material absorbente, metales, etc.)		62.400.000		62.400.000
**Residuos Comunes*		12.960.000		12.960.000
***Adecuación de Puntos ecológicos		3.000.000		3.000.000
Compra y reposición de bolsas en frentes de obra		5.400.000		5.400.000
Personal cuadrilla ambiental			215.760.000	215.760.000
Total				299.520.000 COP

*Incluye recolección, transporte y disposición final
**Estimado para 3 puntos de recolección. Se considera una máxima producción (gran productor no residencial). Calculado según tarifas establecidas en el Acuerdo 010 de 2016- Empopamplona S.A.
***Incluye 3 puntos de almacenamiento temporal

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Disposición de residuos sólidos ordinarios	(Kg Residuos ordinarios entregados a empresas autorizadas / kg Residuos ordinarios generados) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / semanal	SI	100	Actas de entrega Registro fotográfico
Entrega de residuos especiales o peligrosos a terceros autorizados	(Residuos peligrosos entregados al operador especializado y autorizado por la entidad ambiental (kg o m^3) / Residuos peligrosos o especiales generados) (kg o m^3)) *100	X		X		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / mensual	SI	100	Actas de entrega Registro fotográfico Licencia del operador autorizado

PROGRAMA MANEJO DEL SUELO										
Subprograma: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales									**Identificación: PMF-05**	
Residuos reciclables	((Kg o m3) de residuos reciclables entregados / Kg de residuos reciclables generados (kg o m^3)) *100	**X**		**X**		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	% / semanal	Si	100	Actas de entrega Registro fotográfico

11.1.1.1.2 Programa de manejo del recurso hídrico

F. Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales. PMF-06

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO					
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales		**Identificación: PMF- 06**			
Objetivos					
Implementar procedimientos de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos domésticos e industriales generados durante la etapa constructiva del proyecto.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida***			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambios en la calidad del agua superficial	Tratar adecuadamente el 100% de los residuos líquidos que se generen en la etapa de construcción del proyecto, cumpliendo con lo establecido en el decreto 1076 de 2015		**X**		
Alteración en la capacidad de transporte del agua	Tratar adecuadamente el 100% de los residuos líquidos del sistema de lavado (cárcamos).	**X**			
***Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación**					

Acciones a Ejecutar

Para el desarrollo de la UF1 variante Pamplona, del corredor 4G Pamplona-Cúcuta, se generan únicamente vertimientos puntuales de ARnD.

El manejo de las ARD será realizado por terceros autorizados, la producción de estas aguas se relaciona estrictamente con las baterías sanitarias móviles que se ubicarán para los diferentes frentes de trabajo. La empresa encargada deberá estar debidamente establecida y contar con la respectiva licencia ambiental y permiso vigente de vertimiento. Sin embargo, en el presente programa se incluyen lineamientos generales para el manejo de las baterías en áreas del proyecto, en el plan de seguimiento y monitoreo se plantean las medidas relacionadas con el control al tercero encargado de la disposición final de las ARD.

Capacitaciones
Los dispuesto en esta ficha tales como sitios de vertimiento y manejo de residuos líquidos deberá socializarse con todos los trabajadores de la obra y contratistas.

Recomendaciones generales en frentes de obra

Las siguientes medidas son transversales a todas las actividades que puedan generar residuos líquidos y que se desarrollen durante la construcción del proyecto:

- No realizar vertimientos en puntos y corrientes hídricas superficiales diferentes al autorizado por la Autoridad Ambiental.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales	**Identificación: PMF- 06**

- No arrojar sustancias contaminantes, residuos o desechos a los cuerpos de agua (ríos, quebradas, canales, alcantarillas, etc), zonas de ronda hídrica y zonas de manejo y preservación ambiental en cualquier forma.
- No permitir el lavado de vehículos o maquinaria o cualquier otro bien mueble en ríos, quebradas, canales, ronda hídrica y zonas de manejo y preservación ambiental en cualquier forma.
- El lavado de vehículos o cualquier maquinaria se realizará únicamente en las "áreas de lavado", su ubicación, lineamientos operativos y limitaciones deberán ser socializadas a través de capacitaciones para todo el personal asociado al proyecto.

Escenarios que implican la generación de ARnD

- Áreas para lavado de mixer (concreto / mortero) y lavado de pisos y zonas duras en el área del lavado de las mixers.
- Áreas de generación de aguas industriales asociadas a la operación de maquinaria para la construcción del túnel

A grandes rasgos los elementos contaminantes esperados de dichas actividades son sedimentos.

Los puntos de vertimiento deberán seguir sin variaciones las consideraciones y lineamientos que defina la Autoridad Ambiental en la resolución mediante la cual se apruebe el permiso de vertimientos.

Vertimientos

Para las actividades constructivas de la UF1 se requieren dos zonas vertimiento para lo cual se solicita un punto de vertimiento sobre el río Pamplonita (V10) y dos puntos muy cercanos en un área de la quebrada San Antonio (V13_1 y V13_2), para un total de tres (3) puntos de vertimiento solicitados. Su ubicación, actividades generadoras y el caudal proyectado en cada punto se especifica en la Tabla F.1.

Cabe aclarar que, en el punto V13, ubicado en la quebrada San Antonio, se verterán las aguas producto de las aguas de infiltración del túnel. Sin embargo, estas serán divididas durante la etapa constructiva, de manera que se separarán las aguas residuales industriales (las cuales presentan algún grado de aporte de contaminantes a causa de las actividades constructivas del túnel) y las aguas naturales producto de la excavación del túnel que no presentan ningún grado de contaminación. Así, el mismo punto V13 recibirá dos vertimientos que presentan características diferentes en cuanto a actividades de generación, calidad de agua y tratamiento. Las aguas industriales dispondrán un caudal de 2,2 L/s y las aguas no contaminadas procedentes de la infiltración verterán 23,0 L/s. A continuación, se describe el cálculo de los caudales estimados.

La base del cálculo es la capacidad máxima estimada de extracción de agua subterránea del túnel UF1, el cual establece que, bajo el escenario más desfavorable, el caudal es de 23,0 L/s, de acuerdo con lo formulado en el Estudio hidrogeológico del túnel- (ver Anexo 5 caracterización AI, 5.1.3 Hidrogeología).

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales | **Identificación: PMF- 06**

De acuerdo con el diseño del manejo constructivo del túnel, se estima un caudal de 2,2 L/s en aguas industriales asociadas a las actividades constructivas del túnel, las cuales presentan algún grado de contaminación.

Tabla F.1 Vertimientos UF1

Id Vertimiento	V10		V13	
Fuente hídrica	Río Pamplonita		Quebrada San Antonio	
Ubicación	1159590,60 E	1307798,65 N	1159173,78 E 1309627,90 N	1159161,94E 1309618,69 N
Municipio	Pamplona		Pamplona	
Vereda	Alcaparral		Alcaparral	
Caudal a verter (L/s)	0,6		V13-1	V13-2
			2,2	23,0
Actividades generadoras	Lavado de Mixer (concreto / mortero) y el lavado de dichas zonas duras		Aguas industriales asociadas a la operación de maquinaria para la construcción del túnel	Aguas no contaminadas procedentes de la infiltración
Sistema de tratamiento	Trampa de grasas. Sedimentación Secado de lodos		Floculación. Decantación y separación de grasas. Ajuste de pH. Secado de lodos	Ninguno
Sistema de conducción	Manguera superficial		Manguera superficial	Manguera

Fuente: (Sacyr, 2018)

Los valores de aguas de infiltración e industriales son estimativos promedio y pueden variar razonablemente durante la ejecución del proyecto sin que esto implique modificaciones en esta ficha.

A continuación, se especifica el sistema de tratamiento propuesto para cada vertimiento. En caso de haber mezcla de aguas por la dificultad de separación absoluta de los flujos procedentes de la construcción del túnel – V13, se manejará mediante tratamiento de estas aguas combinadas, cumpliendo siempre con los parámetros normativos.

Sistema de tratamiento del agua

El sistema de tratamiento para las aguas del vertimiento V10 es el siguiente:

i. Trampa de grasas

Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento V10 se determinó que la primera unidad del esquema sería una trampa de grasas, encargada de la retención, separación y posterior remoción de los materiales flotantes. Esta trampa tiene las características establecidas en la Tabla F.2. Estos

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales | **Identificación: PMF- 06**

mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica. Por lo general se diseñan con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y con un volumen mínimo de 2,8 m^3 (Romero, 2002).

Tabla F.2 Características de la trampa de grasa

Parámetro	Característica
Capacidad de almacenamiento (kg)	≥ [caudal de diseño (lts/min)] / 4
Área (m2)	= 0,25 m2 por cada lts/seg de caudal
Relación ancho/longitud	1:4 – 1:18
Velocidad ascendente	≥ 4 mm/seg
Ø entrada	≥ 50 mm
Ø salida	≥ 100 mm

Fuente: (Sacyr, 2018)

ii. Sedimentación

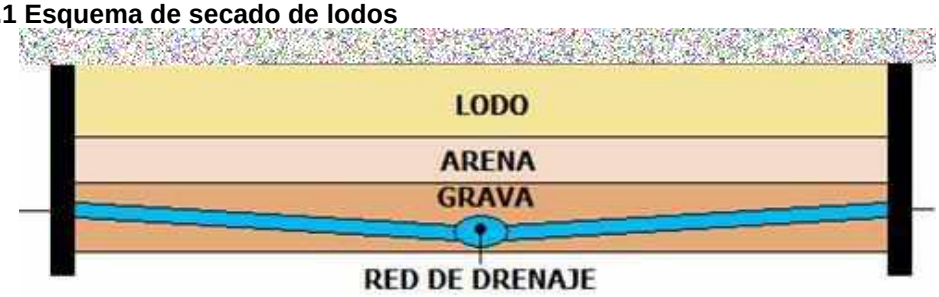
La unidad sedimentadora debe permitir una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002).

iii. Secado de lodos

Mediante el secado de los lodos se consigue reducir el peso de los lodos. El secado se crea mediante la evaporación del agua que existe en los lodos. El secado de los lodos es producido de forma natural.

El proceso de deshidratación se produce por la filtración del agua a través de las capas filtrantes de arena y grava y su evacuación se hará mediante tuberías de drenaje de PVC instaladas en el fondo de lecho de secado. De igual manera, la acción de los rayos solares contribuirá al proceso de secado.

Figura F.1 Esquema de secado de lodos

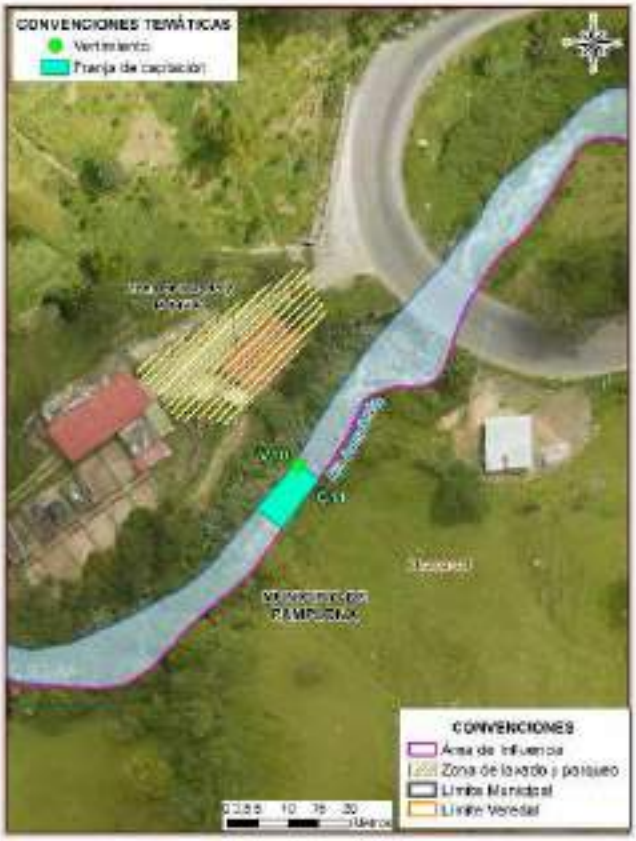


El agua será vertida directamente sobre el río Pamplonita, siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015. Además, se hará reúso de estas aguas residuales tratadas para el riego y humectación de vías en época de sequía.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales	**Identificación: PMF- 06**

El sitio de tratamiento se dispone dentro de la zona de lavado y parqueo, definida al lado del río Pamplonita, tal como se ve en la Figura F.2. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura F.2 Zona de lavado y parqueo – Sitio de tratamiento asociado al V10



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El sistema de tratamiento para las aguas del vertimiento V13-1, producto de las aguas industriales asociadas a la construcción del túnel es el siguiente:

i. Floculación

El tratamiento fisicoquímico proyectado consiste en una dosificación de floculante. En el tratamiento se realizará la adición de un reactivo que desestabilizará y aglomerará la materia coloidal para posteriormente decantar los sólidos producidos.

La preparación del floculante se realiza en un depósito de preparación de 4.000 litros y equipado con un agitador. Se añade por un lado el reactivo puro y por otro, agua a tratar. La dosificación se realiza mediante una bomba dosificadora de tipo pistón. El funcionamiento de dicha bomba se regula mediante una temporización.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales	**Identificación: PMF- 06**

Los reactivos requeridos por la instalación no se pueden dosificar en el modo en que son suministrados, sino que requieren una preparación previa a la dosificación.

ii. Decantación y separación de grasas

A la decantación llegan las aguas residuales con el floculante ya añadido. Dentro de la balsa de decantación, los fangos van decantando en su fondo mientras que el agua ya clarificada sale por una tubería hacia el ajuste de pH. La balsa está dividida en 5 departamentos, utilizándose los 3 primeros para decantación y separación de grasas. Las aguas entrarán en el primero de ellos e irán pasando sucesivamente por los otros dos, llegando finalmente al departamento de ajuste de pH. En este proceso quedarán los sólidos acumulados en la parte inferior de la balsa, mientras que las grasas se acumularán en la parte superior, pasando a la siguiente fase únicamente las aguas clarificadas.

iii. Ajuste de pH

La regulación de pH se realiza mediante la adición de HCl. La dosificación se controlará a través de pH-metro.

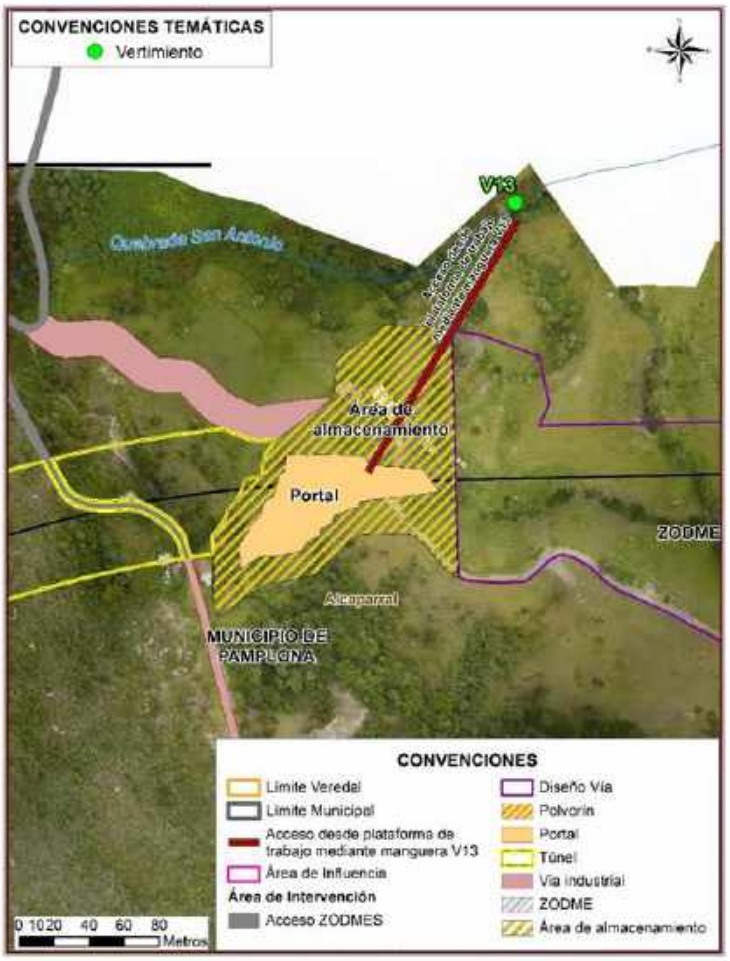
iv. Secado de lodos

El secado consiste en la misma unidad de tratamiento, el cual tiene las mismas características descritas en el secado de lodos del V10.

El agua será vertida directamente sobre la quebrada San Antonio siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015.

El sitio de tratamiento para las aguas del V13 se dispone dentro del área de almacenamiento, cercana a la quebrada San Antonio y ubicada en la entrada del portal norte del túnel, tal como se ve en la Figura F.3. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura F.3 Área de almacenamiento - Sitio de Tratamiento del agua industrial de túnel (V13-1) y aguas naturales de infiltración (V13-2)



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

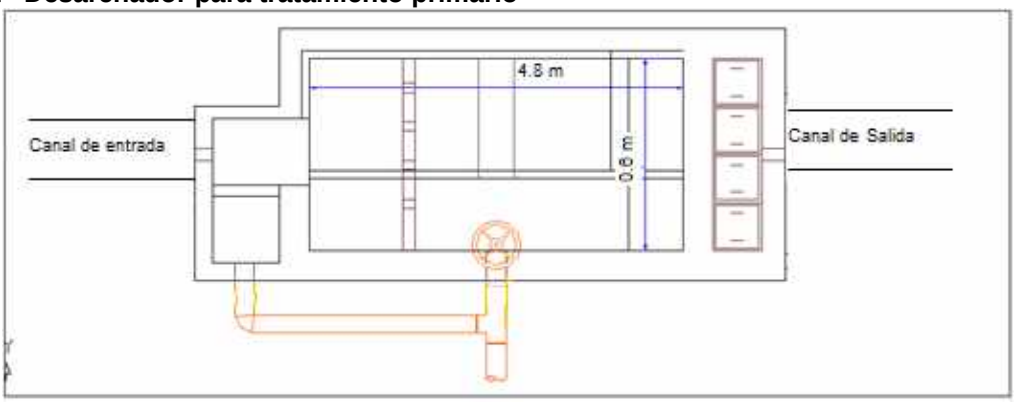
El sistema de tratamiento para las aguas del vertimiento V13-2, producto de las aguas naturales asociadas a la infiltración del túnel es el siguiente:

Sedimentación

La unidad sedimentadora debe permitir una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002).

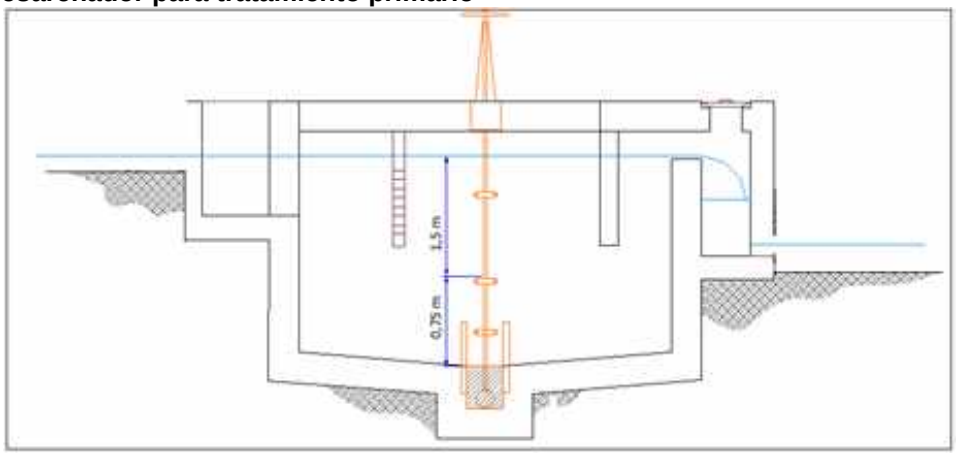
PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales	**Identificación: PMF- 06**

Planta - Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Perfil - Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Uso de terceros autorizados

En caso de presentar falla en los sistemas de tratamiento definidos para cada uno de los vertimientos de manera que no se cumpla con el estándar de calidad del agua establecido en la Resolución 631 de 2015, se debe asegurar la calidad del agua previo a su vertimiento. Una opción puede ser a través de terceros autorizados. En la Tabla F.3 se relacionan entidades licenciadas con cobertura en el área de influencia del proyecto:

Tabla F.3 Terceros autorizados en el tratamiento de aguas

EMPRESA	UBICACION	PERMISO AMBIENTAL
DESCONT S.A E.S.P	Bucaramanga	*Licencias Ambientales de la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB: -Resolución 0426 del 21 de mayo de 1999. -Resolución 0667 del 3 de agosto de 2004. -Resolución 0134 del 2 de febrero de 2005. *Licencia Ambiental de la Secretaria Distrital de Ambiente Alcaldía Mayor de Bogotá: -Resolución No. 4484 del 25 de mayo de 2010.
ALBEDO E.S.P	Bucaramanga	Resolución Cdmb No. 612 del 14 de julio de 2008
QuimiProyectos S.A.S	Bucaramanga	Resolución 00001615 de 2015

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Área para lavado de mixer (concreto / mortero) (V10)

No se realizará el lavado, reparación y mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria en la obra, salvo en el lugar dispuesto específicamente para tal fin.

El sitio de lavado deberá seguir el siguiente lineamiento:

- Zona de lavado, tratamiento y parqueo delimitadas y señalizadas
- Zona de lavado y tratamiento con superficie impermeabilizada.
  Ambas áreas deberán tener rejilla perimetral y cárcamo, puede ser independiente o uno solo para toda el área.
- El cárcamo deberá depositar el ARnD al sistema de recolección y tratamiento donde se realizará sedimentación.
- El cárcamo deberá tener la capacidad de contener todo el volumen de agua esperado durante las jornadas de lavado, no se permite que el cárcamo y sistema de recolección y pretratamiento se rebose.
- El cárcamo y caja de sedimentación deberá ser objeto de mantenimiento. El constructor deberá definir la frecuencia mediante la cual deba evacuar el contenido de la caja de sedimentación.
- Se recomienda que el área cuente con cobertura para evitar que la escorrentía tras un evento de lluvia aumente los caudales afluentes del sedimentador; también evitar así contaminación del agua lluvia, lo cual aumentaría los volúmenes de agua a tratar y verter.

A continuación, en la Tabla F.4 se especifican las coordenadas del polígono establecido para el área de lavado en la Unidad Funcional 1 (ver Figura F.4)

Tabla F.4 Coordenadas del área de lavado

Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
ESTE	**NORTE**
1159595,71	1307822,96
1159579,84	1307804,86
1159575,23	1307806,45
1159571,11	1307805,65
1159563,64	1307814,7
1159574,59	1307821,81
1159591,58	1307831,69

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales | **Identificación: PMF- 06**

Figura F.4 Área de lavado

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Aguas residuales domésticas

Durante la etapa de construcción, los frentes de obra contarán con baños portátiles, el número de baños portátiles a instalar será máximo de una unidad portátil por cada 15 personas tanto para hombres como para mujeres.

Fotografía F.1 Unidades sanitarias portátiles

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El manejo de las aguas procedentes de los baños portátiles estará a cargo de la empresa especializada que suministre los equipos. Ésta realizará dos mantenimientos semanales a las

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales | **Identificación: PMF- 06**

unidades sanitarias en uso, de acuerdo con lo establecido por la Asociación Internacional de Sanidad Portátil (PSAI) y se encargará de la disposición final de los residuos allí generados. Por lo anterior, no habrá vertimiento de aguas negras en los frentes de obra. La empresa que preste este servicio acreditará los permisos vigentes para su funcionamiento y para la disposición de las aguas residuales producto de los mantenimientos.

Kit antiderrame

La maquinaria y vehículos pesados deberán estar provistos del kit antiderrame móvil. Los frentes de trabajo deberán estar equipados con un kit antiderrame fijo, el cual deberá ubicarse en inmediaciones a los equipos que puedan derramar derivados de los hidrocarburos o cualquier sustancia química. Su ubicación y protocolo de uso deberá ser socializado ante el personal del frente de trabajo. Los elementos básicos que deberán equipar los kits antiderrames son los siguientes:

Tabla F.5 Elementos básicos del Kit Antiderrame fijo y móvil

EPP	Mascarilla de protección respiratoria, guantes (nitrilo, butilo, vitón, PCV), botas (resistentes a aceites), overol (manga larga), gafas de seguridad.
Delimitación y señalización	Cinta de perimetral, paletas (pare/siga)
Taponamiento	tapones de madera, martillo antichispa, cinta ductos, jabón barra
Contención – absorción	barrera absorbente (oleofílica, HazMat, Universal), plástico grueso, absorbente granulado
Confinamiento – recolección	Balde plástico y/o canecas, bolsas plásticas (de acuerdo al PMIRS establecido), palín antichispa, pala antichispa, recogedor, masilla epóxica.
Descontaminación	Agua, jabón y desengrasante biodegradable
herramientas de soporte operacional	Herramientas, linterna, manila, botiquín, silbato.
Formularios/documentación	Tarjeta de emergencias, hoja de seguridad, formularios de informe de incidentes / accidentes, guía de primera respuesta a emergencias.

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Si se presentan derrames accidentales de cualquier sustancia química incluidos derivados de los hidrocarburos se ejecutará la debida contingencia haciendo uso del kit antiderrame. Se llevará el registro de todos los derrames presentados, indicando la fecha, la razón, el sitio y la medida correctiva aplicada.

No se permitirá la utilización de aceites usados como combustibles de mecheros, antorchas, etc.

En caso de requerirse abastecimiento de combustible para la maquinaria y/o equipos en el frente de obra, este se realizará mediante la utilización de un carro cisterna para transporte de combustible que cumpla con la norma NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en la normatividad ambiental vigente.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales | **Identificación: PMF- 06**

Lugar de Aplicación

- Áreas para lavado de mixer (concreto / mortero)
- Puntos de vertimiento
- Puntos de sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Frentes de trabajo

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Conformación de áreas de lavado	X			Continuo	2	Mes	
Capacitaciones	X	X		Continuo	36	Mes	
Instalación de baños portátiles en frentes de obra	X	X		Continuo	36	Mes	
Mantenimiento de los baños portátiles instalados en los frentes de obra		X		Periódico	36	Mes	Semanal

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Suministro y mantenimiento de Sanitarios Portátiles (incluye mantenimiento por parte de la empresa que los suministra) *		140.400.000,00	-	140.400.000,00
Construcción Áreas de lavado		200.000.000,00		200.000.000,00
Total				340.400.000,0 COP

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)	Estado (M: Meta R: Resultado)	Valor	Unidades	Internalización	Registro de Cumplimiento

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO										
Subprograma: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales									**Identificación: PMF- 06**	
		E	**C**	**M**	**R**			**SÍ, NO**	**%**	
Baños requeridos	(# de baños portátiles instalados en frentes de obra / # de baños requeridos en frente de obra) *100		**X**	**X**		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	%	Sí	100	Registro del número de trabajadores y baños por frentes de obra
Mantenimiento baños	(m^3 de agua residual domestica recogida y dispuesta por operador autorizado / m^3 de agua residual doméstica) *100		**X**	**X**		Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	%	Sí	100	Registro de mantenimiento de los baños y registro fotográfico
Residuos líquidos	(Caudal de vertimiento agua residual no doméstica / Caudal de vertimiento agua residual no doméstica autorizado) *100		**X**		**X**	Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	%	Sí	100	Registro diario de volúmenes vertidos
Calidad del vertimiento	No de parámetros de calidad del vertimiento cumpliendo limite permisible / No de parámetros de calidad del vertimiento definidos en la normatividad		**X**		**X**	Excelente = 81-100% Bueno = 61-80% Regular = 41-60% Deficiente = ≤40%	%	Sí	100	Registro resultados de caracterización calidad del vertimiento

G. Manejo de fuentes hídricas. PMF-07

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de fuentes hídricas	**Identificación: PMF-07**

Objetivos

- Realizar un manejo adecuado de los recursos hídricos aprovechados por el proyecto, de acuerdo con la normatividad vigente, en relación con la ocupación de cauce, captación, transporte y uso del agua.
- Prevenir, minimizar y/o controlar los impactos que se producen sobre el recurso hídrico y las comunidades hidrobiológicas asociadas.
- Garantizar el adecuado manejo de las corrientes de agua superficial susceptibles de afectación por cruces sobre las mismas (captación, ocupaciones de cauce temporales y/o permanentes) con el fin de prevenir, mitigar y/o controlar los impactos potenciales a producirse sobre el recurso hídrico durante la etapa de construcción del proyecto.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida*			
		P	M	Cor	Com
Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	Captar los caudales previstos (2,57 L/s) y reglamentados mediante concesión de agua superficial debidamente otorgada por la Autoridad Ambiental competente.	X			
	Compensar por el uso del recurso conforme a lo establecido en el Decreto 2099 de 2016 (ver Plan de Compensación del 1%) o aquel que lo sustituya o derogue.				X
Alteración del cauce	Construcción de las estructuras de cruce con cuerpos de agua, evitando la alteración de la sección transversal de los cursos de agua por obras (4 alcantarillas)		X		
Modificación del hábitat y biota acuática	Evitar al 100% la afectación del recurso hidrobiológico	X			

*Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Manejo general de estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua

En la siguiente tabla se listan las obras hidráulicas a construir en los diversos cruces con cuerpos de agua para las cuales se solicitará ocupación de cauce.

Tabla G.1 Estructuras en corrientes hídricas superficiales - Ocupaciones de cauce

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión de la obra	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)	Este	Norte
UF-1-EJE 68-OH-00+100	OC_00+100	NN-25	Ø1.20m	1159615,94	1307972,55
				1159615,67	1307972,22

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO						
Subprograma: Manejo de fuentes hídricas					**Identificación: PMF-07**	
					1159624,77	1307964,60
					1159625,01	1307964,89
					1159628,61	1307961,87
					1159628,48	1307961,71
					1159626,40	1307961,11
					1159626,28	1307960,95
					1159623,60	1307963,20
					1159623,84	1307963,50
					1159614,74	1307971,12
					1159614,46	1307970,79
					1159612,93	1307972,07
					1159614,41	1307973,83
	UF-1-OH-56+325	OC_56+325	NN-25-1	Ø0.91m	1159707,51	1308028,26
					1159707,12	1308028,04
					1159717,35	1308009,83
					1159717,70	1308010,03
					1159720,40	1308005,23
					1159718,73	1308004,29
					1159716,04	1308009,09
					1159716,39	1308009,29
					1159706,15	1308027,50
					1159705,77	1308027,29
					1159704,79	1308029,03
					1159706,54	1308030,01
	UF-1-OH-56+840	OC_56+840	NN-27	Ø1.20m	1159700,99	1308473,13
					1159700,76	1308473,43
					1159705,83	1308477,25
					1159707,06	1308475,42
					1159702,09	1308471,68
					1159701,86	1308471,99
					1159684,00	1308458,54
					1159684,23	1308458,23
					1159684,07	1308458,11
					1159683,73	1308457,17
					1159683,55	1308457,24
					1159680,74	1308459,58
					1159680,72	1308459,78
					1159682,72	1308459,91
					1159682,88	1308460,03
					1159683,13	1308459,69
	UF-1-OH-57+030	OC_57+030	NN-27-1-1	Ø1.20m	1159649,87	1308639,95
					1159650,07	1308640,27
					1159652,78	1308638,57
					1159651,62	1308636,70
					1159648,91	1308638,39

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de fuentes hídricas | **Identificación: PMF-07**

					1159649,11	1308638,72
					1159638,08	1308645,61
					1159638,03	1308645,34
					1159636,06	1308645,70
					1159636,47	1308647,96
					1159638,44	1308647,61
					1159638,35	1308647,14
	UF-1-OH-V156	OC_V156	Sabanetas-14	Ø0.91m	1155899,32	1311068,14

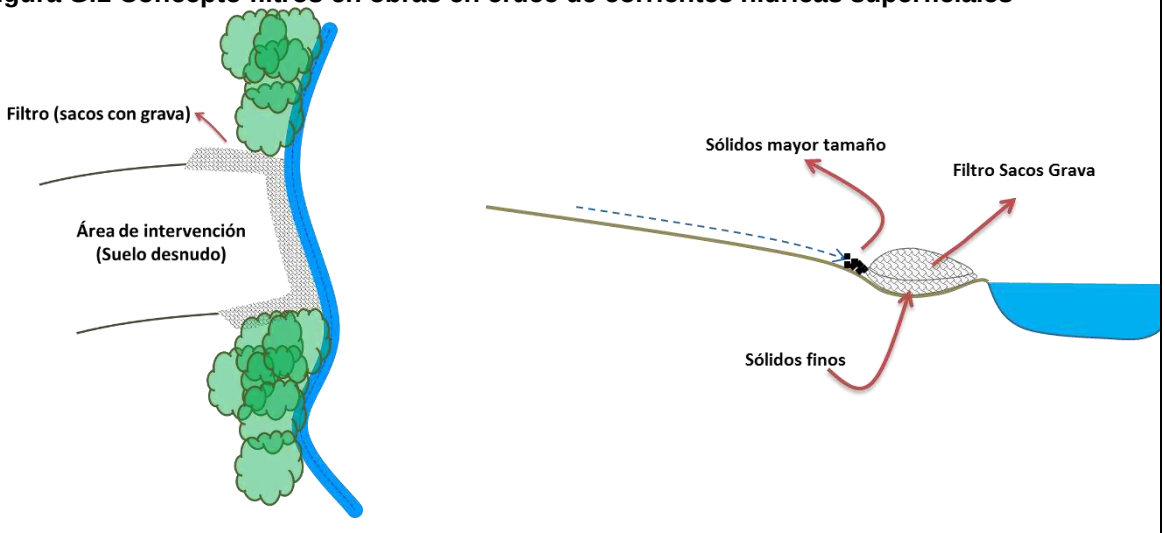
Fuente: Estudio de Hidrología, hidráulica y socavación, UF1.

Se realizará una caracterización de calidad del agua antes y durante la etapa de construcción en aquellas fuentes de agua que serán objeto de captación, vertimiento y/o ocupaciones de cauce. Las características del monitoreo se encuentran en detalle en el plan de seguimiento y monitoreo. Por tanto, se desarrollará de acuerdo con lo estipulado en la ficha de seguimiento SMF-06 sobre las corrientes hídricas susceptibles de alteración por las obras mencionadas anteriormente.

A continuación, se describen las medidas que aplican para aquellas fuentes en las que se prevé la construcción de obras de drenaje, en los puntos mencionados en la Tabla G.1.

Durante la construcción de las obras que cruzan cuerpos de agua, se debe instalar, aguas abajo de la construcción, una barrera filtro que contenga los sedimentos, pero permita el paso de la humedad. La barrera deberá estar conformada por sacos con grava (filtro), y localizada en cada obra (Ver Figura G.1). Esta barrera se instala con el objetivo de evitar la afectación de las corrientes con aportes de sedimentos derivados de los suelos desnudos del área de intervención asociada a las actividades constructivas; también evitará la migración de materiales provenientes de la construcción, garantizando la calidad de cada una de las corrientes a ser interceptadas.

Figura G.1 Concepto filtros en obras en cruce de corrientes hídricas superficiales



Igualmente, cada obra deberá aislarse con cinta y colombinas reflectivas donde haya intervención y/o excavaciones abiertas.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de fuentes hídricas	**Identificación: PMF-07**

Los sitios temporales de materiales de construcción deberán estar debidamente acordonados, contando con una cuneta perimetral que permita encauzar las aguas lluvias y conducirlas al sedimentador o las barreras sedimentadoras (en el caso de obras pequeñas como cunetas y alcantarillas), con el fin de evitar la alteración en áreas fuera del sitio de obra.

Las obras por construir contarán con cunetas perimetrales a su alrededor, con el fin de recoger las aguas de escorrentía y conducirlas hacia la barrera sedimentadora, para evitar el paso de sólidos.

Cuando ocurran vertimientos de aceites, grasas u otros hidrocarburos deberá atenderse la contingencia con el kit antiderrame, evitar los vertimientos de cualquier sustancia a las fuentes hídricas y suelo.

Antes de la intervención por parte de las obras constructivas del proyecto, deberán realizarse las adecuaciones, desviaciones y reconexiones de las tuberías, mangueras o derivaciones de agua existentes, de acuerdo con los usos (en especial los de consumo humano y doméstico). Lo anterior se hará de forma articulada con las autoridades municipales competentes.

Como otra medida se garantizará el discurrir de las aguas pasantes y la conectividad del recurso entre los puntos de inicio y final de la obra a ejecutar. Se debe realizar la desviación de las quebradas o drenajes mediante ataguías, donde se garantizará que dichas desviaciones se realicen en tiempos cortos, con bajas longitudes de desvío y la menor afectación de la calidad del recurso.

Protección y aislamiento de los cuerpos de agua cercanos a las obras hidráulicas para evitar el aporte de materiales

Se realizará mantenimiento de las cunetas y las barreras sedimentadoras, garantizando que cada una de estas estructuras cumpla con su función (evitar colmatación). Los sedimentos filtrados se dispondrán con terceros autorizados o en las ZODMEs.

Los materiales de excavación de cualquier tipo de obra de cruce con cuerpos de agua se almacenarán a una distancia como mínimo de 30 m de la margen del cauce de los cuerpos de agua y no permanecerán allí por más de un día, a fin de evitar el aporte de sedimentos a las fuentes cercanas; de la misma manera estarán cubiertos con malla geotextil o lona.

En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua.

El lavado de la maquinaria en ningún caso se efectuará sobre, o cerca, de los cuerpos de agua, dicho procedimiento se llevará a cabo en los sitios dispuestos para ello.

En los cuerpos de agua donde se identifiquen usos del agua por parte de la comunidad se hará un aviso previo, escrito y complementado con carteleras informativas comunicando las obras a ejecutar, los tiempos estimados y las medidas preventivas para tener en cuenta, destacándose las siguientes:

- Prever la recolección de agua para consumo doméstico, informando como mínimo con tres días

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de fuentes hídricas | **Identificación: PMF-07**

de anticipación a la actividad.

- La suspensión en la derivación de aguas para consumo doméstico por parte de la comunidad no podrá superar las 24 horas, cuando el tiempo demandado sea mayor, el contratista suplirá el suministro mediante carro tanque, a partir del segundo día de suspensión y durante el tiempo que dicha restricción se mantenga.

Posteriormente, cuando se haya finalizado la obra, la zona se entregará libre de Residuos de Construcción y Demolición - RCD, materiales o sistemas de sedimentación (sedimentadores o barreras sedimentadoras) garantizando la recuperación del 100% de las áreas del proyecto que sean afectadas por obras de cruces con cuerpos de agua.

Manejo de la captación

Para el desarrollo del proyecto en la UF1 se solicitará (1) concesión de agua superficial en la franja a captar del rio Pamplonita (Tabla G.2), cuyo uso industrial, será el siguiente:

- Riego de vías en época de verano
- compactación de terraplenes
- Obras civiles (pequeñas mezclas de concreto)
- Lavado de mixers
- Humectación de los RCD a aprovechar
- Lavado de llantas

Tabla G.2 Demanda de agua durante la construcción

Id	Nombre de la fuente	Este	Norte	Municipio	Caudal a Solicitar (l/s)
					Uso Industrial
C11	Río Pamplonita	1159590,269	1307799,218	Pamplona	2,57
		1159593,987	1307796,500		
		1159592,450	1307794,503		
		1159588,108	1307788,464		
		1159584,653	1307790,887		
		1159589,421	1307797,914		
		1159590,269	1307799,218		

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La captación de agua se solicita para la etapa constructiva que tendrá una duración de 3 años aproximadamente, por lo tanto, el consumo de agua para uso industrial será de 2,57 l/s, teniendo en cuenta que se prevé captar durante 18 horas del día y por 25 días al mes.

Sistema de captación y conducción

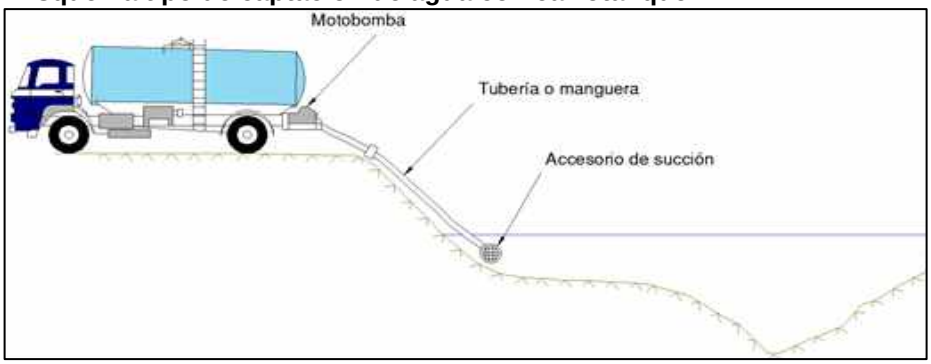
La captación de aguas se realizará mediante motobomba instalada sobre un carrotanque o vehículo cisterna, la cual se unirá a una manguera o tubería proveniente de la corriente de agua (Figura G.2) Dicha tubería contará con un accesorio en el extremo que impida la entrada de material de arrastre (GreenPower & INCON, 2012a).

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de fuentes hídricas | **Identificación: PMF-07**

Se captará estrictamente el caudal requerido para cada actividad. El registro se realizará a través de una bitácora en la cual se diligenciará el volumen captado por día. Cabe anotar que el agua que no sea utilizada se almacenará para posterior uso.

Figura G.2 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque



Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

El transporte del agua se realizará a través de carrotanque o vehículo cisterna (ver Fotografía G.1). Los carrotanques que se usen no ingresarán por ningún motivo a las fuentes hídricas superficiales.

Fotografía G.1 Descarga de agua desde el carrotanque

Fuente: http://www.H2O.com

Almacenamiento

Dado que en este tramo no se instalarán campamentos, el agua luego de ser captada será suministrada por el carrotanque o vehículo cisterna directamente en los frentes de obra.

Durante el proceso de inducción del personal se dictarán charlas sobre las acciones que los trabajadores deben tener en cuenta en sus actividades diarias para la realización de un uso adecuado y racional del recurso, tanto en el consumo general (aseo personal, por ejemplo), así como en el ámbito de sus funciones laborales (por ejemplo, el personal encargado de lavar la maquinaria y vehículos del proyecto).

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de fuentes hídricas | **Identificación: PMF-07**

En segundo lugar, como refuerzo a las charlas se dispondrán avisos alusivos al ahorro del agua en los frentes de obra donde se encuentre disponible el recurso.

En general se deberán tener en cuenta las siguientes medidas de manejo de aguas superficiales con el fin de prevenir los impactos sobre el recurso hídrico y el recurso hidrobiológico asociado:

- Realizar un manejo adecuado de los materiales de construcción y residuos sólidos de acuerdo con lo establecido en los proyectos respectivos (Manejo de materiales de construcción, manejo y disposición final de escombros, manejo de residuos sólidos)
- Se prohíbe el lavado de la maquinaria y equipo en los cursos de agua.
- No se deberá disponer en las fuentes hídricas ni en sus rondas ningún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, entre otros.
- De ser necesario, en los sitios donde se pueda generar alteración al ecosistema acuático, se ubicarán señales de prevención. Esta señalización deberá indicar la prohibición de arrojar o verter desechos de cualquier tipo, sólidos, líquidos, industriales o domésticos. Adicionalmente, se siguiere que, estas señalizaciones además de indicar prohibiciones, sean informativas y señalen la importancia de los cuerpos de agua, del cual dependen los recursos hidrobiológicos de la región.

Lugar de Aplicación

Sitios definidos para las captaciones, ocupaciones de cauce y frentes de obra.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Manejo general de las estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua		X		Continuo	36	Mes	
Mantenimiento y limpieza de obras hidráulicas		X		Periódico	36	Mes	Bimestral
Manejo de las captaciones y señalización		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Barrera sedimentadora compuesta por malla geotextil con soportes de madera*				6.978.006,00
Señalización				5.221.205,00

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO										
Subprograma: Manejo de fuentes hídricas							**Identificación: PMF-07**			
Total										12.199.211,00 COP
*Se asumen 3 metros lineales de construcción de barreras sedimentadoras por cada orilla de las fuentes hídricas que interceptará el área de intervención del proyecto.										
Indicadores de Seguimiento y Monitoreo										
Nombre Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo E: Eficacia C: Cumplimiento**		**Estado (M: Meta R: Resultado**		**Valor %**	**Un**	**Internalización**		**Registro de Cumplimiento**
		E	**C**	**M**	**R**			**SÍ, NO**	**%**	
Redes	(Números de redes adecuadas/número de redes intervenidas) *100		**X**	**X**		100	% / mensual	Sí	100	Actas y/o formatos de inspección de obra Registro fotográfico
Obras perimetrales	(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100		**X**	**X**		100	% / mensual	Sí	100	Actas y/o formatos de inspección de obra Registro fotográfico
Estructuras de manejo	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100	**X**		**X**		100	/ mensual	Si	100	Actas y/o formatos de inspección de obra Registro fotográfico
Puntos de captación	(l/s captado/ l/s aprobado por Autoridad Ambiental) *100		**X**		**X**	100	% / mensual			Actas y/o formatos de inspección de obra

H. Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas. PMF-08

Medidas de protección, mitigación y compensación por punto.

Pto Agua (*)	Usuarios	Control	Protección			Mitigación			Compensación
(ID PA)	(---)	Monitoreo	Demarcación Aislamiento	Zanja Perimetral	Tanque de protección	Repoblamiento Vegetal	Conducción y almacenamiento	Talud de recolección	como contingencia
UF1-PA01	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
UF1-PA11	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA12	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si
UF1-PA13	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA14	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si
UF1-PA15	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA16	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA17	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA18	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA21	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No
UF1-PA22	S/I	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA23	S/I	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No
UF1-PA24	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA25	Si	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si
UF1-PA26	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	Si
UF1-PA27	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No
UF1-PA28	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA29	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA30	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA31	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA32	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA33	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA34	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	No
UF1-PA35	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA36	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No
UF1-PA37	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA38	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA39	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA40	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA41	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA42	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA43	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA44	Si	No	No	No	No	No	No	No	No

(*) Para los puntos 2 a 10 aplican las medidas de manejo definidas para el túnel. Para los piezómetros, no incluidos en esta lista, sólo aplican medidas de monitoreo.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

Objetivos Generales

- Desarrollar actividades de protección, seguimiento y monitoreo a las aguas subsuperficiales y subterráneas presentes en el área de influencia del túnel.
- Implementar acciones físicas para evitar la disminución en calidad y disponibilidad del recurso hídrico por efecto de la construcción del túnel proyectado.
- Realizar un seguimiento riguroso al comportamiento del agua al interior del macizo rocoso para monitorear los resultados y si es necesario optimizar, el manejo dado a afectaciones originadas en actividades relacionadas con la construcción y operación del túnel.

Objetivos Específicos

Definir las medidas de manejo que permitan asegurar la estabilidad del recurso hídrico subsuperficial y subterráneo ante la ejecución de las obras para la construcción del Túnel de Pamplona, al igual que garantizar la continuidad en el acceso a las fuentes de aguas naturales para los usos que actualmente existan.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida [a]			
		P	M	Cor	Com
Alteración de las propiedades hidrológicas, hidráulicas y de calidad de las aguas subsuperficiales y subterráneas en la zona de influencia hidrogeológica del túnel	-Aplicar las actividades propuestas para la protección de las aguas subsuperficiales y subterráneas. -Garantizar que no se altere la calidad de las aguas naturales de la zona de influencia en el perímetro del túnel. -Mitigar el impacto de las excavaciones mediante la aplicación oportuna de las medidas de manejo establecidas.	X	X		X
Disminución del caudal en afloramientos de agua y en corrientes superficiales en la zona de influencia hidrogeológica del túnel.	-Mantener una disponibilidad del recurso hídrico asociado a los usos de agua existentes en la zona de influencia hidrogeológica del túnel.	X	X		X
Caída súbita en los niveles piezométricos.		X	X	X	X

[a]Tipo de Medida: P: Protección - Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Descripción hidrogeológica de la zona del túnel

- Descripción general del túnel

En sentido sur – norte, el eje del túnel bidireccional proyectado, de un carril en cada sentido, inicia en la coordenada 1.309.050 N – 1.157.608E, ubicada en el límite noroccidental del perímetro urbano del municipio de Pamplona, sobre el acceso norte de la glorieta Pamplona 1, y localizada a aproximadamente 200 m al noroccidente del acceso principal de la Universidad de Pamplona. Desde este punto, en el cual la vía proyectada genera la primera intersección a nivel con la vía existente Bucaramanga – Pamplona, el recorrido de la vía proyectada atraviesa las veredas de Sabaneta Alta y Alcaparral en sentido Occidente – Oriente con la construcción del túnel cuyos portales de entrada y salida se encuentran localizados uno en cada Unidad territorial Menor (PK60+075.36– Vereda Sabaneta Alta y PK58+745.00 – Vereda Alcaparral).

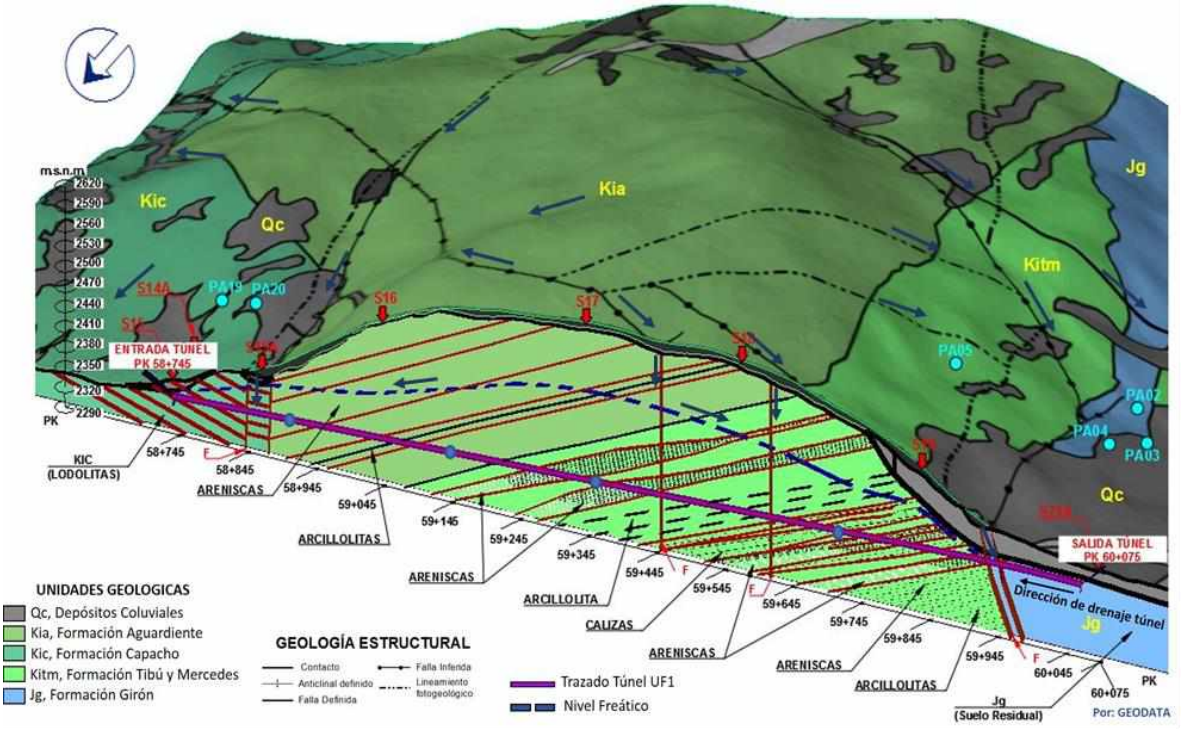
- Caracterización hidrogeológica del área del túnel

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

La hidroquímica indica que los puntos de agua observados en la zona del túnel presentan una gran variedad de concentraciones en casi todos los elementos evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental, indicando una circulación muy variable influenciada por un flujo que podría representar recorridos a lo largo de las distintas formaciones geológicas presentes (Fm. Girón, Fm Aguardiente, Fm Tibú-Mercedes, Fm. Capacho, depósitos cuaternarios), así como a través de las fracturas, fallas y posibles elementos estructurales que permiten una rápida mezcla entre diferentes zonas saturadas o semisaturadas.

Figura H.1 Bloquediagrama Túnel Pamplona (perspectiva tridimensional)



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los datos de los parámetros físicoquímicos obtenidos en el terreno, indican valores de conductividad eléctrica relativamente bajos y en su gran mayoría comprendidos entre 20 y 430 microS/cm, evidenciando en general la presencia de flujos subsuperficiales con circuitos cortos con poca interacción con la matriz sólida de la zona fracturada.

Acciones a Ejecutar

MEDIDAS DE PREVENCIÓN – PROTECCIÓN

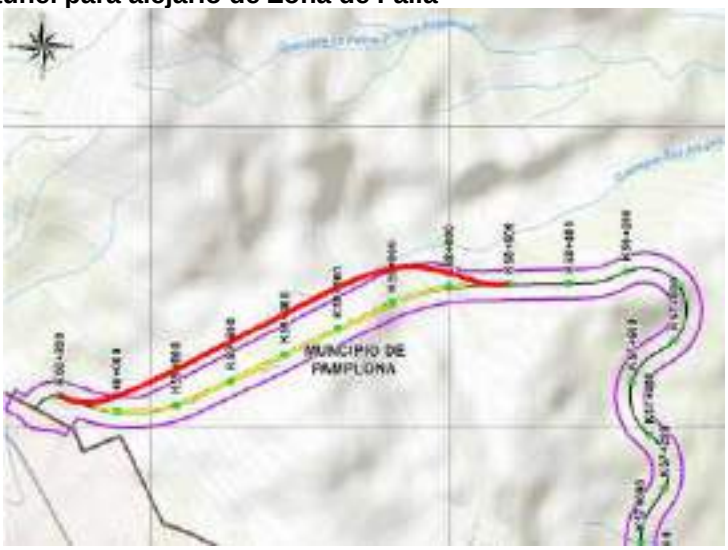
La principal medida de prevención se aplica en las primeras etapas de diseño, específicamente en el diseño geométrico del túnel. En el caso del túnel de Pamplona se decidió desplazar hacia el SE el trazado original, con el propósito de retirarlo de la zona de falla regional que discurre en dirección E-W y que conforma el valle estructural donde aflora una fuente utilizada en el sector de Cristo Rey. Este desplazamiento del trazado disminuye sensiblemente la potencial afectación del túnel sobre su entorno al construirse en una zona menos afectada tectónicamente respecto a su posición original.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

En la Figura H.2 se presenta visualmente la explicación del desplazamiento del diseño del eje del túnel, consistente en un corrimiento de 90 metros en promedio a partir de la línea roja que muestra el alineamiento considerado originalmente, hasta el alineamiento definitivo por la línea amarilla.

Figura H.2 Corrimiento del túnel para alejarlo de Zona de Falla



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación más efectivas encaminadas a disminuir la potencial afectación que la obra subterránea pudiera ejercer sobre los diferentes puntos de agua y recursos hídricos presentes en superficie, son aquellas que se planifican y ejecutan simultáneamente con la construcción del túnel.

Según los resultados de estas medidas y eventuales hallazgos de conductos saturados de mayor tamaño al esperado (caudales más altos a los caudales críticos, que se encuentren en las perforaciones de avanzada), se prevén también medidas de mitigación contingentes.

En este sentido se indican a continuación las medidas de mitigación consideradas para el túnel de Pamplona.

Medidas de Mitigación Estándar

1. **Excavación parcial o por etapas en terrenos de calidad geotécnica pobre a muy pobre (RMR<45), incluidas zonas de falla.**

El túnel de Pamplona está constituido principalmente por lodolitas, arcillolitas y areniscas meteorizadas afectadas por zonas de cizalla, así como suelos residuales que en mayor o menor grado integran las formaciones geológicas que serán interceptadas por el túnel (Kic, Kia, Kitm y PDo).

Las posibles medidas de mitigación aplicadas se relacionan directamente con los procedimientos constructivos, desde dos variantes, una del propio proceso de la voladura y otra del cambio de metodología constructiva.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

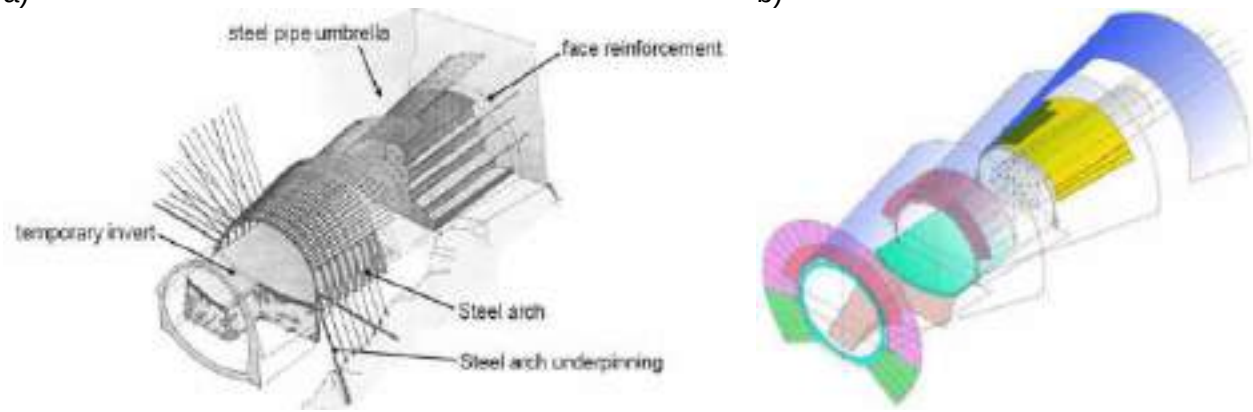
Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

Para minimizar la aureola de perturbación alrededor del túnel y asegurar la estabilidad de la excavación en estos terrenos complejos y con potencial drenante, la excavación se podrá ejecutar mediante avances en sección completa con pases de entre 0,5 a 1,0 m de longitud, disminuyendo las cargas efectivas de material explosivo y adaptando en lo posible los esquemas de tiro, o en su caso mediante medios mecánicos, dependiendo de las condiciones reales observadas en el frente de trabajo. Podrá optarse por avances bajo paragua de micropilotes en clave, de hasta 12m de longitud, que den soporte a la clave y hombros del túnel. Todo ello previa inspección y evaluación de los frentes diariamente por parte de personal facultado en la toma de decisiones del equipo de construcción.

En la Figura H.3 se muestra una secuencia esquemática que ilustra de manera general el proceso por etapas antes descrito y en la Figura H.4 se muestra una sección tipo específica considerada para el túnel de Pamplona con sistema de ejecución TIPO NATM (sección SC-Va).

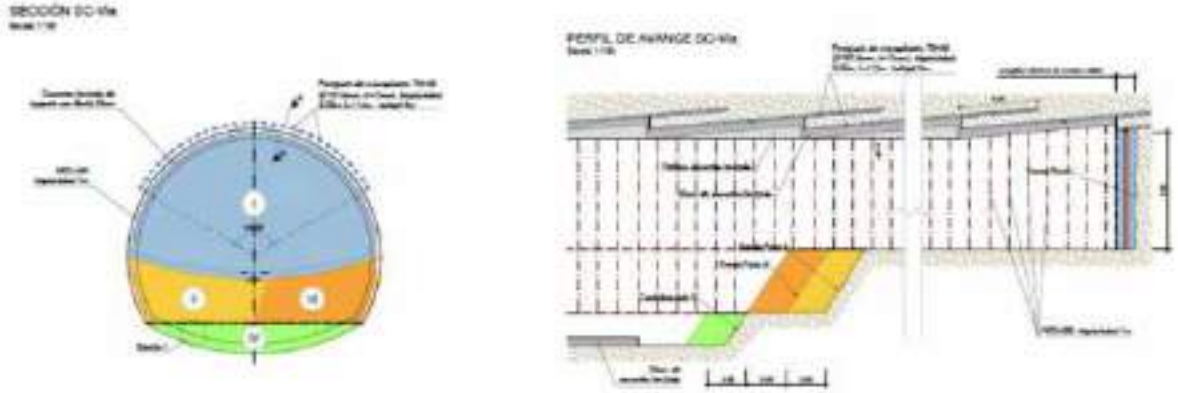
Figura H.3 (a y b) Secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy mala calidad geotécnica. NATM

a) b)



Fuente: Geodata S.p.A.

Figura H.4 Túnel de Pamplona, sección tipo SC-VIa, secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy pobre calidad geotécnica (arcillolitas). NATM



Fuente: Informe IX Túnel Pamplona (UF1), Geoconsult, 2018

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

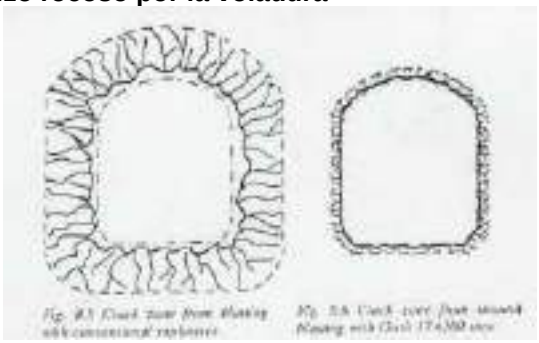
2. Excavación con técnica especial de voladuras para terrenos de calidad geotécnica regular (45<RMR<60), buena (60<RMR<75) y muy buena (RMR>75).

En el túnel de Pamplona estos terrenos lo constituyen principalmente los diferentes niveles de areniscas consolidadas que integran en mayor o menor grado las formaciones geológicas que serán interceptadas por el túnel, especialmente la formación aguardiente (Kia) y en menor proporción la formación Tibu-Mercedes (Kitm).

Para el abatimiento de la roca en terrenos de calidad regular hasta muy buena, se utilizará la técnica conocida como "smooth blasting" o voladuras lisas, la cual prevé, entre otros aspectos, el uso de cargas desacopladas, según esquema de tiro adoptado y menor cantidad de explosivo por metro lineal en aquellos barrenos ubicados en el perímetro del túnel (incluso uso de precorte), que finalmente determinarán la línea de excavación. Esto con el propósito de limitar o controlar la zona de fracturación debida a la propagación de la onda explosiva en el macizo rocoso. Limitando de esta manera la extensión de la zona de fracturación o perturbación en torno al túnel excavado y en consecuencia el efecto drenante del mismo.

En la Figura H.5 se ilustra esquemáticamente el efecto de la onda explosiva en un macizo rocoso cuando se utilizan explosivos convencionales y explosivos desacoplados previstos en las voladuras lisas (smooth blasting).

Figura H.5 Fracturamiento del macizo rocoso por la voladura



Fuente: Indumil.

3. Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel.

Con el objetivo de evitar la existencia de conductos de flujo directo que puedan generar un drenaje de las aguas del macizo hacia el túnel, se prevé la clausura de los piezómetros en el tramo inferior de 20 metros sobre la cota clave del túnel, de manera previa al inicio de las excavaciones.

La clausura de la franja inferior de los piezómetros se realiza mediante la intrusión de una lechada de concreto con aditivo retardante y aditivo impermeabilizante, de tal forma que se selle completamente el ducto generado al interior del tubo en la sección de interés.

La estrategia aquí planteada, además de evitar filtraciones hacia el túnel, permite dar continuidad y estabilidad operativa a los piezómetros, de tal forma que sean viables las campañas de monitoreo.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

Medidas de Mitigación Contingentes

Se realizan sólo en el caso que los caudales de infiltración superen los caudales críticos y que las medidas estándar de mitigación no sean suficientes para controlar la filtración de aguas desde el macizo, por encima de dichos caudales críticos. Es necesario tener presente que los bajos caudales de infiltración que se esperan a medida que se avanza mediante los métodos de excavación previstos, permiten suponer que las medidas estándar serán efectivas para lograr mantener un nivel de sello hidráulico razonable en las paredes del túnel.

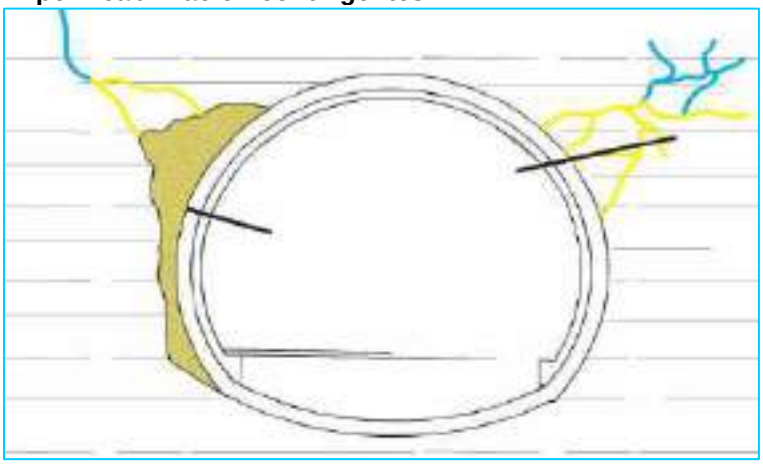
Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso.

No obstante, lo antes indicado, una medida de choque para mitigar un eventual efecto drenante significativo del túnel sobre su entorno consiste en el tratamiento a través de inyecciones de las zonas de falla y/o zonas más fracturadas a través de las cuales se detecten o se observen flujos puntuales significativos.

En el presente documento se propone un protocolo para implementar las eventuales medidas de impermeabilización relacionadas con inyecciones en los sitios hidrogeológicamente más críticos, sin entrar en el diseño particular de las mismas.

Como esquematización conceptual de este procedimiento, se presenta en la Figura H.6 un dibujo con la representación del llenado de fisuras como sello hidráulico, donde se muestra en amarillo el material que se inyecta para generar el sello y en azul el volumen de agua retenido en las fisuras al interior del macizo gracias al sello aplicado. En color café se observa un eventual relleno estructural del cuerpo del túnel el cual se utiliza como elemento constructivo mas no como sello hidráulico.

Figura H.6 Inyecciones de impermeabilización contingentes



Fuente: Concol 2016

Consideraciones Generales de las inyecciones de impermeabilización

En los sectores de excavación del túnel Pamplona en los cuales de acuerdo con el modelo geológico, geomecánico e hidrogeológico se prevé la presencia de zonas de fallas, zonas más fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad del macizo rocoso a través de las cuales se pueden instaurar flujos significativos con el potencial de abatir el nivel piezométrico y afectar los recursos hídricos subterráneos y/o superficiales, se recomienda mantener una especial atención a los caudales de infiltración encontrados pues es en aquellas zonas donde se podría evidenciar con mayor probabilidad

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

un aumento del caudal de infiltración por encima del caudal crítico del tramo. Los sectores potencialmente críticos son reportados en la Tabla H1a. Los caudales críticos en términos de m3/día se reportan en la Tabla H1b.

Tabla H.1 Tramos de túnel de Pamplona donde de acuerdo con el perfil geológico y geotécnico se prevé encontrar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad.

a) Tramos más críticos

PK Inicial	PK Final	Longitud Tramo	Cobertura
(m)	(m)	(m)	(m)
K58+745,00	K58+890,00	145	<=50
K59+450,00	K59+480,00	30	>50 (210m)
K59+610,00	K59+640,00	30	>50 (201m)
K59+640,00	K59+756,00	116	>50 (176m)
K59+912,00	K59+940,00	28	<=50

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

b) Caudales críticos por tramo para el túnel de Pamplona.

Abscisa inicial (m)	*Abscisa Final (m)*	*Longitud (m)*	*Q. Crítico m3/día/10m*
K58+745,00	K58+755,00	10	N/A
K58+755,00	K58+780,00	25	55
K58+780,00	K58+810,00	30	69
K58+810,00	K58+850,00	40	83
K58+850,00	K58+880,00	30	4
K58+880,00	K58+885,00	5	90
K58+885,00	K58+890,00	5	142
K58+890,00	K58+905,00	15	63
K58+905,00	K58+970,00	65	29
K58+970,00	K59+100,00	130	29
K59+100,00	K59+160,00	60	76
K59+160,00	K59+220,00	60	100
K59+220,00	K59+270,00	50	54
K59+270,00	K59+340,00	70	131
K59+340,00	K59+370,00	30	61
K59+370,00	K59+450,00	80	134
K59+450,00	K59+480,00	30	60

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

K59+480,00	K59+540,00	60	8
K59+540,00	K59+610,00	70	55
K59+610,00	K59+620,00	10	166
K59+620,00	K59+640,00	20	7
K59+640,00	K59+756,00	116	186
K59+756,00	K59+812,00	56	122
K59+812,00	K59+862,00	50	115
K59+862,00	K59+912,00	50	90
K59+912,00	K59+940,00	28	55
K59+940,00	K60+075.36	135.36	N/A

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La identificación preventiva de estas zonas de falla y/o zona de mayor fracturación que eventualmente interconecten zonas saturadas y semisaturadas con el túnel, se muestran en el perfil geológico e hidrogeológico en el EIA. Se recomienda que estas zonas potencialmente críticas sean sistemáticamente controladas durante el avance de la excavación, mediante observación directa de cada nuevo frente, por personal especializado del equipo de construcción, con levantamiento de una ficha de control de las distintas observaciones como diaclasas, presencia de agua, RMR, RQD, juntas y demás aspectos a tener en cuenta. En determinado caso, ante situaciones de importante existencia de caudal de infiltración, podrían llegar a realizarse perforaciones exploratorias ejecutadas por delante del frente, que permitan la verificación directa de la presión y cantidad de agua presente en el macizo.

En el caso que se requieran las intervenciones de impermeabilización a través de inyecciones en las zonas de falla, zonas fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad presentes en el macizo rocoso, donde la presencia de las filtraciones de agua sean notorias (según umbrales de caudales críticos), se debe prever el uso de diferentes tipos de lechadas estables de baja densidad y con grado de fluidez variable, de acuerdo a la permeabilidad del terreno tratado; utilizando cemento ordinario para permeabilidades de altas a medias y microcementos de granulometría adecuada para permeabilidades medias a bajas.

Protocolo propuesto de aplicación de las inyecciones

Considerando el hecho que la aplicación de inyecciones implica la inclusión de materiales ajenos al macizo rocoso y aunque el nivel de contaminación de estos es considerado bajo, de todas formas, en los tramos de túnel previstos en la Tabla H.1 resulta conveniente limitar su uso a aquellos sectores que realmente lo requieran, en caso de que se haga indispensable su implementación.

Con este propósito se propone a continuación un protocolo de aplicación de las inyecciones, que toma en cuenta las reales condiciones geológicas, estructurales, hidrogeológicas y constructivas encontradas durante la excavación del túnel. Este protocolo es aplicable tanto en suelo como en roca, en aquellas condiciones donde se detecte que sea necesario aplicarlas por problemas de sostenimiento del frente de excavación o por ser actuaciones necesarias para preservar condiciones hidrogeológicas actualmente presentes.

I. Paso 0, Aseguramiento de la excavación. De acuerdo con el tipo de terreno encontrado y el agua de infiltración presente entre el frente de excavación y los últimos 10 m de túnel excavado (incluido el frente mismo), se procede

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

a asegurar el tramo de túnel excavado mediante la instalación oportuna del soporte o sostenimiento previsto en el diseño o el que se considere luego del levantamiento geomecánico realizado por personal calificado.

II. Paso 1, Caso en el cual no se considera necesario el uso de inyecciones. Se da en el caso de que no se presente flujo de agua proveniente del macizo rocoso o esta sea muy escaso, donde se tenga un caudal observado por debajo de los parámetros que definen el caudal crítico. No se considera necesario realizar ningún pretratamiento del terreno y se podrá continuar con la excavación de este tramo de túnel.

III. Paso 2, Caso en el cual se debe proceder con la implementación de inyecciones. Si esto se requiere por la presencia de agua existente en el avance, donde se presente un flujo de agua con un caudal mayor al caudal crítico del tramo (definido precedentemente) proveniente del macizo rocoso o terreno, se deberá proceder con la aplicación de inyecciones de acuerdo con el diseño que para tal efecto haya sido considerado, esto, antes de dar continuidad a la excavación o avance del túnel. El diseño de las inyecciones, deberá tomar en cuenta el tipo de terreno o macizo rocoso encontrado y la presencia de agua proveniente del mismo. Se deben definir con claridad como mínimo los siguientes aspectos: a) extensión de la aureola de impermeabilización alrededor de la excavación, b) cantidad de barrenos a ejecutar en el perímetro de la excavación (distancia radial entre barrenos), c) longitud, diámetro, traslapes, direccionalidad e inclinación de los barrenos, d) diseño de la mezcla a emplear (tipos de materiales a emplear, granulometría, relación A/C, control de calidad, entre otros), parámetros y criterios de inyección (caudal, volumen, presión, entre otros), metodología de inyección (ascendente, descendente, entre otros), registros de parámetros de inyección, definición de los equipos de inyección (perforadora, bombas, mezcladores, circuitos de inyección, obturadores, entre otros). e) Las inyecciones se realizarán hasta alcanzar la condición de que el flujo remanente de agua no supere el caudal crítico (Qremanente <= Qcrítico) o hasta que la presión de inyección de la lechada en la última perforación realizada de máximo 6 m de longitud, sobrepase la presión inicial de la primera inyección ejecutada en el área, con flujo de agua superior al caudal crítico, en un 75%.

Durante la construcción del túnel por cada frente de excavación, se clasificará geomecánicamente el macizo rocoso o terreno encontrado (p.e. utilizando RMR, Q). Mientras que, en superficie, se recomienda, realizar simultáneamente el monitoreo previsto en los puntos de agua y cursos de aguas superficiales que integran la red de monitoreo.

Igualmente se realizará por parte del área de ingeniería la medición del caudal de infiltración con determinación de parámetros fisicoquímicos in situ para estas aguas (conductividad, PH, temperatura, ORP, oxígeno disuelto), a través de las perforaciones con barreno ejecutadas para las voladuras. Sin embargo, se tendrá presente no interferir con las actividades del frente de excavación, así como realizar las pruebas in situ preferiblemente en horas de relevo.

Todos los datos recopilados deben ser analizados integralmente como mínimo cada 50 m de túnel excavado; esto con el objeto de retroalimentar las previsiones realizadas en los estudios hidrogeológicos, particularmente en lo que respecta a la actualización de los caudales críticos. Las inyecciones previstas pueden ser optimizadas durante la excavación del túnel con base en las reales condiciones geológicas e hidrogeológicas encontradas, debidamente evidenciadas y analizadas.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

En el supuesto poco probable de que no sean efectivas las medidas de mitigación definidas, se prevén medidas de compensación estándar y medidas de compensación contingentes.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

La Tabla H.2 ilustra la estrategia de intervenciones a prever para la compensación del riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia de la afectación de los recursos hídricos. Estas intervenciones se deben enfocar de acuerdo con el uso que tengan los afloramientos de agua y el potencial de afectación de acuerdo con la metodología DHI.

Tabla H.2 Descripción del tipo de intervención en relación con la probabilidad de impacto atribuida a los puntos de agua analizados

Clase DHI	Probabilidad	Intervención sugerida
1	despreciable	Ningún tipo de intervención prevista
2	baja	Prever el diseño de intervenciones o estrategias que permitan el aprovisionamiento de agua potable alternativo de emergencia y transitorio de acuerdo con el uso que la comunidad les da a las fuentes de agua.
3	media - alta	Prever el diseño de intervenciones o estrategias que permitan el aprovisionamiento de agua potable alternativo permanente de acuerdo con el uso que la comunidad les da a las fuentes de agua.

Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

Las intervenciones sugeridas han sido clasificadas como intervenciones de emergencia, transitorias y definitivas.

a. Las intervenciones de emergencia permiten el aprovisionamiento provisional con fuentes alternas (p.e. carrotanques), pueden ser previstas también como medidas de mitigación sólo para los puntos de agua clasificados con probabilidad de impacto bajo (DHI=2).

b. Las intervenciones transitorias contemplan la conexión a redes de acueducto existentes, una vez conocida la real magnitud del impacto. Este tipo de intervención se prevé sólo para los puntos de agua clasificados con impacto bajo (DHI=2). Mientras se aplica la medida transitoria bien podría continuar operando la utilización de vehículos cisterna con una frecuencia establecida a un plazo definido.

c. Las intervenciones de aprovisionamiento de agua como alternativa permanente contemplan la conexión a nuevas fuentes o nuevas redes, para ser construidos en el caso que las condiciones lo ameriten, una vez conocida la real magnitud del impacto. Este tipo de intervención se prevé sólo para los puntos de agua clasificados con impacto medio a alto (DHI=3). Una medida transitoria bien podría convertirse en una solución definitiva si la disponibilidad del recurso hídrico satisface la demanda o servir de paliativo mientras se aplica la medida permanente.

1. Medidas de compensación convencionales

Conexión a acueductos veredales

La primera medida corresponde a implementar o mejorar la conexión al acueducto veredal o distrito de riego más cercano. Esto implica verificar con el proveedor las condiciones y nivel de servicio disponibles. El costo será el equivalente a una conexión domiciliaria que actualmente está alrededor de $300.000 por punto de consumo. Para la conexión se tendrá en cuenta el levantamiento de redes existentes realizado como parte de este EIA.

Conexión a otras fuentes puntuales

La segunda medida corresponde a implementar o mejorar la conexión a otra fuente de suministro de agua aledaña. Esto implica trasladar la conexión afectada hacia otro punto de agua disponible, lo cual se realizaría sobre puntos de agua

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

cercanos ya identificados o incluso más aguas arriba de los límites del área de influencia. El costo de la intervención se determina en $410.000 por conexión, suponiendo que se realice una adecuación en la obra de captación y una larga extensión en manguera.

Otras medidas de compensación

Según sea necesario implementar medidas de compensación y de acuerdo con las condiciones de negociación con la comunidad, se propone considerar otras posibles medidas que pueden aplicarse en caso de no ser viables las dos medidas indicadas anteriormente.

-Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.
-Traslado de bocatomas (proveedores locales).
-Mejora en sistemas de suministro y almacenamiento.
-Control de pérdidas en redes de distribución existentes.

Las medidas citadas requerirán para su implementación viabilidad técnica y económica avalada por parte del Concesionario.

Alternativas especiales de aprovisionamiento de agua

En el caso del túnel de Pamplona existen por lo menos dos fuentes de aprovisionamiento de agua que pueden ser utilizadas como medidas compensatorias en el caso que las circunstancias lo requieran, tanto de carácter provisional o como de carácter permanente. Estas fuentes son:

a. Aprovisionamiento de agua proveniente de la excavación del túnel. Para este caso específico se puede llegar a utilizar bien sea el agua drenada durante el proceso constructivo o el agua proveniente de perforaciones específicas ejecutada en el interior del túnel. Siempre que sea posible se recomienda utilizar el agua derivada del segundo caso, dado que al ser un flujo puntual es posible conducirlo directamente hasta la zona de acopio o tratamiento evitando su contaminación con el agua industrial, facilitándose de esta manera su depuración o tratamiento en el caso que fuera necesario aplicarlo.

b. Aprovisionamiento de agua del punto identificado como UF1-PA09. Ente punto de agua se ubica hacia el portal oriental del túnel Pamplona. No se prevé una afectación significativa sobre este punto de agua debido a la excavación del túnel. Se trata del punto con el mayor caudal medido en toda la zona de estudio (Q>2 l/s). Actualmente se encuentra subutilizado debido a que en la zona existen acueductos veredales como fuente primaria. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este punto es un afluente importante de la quebrada San Antonio.

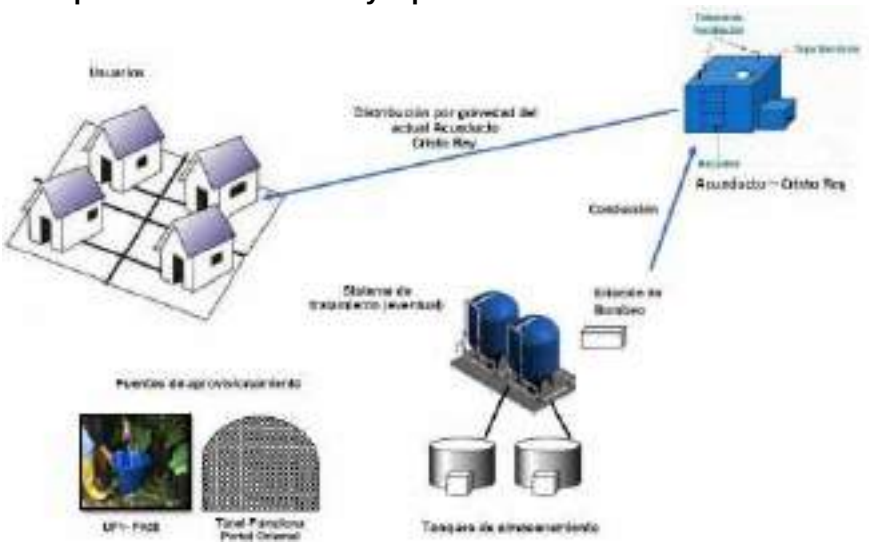
De acuerdo con la inclinación de la pendiente del túnel Pamplona el agua que se capte en su interior o que sea drenada durante su excavación fluirá hacia el portal nororiental, y considerando que el punto de agua UF1-PA09 se ubica en cercanías del mismo portal, es posible establecer un sistema similar al mostrado en la Figura H.7, el cual serviría sólo en el caso de ser necesaria, como medida permanente para el suministro de agua en caso de evidenciarse un impacto significativo en los recursos hídricos a causa de la excavación del túnel de Pamplona.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

En la Figura H.8 se muestran los principales puntos que integran la medida de compensación prevista como medida permanente.

Figura H.7 Medidas de compensación transitorias y/o permanentes



Fuente: Adaptación del sistema implementado en el Túnel 8, Ruta del Sol, 2018 (Cortesía gestión ambiental Túnel 8).

Figura H.8 Medidas de compensación estándar transitorias y/o permanentes

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

2. Medidas de Compensación Contingentes

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

En el caso que las medidas hasta ahora expuestas sigan siendo insuficientes para dar continuidad del abastecimiento del agua a puntos de la zona de influencia, o se hagan muy difíciles de implementar, se propone utilizar otras fuentes alternas de agua natural.

a. Utilización de aguas de la laguna de Borrero.

Esta es una fuente alterna de agua natural consistente en la quebrada que nace en la laguna de Borrero localizada a 2.1 km del proyecto, según el esquema que se presenta en la Figura H.9

En dicha figura se observa el punto potencial de captación a la salida de la laguna de Borrero, a una cota de 2471 msnm, una línea de bombeo (en rojo) de 656 metros resaltada en rojo hasta un tanque elevado a una altura de 2821 msnm, y desde allí una conducción por gravedad de 2024 metros (en azul) hasta la zona donde se encuentra la captación de Cristo Rey, a una cota de 2548 msnm, donde se empalmaría con el sistema existente.

Figura H.9 Esquema hipotético de una posible utilización de aguas de la laguna de Borrero

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Aunque es muy improbable que se llegue a requerir una compensación de esta magnitud, se plantea esta situación como un evento exclusivamente contingente ante eventualidades no considerados dentro del Estudio de Impacto Ambiental, correspondiendo estas fundamentalmente a fenómenos naturales o sociales a escalas no previsibles.

Es de tener en cuenta que actualmente la empresa de acueducto de Pamplona “Empopamplona S.A. E.S.P.”, cuenta con capacidad instalada para servir la zona de la Ciudadela Simón Bolívar, donde se encuentran los Barrios Cristo Rey, Simón

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

Bolívar y Juan XXIII entre otros. Sin embargo, por manejo de redes internas de los barrios aún se cuenta con conexiones directas a fuentes naturales.

b. Instalación de micropresas en cauces para aumentar la recarga.

En el caso en que se verifiquen descensos acelerados en los niveles piezométricos medidos sobre el túnel, se propone además de todas las medidas ya indicadas, instalar micropresas elaboradas con sacos de suelo-cemento o bolsacretos, a intervalos de entre 20 y 30 metros y con alturas de 1.5 m, sobre los cauces principales asociados a las escorrentías superficiales en el área sobre el túnel, con particular énfasis en el cauce alto de la quebrada San Antonio, de tal forma que las escorrentías superficiales generadas por eventos de lluvias sean retenidas el mayor tiempo posible sobre el material coluvial con lo que se aumenta la infiltración a través de dicho material hacia la zona de recarga en dirección vertical hacia la zona fracturada del macizo.

Lugar de Aplicación

Túnel de Pamplona

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Realinemiento del Túnel (Ejecutado)	**X**			Continuo	**12**	Mes	
Excavación parcial o por etapas (Método Constr.)		**X**		Continuo	**12**	Mes	
Excavación con técnica especial de voladuras (Método Constr.)		**X**		Continuo	**12**	Mes	
Relleno de los piezómetros		**X**		Continuo	**2**	Mes	
Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso		**X**		Periódico	**12**	Mes	
Medidas de compensación convencionales		**X**	**X**	Temporal	**36**	Mes	Mensual
Alternativas especiales de aprovisionamiento		**X**	**X**	Periódico	**36**	Mes	
Utilización de aguas de la laguna de Borrero.		**X**		Continuo	**6**	Mes	
Instalación de micropresas		**X**		Continuo	**6**	Mes	
Monitoreo de calidad de aguas (análisis hidroquímicos y de calidad). No aplica para PMA. Se especifica en PSM	**X**	**X**	**X**	Periódico	**3**	Mes	1 en cada etapa (P/C/A*)
Monitoreo de niveles y caudales. No aplica para PMA. Se especifica en PSM	**X**	**X**	**X**	Periódico	**48**	Mes	Mensual

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono.

Responsable de la Ejecución

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Túnel**

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Medidas De Prevención – Protección				
Realineamiento del Túnel (Ejecutado)				$0
Medidas de Mitigación Estándar				
Excavación parcial o por etapas (Método Constr.)				$0
Excavación con técnica especial de voladuras (Método Constr.)				$0
Relleno de los piezómetros		$19,181,000		$19,181,000
Medidas de Mitigación Contingentes				
Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso ($/m)		$8,316,000		Ver Nota 1
Medidas de Compensación Estándar				
Medidas de compensación convencionales		$104,835,000		$104,835,000
Alternativas especiales de aprovisionamiento		$181,340,000		$181,340,000
Monitoreos (Costos aplican en Plan de Seguimiento y Monitoreo - PSM)				
Monitoreo de 8 Piezómetros en Túnel.		*$124,502,913*		
TOTAL (Sin monitoreos)				**$305,356,000 (Ver Nota 1)**

Notas:

1. **Los costos totales de Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso dependerán de la longitud efectiva de aplicación de la medida, tomada en metros lineales a lo largo del túnel.**
2. **No se prevén costos adicionales de transacción. Los costos de personal se incluyen como parte de los costos operativos.**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo E: Eficacia C: Cumplimiento		Estado M: Meta R: Resultado		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Variación del Nivel Piezométrico en los pozos de monitoreo en las zonas aledañas al túnel.	(NF Medido / NF antes de Obras) * 100	X		X		>75	% / Sem	SI	Bueno > 75% Regular > 50%	Registros de lecturas Registros fotográficos
Aforos de caudal en afloramientos y comparación de valores con datos iniciales	(Q Medido / Q medio Antes de Obras) * 100	X		X		>75	% / Sem	SI	Bueno > 75% Regular > 50%	Registros de lecturas Registros fotográficos

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO										
Subprograma: Aguas subsuperficiales y subterráneas								**Identificación: PMF-08 Túnel**		
Estado de los puntos de agua	(Seco – Húmedo).	**X**		**X**		100%	% lect/ Sem	NO	Bueno 100% Regular > 90%	Registros de lecturas Registros fotográficos
Análisis fisicoquímicos realizados	(Número de AF realizados / No. de AF previstos) * 100	**X**		**X**		>90	% / Mes	SI	Bueno > 90% Regular > 80%	Registros de lecturas Registros fotográficos
Caudal de infiltración del túnel, a la salida	Q max ; Q min	**X**		**X**		100%	% lect/ Día	NO	Bueno 100% Regular > 50%	Registros de lecturas Registros fotográficos

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Objetivos Generales

- Especificar las medidas de manejo para los diferentes puntos de agua localizados en el área de influencia hidrogeológica del proyecto, discriminados de acuerdo con la magnitud de impacto asignado a cada cuerpo.

Objetivos Específicos

- Disminuir y de ser posible evitar la afectación o intervención de la ronda protectora de cada punto de agua, considerando el flujo de agua subterránea y la vegetación protectora del mismo, dando cumplimiento al decreto 1076 de 2015.
- Implementar las mejores medidas disponibles a los puntos de agua subterránea, para proteger su caudal y su calidad.
- Mantener los puntos de agua naturales en la zona en condiciones seguras ante posibles impactos causados por las obras.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida			
		P	M	Cor.	Com.
Cambios en el área de captura del punto.	-Cumplir con la totalidad de las actividades propuestas para la protección de los puntos de agua. -Garantizar que no se altere la calidad del agua en el punto. -Mitigar el impacto sobre el área de captura y los cortes sobre la misma, garantizando un caudal en el punto. - Manejo del área más cercana al punto de agua.	X			X
Alteraciones en la calidad del agua a causa de contaminación en superficie.		X			X
Alteración de la zona del punto con cambio en la cantidad de flujo.		X	X		X
Afectación del área cercana al punto.		X			

[a] **Tipo de Medida: P: Protección, M: Mitigación, Cor.: Corrección, Com.: Compensación**

Descripción general de los puntos inventariados

- Descripción general de los puntos

Se inventariaron un total de 33 puntos en el área de la vía de cielo abierto y el área de los ZODMEs, los cuales fueron clasificados según sus características *in-situ* en flujos subsuperficiales, resurgencias e interflujos.

En **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta los puntos, mostrando: tipo de punto, o bra más próxima, distancia a la obra y nivel de afectación.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas

Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs

Tabla 11-3 Puntos correspondientes a la vía cielo abierto y zodmes

ID Pto Agua	Tipo de Punto	Obra más próxima	Distancia a la obra más próxima (m)	Nivel de afectación
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	Zodme 136	48	2
UF1-PA11	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	140	1
UF1-PA12	Resurgencia	Vía a cielo abierto	3	3
UF1-PA13	Resurgencia	Vía a cielo abierto	73	1
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	11	3
UF1-PA15	Resurgencia	Vía a cielo abierto	188	1
UF1-PA16	Resurgencia	Vía a cielo abierto	247	1
UF1-PA17	Resurgencia	Vía a cielo abierto	262	1
UF1-PA18	Flujo Subsuperficial	Vía a cielo abierto	171	1
UF1-PA21	Resurgencia	Vía a cielo abierto	24	1
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	43	2
UF1-PA23	Interflujo	Vía a cielo abierto	65	1
UF1-PA24	Resurgencia	Vía a cielo abierto	79	1
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	Zodme VER 144	≈100	1
UF1-PA26	Resurgencia	Zodme VER 148	≈100	1
UF1-PA27	Resurgencia	Vía a cielo abierto	121	1
UF1-PA28	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	157	1
UF1-PA29	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	202	1
UF1-PA30	Resurgencia	Zodme VER 144	2	2
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	Zodme VER 148	1	2
UF1-PA32	Resurgencia	Zodme VER 149	0	3
UF1-PA33	Resurgencia	ZodmeVER 156	0	3
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	ZodmeVER 118	77	1
UF1-PA35	Resurgencia	Vía a cielo abierto	263	1
UF1-PA36	Interflujo	Vía a cielo abierto	120	1
UF1-PA37	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	157	1
UF1-PA38	Interflujo	Vía a cielo abierto	706	1
UF1-PA39	Interflujo	Vía a cielo abierto	648	1
UF1-PA40	Interflujo	Vía a cielo abierto	219	1
UF1-PA41	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	326	1
UF1-PA42	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	356	1
UF1-PA43	Flujo subsuperficial	Zodme VER 124	133	1
UF1-PA44	Flujo subsuperficial	Vía a cielo abierto	145	1

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Fuente: Aecom – Concol, 2018

Acciones a Ejecutar

A continuación se plantean las medidas a realizar y los puntos a los cuales se les realizaran cada tipo de medida.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL

Como una medida de seguimiento y control de los puntos de agua censados se realizará un atento monitoreo del caudal del agua que aflora en los puntos identificados. En este sentido se incluirán en la red de monitoreo todos los puntos identificados en el inventario independientemente de su nivel de afectación.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Las medidas de protección se basan en los principios de protección, algunos de los cuales se mencionan a continuación (tomados de una publicación de Oxfam_2006).

- Se debe proteger de personas y animales el área sobre los puntos de agua para prevenir contaminación.
- Construir un dren de corte sobre los puntos de agua previene la mezcla de agua contaminada de escorrentía.
- No se deben construir letrinas a menos de 30 metros agua arriba de los puntos de agua.
- Después de limpiar el área donde se encuentra el punto de agua, esta se debe proteger con rajón y/o bolos de río y grava. El tanque del punto de agua puede tener tubería para abastecer fácilmente de agua a los usuarios.
- El área alrededor del punto de agua debe ser cercada para evitar el acceso de animales. Los caudales de rebose deben ser redirigidos a cuerpos superficiales y/o abrevaderos.
- Los tanques para los puntos de agua deben ser limpiados de forma periódica

Las medidas de protección para todos los puntos incluidos en el análisis incluyen cerramiento y zanja perimetral, con base en las condiciones particulares de cada sitio. En algunos casos se proponen tanques o albercas para la protección de los afloramientos y sus captaciones. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las medidas de protección planteadas para cada punto:

Tabla 11-4 Puntos de aguas con medidas de protección

ID Pto Agua	Protección		
	Cerramiento del punto	Zanja Perimetral	Tanque de protección
UF1-PA01	Si	Si	Si
UF1-PA12	Si	No	No

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

UF1-PA13	Si	Si	Si
UF1-PA14	Si	No	No
UF1-PA21	Si	No	Si
UF1-PA22	Si	Si	Si
UF1-PA23	Si	No	Si
UF1-PA24	Si	Si	Si
UF1-PA25	Si	No	No
UF1-PA26	Si	No	No
UF1-PA27	Si	Si	Si
UF1-PA30	Si	No	Si
UF1-PA31	Si	No	Si
UF1-PA32	Si	No	Si
UF1-PA33	Si	No	Si
UF1-PA34	Si	No	No
UF1-PA36	Si	No	No

Fuente: Aecom – Concol, 2018

- Cerramiento del punto

De no existir este en la actualidad, esta medida apunta meramente a la protección del punto evitando el acceso de animales y personas que pudiesen alterar la calidad y/o cantidad del recurso. Esta medida mejora las condiciones actuales de los afloramientos de puntos de agua, brindando protección ante acciones ajenas a los efectos previstos por la construcción y operación de la vía. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.** se muestra el cerramiento propuesto.

Figura H.10 Modelo de Cerrramiento

Fuente: Segmento de imagen en (canacopegdl.com).

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

- Zanja perimetral

Dentro del cerramiento se realizará la construcción de una Zanja perimetral con base en las condiciones fisiográficas del área, la cual corresponde a una excavación en el terreno del orden de 40 a 50 cm de profundidad y 40 a 50 cm de ancho, rellena con rajón o bolos de río de gran diámetro, principalmente para que estos brinden soporte a la zanja y eviten su derrumbe en condiciones de lluvia. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Figura H.11 Zanja Perimetral

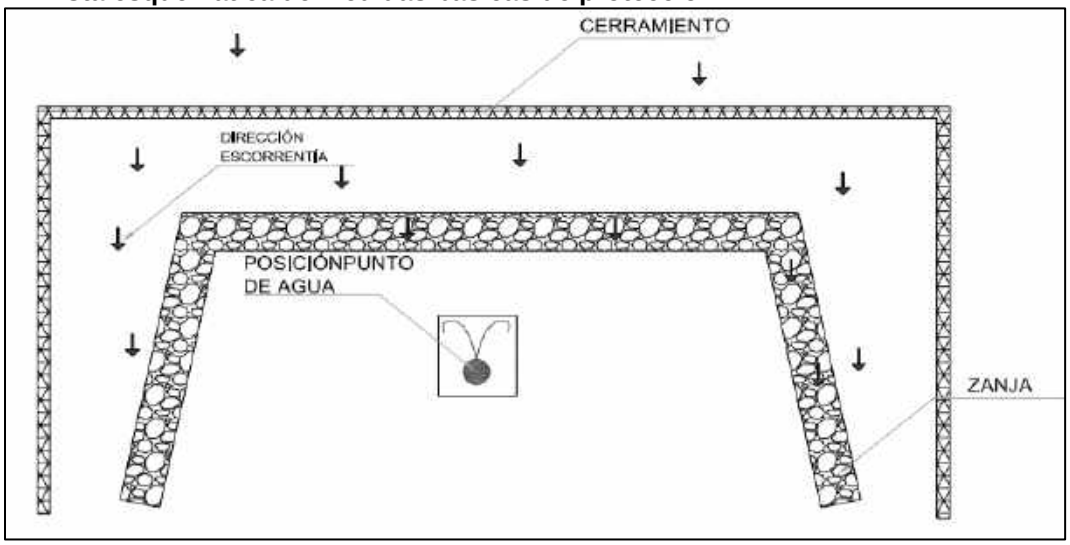
Fuente: (http://maddyyoung.com/50054)

Con base en lo mencionado anteriormente, para los puntos en los cuales se pudiese presentar afectación o en aquellos cuya ubicación sea menor a 100 metros respecto área de diseño, se implementarán tanques de protección, con el objetivo de prevenir impactos en la calidad de los puntos y mantener la calidad del agua durante la etapa constructiva. El esquema de un tanque se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta un esquema representativo de la obra conjunta de cerramiento y zanja perimetral.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Figura H.12 Vista esquemática de medidas básicas de protección



Fuente: Hidrogeocol, 2018

- Tanque de protección de puntos de agua

Esta estructura permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial.

Teniendo en cuenta que los caudales de los afloramientos de puntos de agua son relativamente bajos (menores a 0.6 L/s en la mayoría de los puntos) y dado que la mayoría de los flujos de agua en la zona son someros o subsuperficiales, se plantea mejorar los puntos que se encuentren fuera del polígono de intervención de la obra y sus inmediaciones mediante el diseño de una estructura de protección del punto de agua.

La estructura de protección consiste en un tanque de concreto en el cual se almacenará el agua proveniente del punto de agua. El diseño del tanque de protección se realizó con base en múltiples diseños encontrados en la literatura (Universidad de Pensilvania, 2007) y experiencias maduradas en la implementación de sistemas de protección a afloramientos de puntos de agua.

La estructura de protección consiste en un tanque de concreto en el cual se almacenará el agua proveniente del punto de agua, tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No**

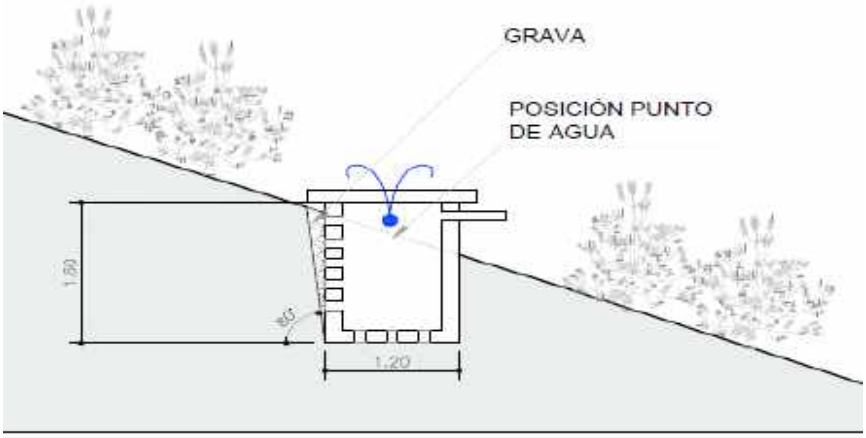
PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

se encuentra el origen de la referencia. . El diseño del tanque de protección se realizó con base en múltiples diseños encontrados en la literatura (Universidad de Pensilvania, 2007) y experiencias maduradas en la implementación de sistemas de protección a afloramientos de puntos de agua.

Figura H.13 Tanque para la protección de afloramientos de agua

Tomado de: http://www.downtoearth.org.in/coverage/spring-in-a-box-49240

Figura H.14 Tanque de concreto en el cual se almacenará el agua del punto de agua



Fuente: Hidrogeocol, 2018

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se relacionan los puntos a los que se prevé se r ealizaran medidas de mitigación y que tipo de obra, posteriormente se explicara cada medida.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Tabla 11-5 Puntos de aguas con medidas de mitigación

ID Pto Agua	Mitigación		
	Repoblamiento Vegetal	Conducción y almacenamiento	Talud de recolección
UF1-PA01	Si	No	No
UF1-PA12	Si	No	Si
UF1-PA13	Si	No	No
UF1-PA14	Si	No	Si
UF1-PA21	Si	No	No
UF1-PA22	Si	No	No
UF1-PA23	Si	No	No
UF1-PA24	Si	No	No
UF1-PA25	Si	No	No
UF1-PA26	Si	No	No
UF1-PA27	Si	No	No
UF1-PA30	Si	Si	No
UF1-PA31	Si	Si	No
UF1-PA32	Si	Si	No
UF1-PA33	Si	Si	No
UF1-PA34	Si	No	No
UF1-PA36	Si	No	No

Fuente: Aecom – Concol, 2018

Para los puntos en los cuales se prevén impactos en caudal se hace necesario implementar medidas de mitigación del impacto. Conforme se realiza en la prevención, la principal medida de mitigación corresponde a mantener en la mejor condición posible el punto de agua, en términos de disminuir al máximo los cambios en caudal y calidad.

- Repoblamiento Vegetal

La primera medida corresponde a la repoblación vegetal en el punto de agua, mediante la siembra o plantación de plantas nativas de la zona. En esta actividad se realizará un repoblamiento con especies nativas que mejoren la regulación hídrica superficial en las cercanías del punto de agua, dentro del área del cerramiento.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Las plantas incorporadas en esta zona permitirán una mayor protección del punto ante fenómenos de aumento de picos de la escorrentía superficial (disminución de la recarga), erosión del suelo y de forma adicional brindarán una segunda defensa ante la entrada de especies animales que puedan contaminar el punto.

Conforme se emplea repoblamiento vegetal en la mayoría de los puntos, se puede considerar esta medida como protección en algunos casos, especialmente cuando se aplica en puntos nivel 1, sobre los cuales no se esperan impactos a causa de las obras a realizar. Se prevé su aplicación en puntos nivel 1, 2 y/o 3

- Traslado de puntos de agua en zodmes

Debido a la existencia de puntos de agua en algunas de las áreas que se pretenden utilizar como zodmes, se ha requerido establecer una medida mediante la cual se trasladen dichos puntos a localizaciones viables en la periferia del zodme, en donde pueda ser aprovechado al recurso.

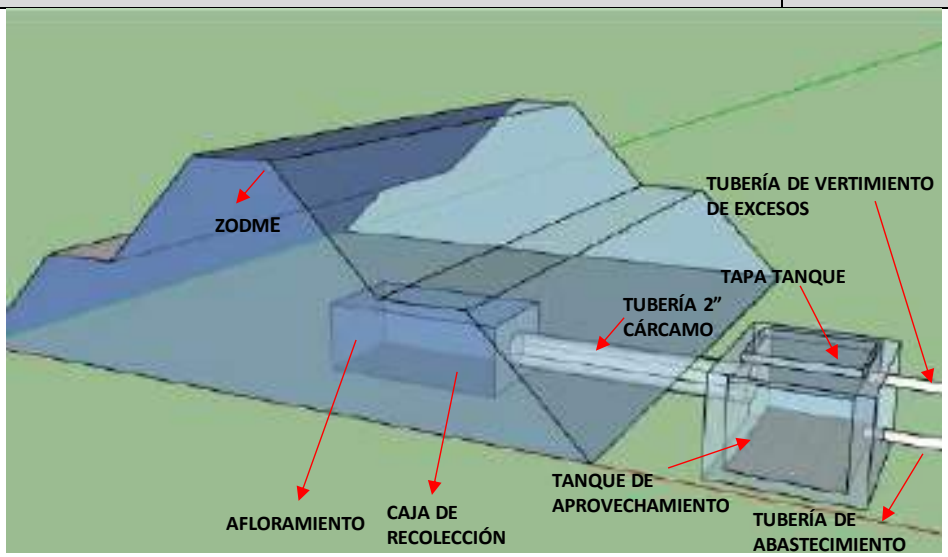
En general, los puntos de agua existentes en las áreas de zodmes que se definieron, corresponden a flujos subsuperficiales y su uso está limitado a actividades agropecuarias. Por otra parte, los usos que se dan tienden a desaparecer ya que por iniciativa de los mismos propietarios al ofrecer los terrenos para su uso como zodmes las actividades agropecuarias ya no se realizarán en esa área.

Pese a lo anterior, los afloramientos de agua existentes al interior del perímetro del área establecida para zodmes, serán recuperados y trasladados para poder conservar los flujos naturales y para que sea viable su aprovechamiento en el caso de que el mismo propietario del predio o la comunidad aledaña conserven una franja de terreno explotable con respaldo en el aprovechamiento de este recurso.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta un esquema conceptual de la i mplementación de la estructura de recuperación y traslado de un punto de agua localizado en un terreno donde se establecerá un área de zodme.

Figura H.15 Esquema de manejo de puntos de agua en áreas de zodmes

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**



Fuente: Geodata, 2018

- Construcción de talud de recolección y cruce de vía

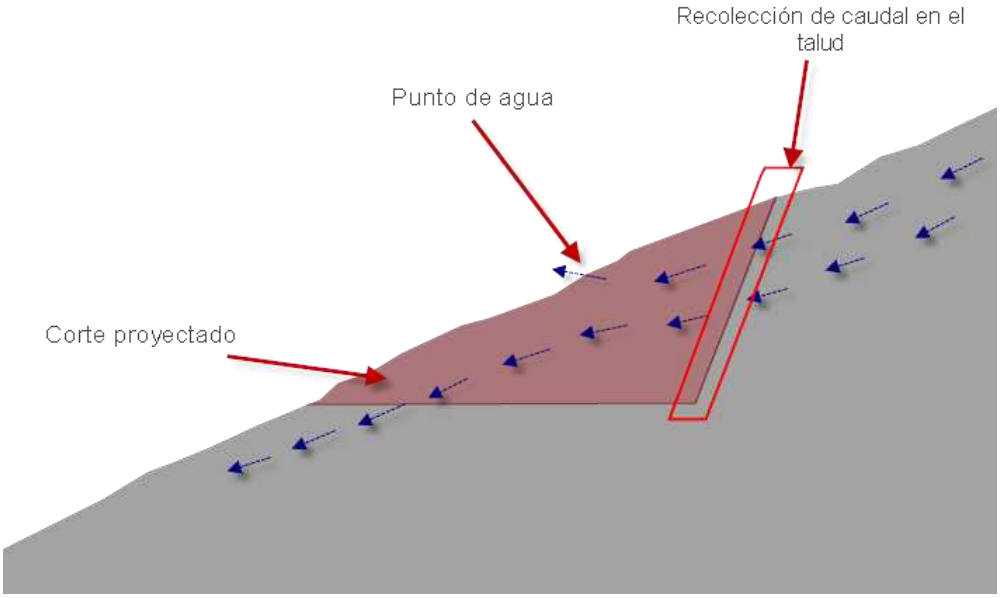
Esta medida corresponde a la construcción de una estructura de recolección de afloramientos de agua por goteo difuso. Mediante la estructura el caudal que fluye en un punto de agua es transportado a una nueva ubicación, manteniendo su caudal disponible a los usuarios registrados en los formatos FUNIAS en estos puntos.

Se prevé su aplicación para puntos nivel 3, es decir, aquellos ubicados en el polígono de intervención de la obra

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran de forma esquemática los flujos en el s uelo (antrópico, subsuperficial, interflujo o resurgencia). Al realizar el corte de terreno, el agua que fluía en el medio seguramente aflorará en el talud, este flujo será transportado a un tanque en el pie del talud, para posteriormente ser dirigido a un tanque cruzando la vía, en donde se dispondrá el caudal a los usuarios.

Figura H.16 Corte en un punto de agua asociado a flujo subsuperficial

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**



Fuente: Hidrogeocol, 2018

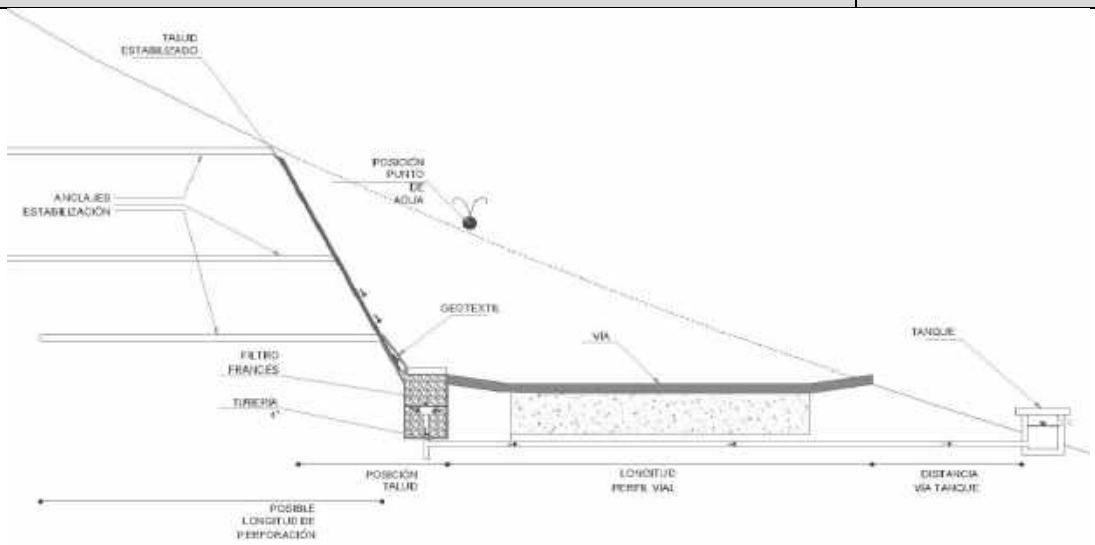
Con base en el concepto de la reubicación del punto de agua, se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** perfil con la medida típica de captación de agua en talud, para reubicación de punto de agua. Se busca que desde el concreto lanzado contra el talud para estabilización geotécnica, el agua producto del drenaje subsuperficial captada con drenes subhorizontales sea conducido a un dren tipo francés, desde el cual se proyectará una tubería hacia el sector de la vía aguas abajo; el cruce de la vía se realizará a través de una tubería dentro de las alcantarillas de la vía o a través de una tubería protegida bajo la estructura de pavimento.

A partir del filtro francés el agua será conducida mediante tubería a una "T", en este accesorio el agua tendrá una conexión con el tanque de aguas abajo y de forma adicional con una tubería de descole que tendrá válvula en caso de requerirse. A través de la tubería de descole se realizará la limpieza de los sólidos sedimentables que pudieran pasar el filtro francés y colmatar la tubería.

De forma esquemática en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el sistema de c aptación en el talud y paso al otro lado de la vía.

Figura H.17 Medida de Manejo para punto de agua con cruce de vía en tubería

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**



Fuente: Hidrogeocol, 2018

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se relacionan los puntos a los que se prevé se r ealizaran medidas de compensación.

Tabla 11-6 Puntos de aguas con medidas de compensación

ID Pto Agua	Compensación como contingencia
UF1-PA12	Si
UF1-PA13	Si
UF1-PA14	Si
UF1-PA15	Si
UF1-PA16	Si
UF1-PA17	Si
UF1-PA18	Si
UF1-PA22	Si
UF1-PA24	Si
UF1-PA25	Si
UF1-PA26	Si
UF1-PA30	Si
UF1-PA31	Si

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

UF1-PA32	Si
UF1-PA33	Si
UF1-PA37	Si

Fuente: Aecom-Concol, 2018

En caso que las medidas de protección y mitigación propuestas no sean suficientes, se puede requerir implementar medidas de compensación que corresponden fundamentalmente a dos tipos de intervenciones. Las medidas únicamente se viabilizarán durante la construcción de las obras y según se negocie y se determine un acuerdo con la comunidad. Con las medidas de protección y mitigación propuestas no se espera requerir medidas de compensación. Sin embargo, éstas se dejan propuestas en términos de contingencias durante el proceso constructivo de la vía, o por eventuales cambios en las condiciones de Línea Base evaluadas durante el Estudio.

- Conexión a acueductos veredales

La primera medida corresponde a implementar o mejorar la conexión al acueducto veredal o distrito de riego más cercano. Esto implica verificar con el proveedor las condiciones y nivel de servicio disponibles. Para la conexión se tendrá en cuenta el levantamiento de redes existentes realizado como parte de este EIA.

- Conexión a otras fuentes puntuales

La segunda medida corresponde a implementar o mejorar la conexión a otra fuente de suministro de agua aledaña. Esto implica trasladar la conexión afectada hacia otro punto de agua disponible, lo cual se realizaría sobre puntos de agua cercanos ya identificados o incluso más aguas arriba de los límites del área de influencia.

Las medidas citadas requerirán para su implementación viabilidad técnica y económica avalada por parte del Concesionario.

- Otras medidas de compensación

Según sea necesario implementar medidas de compensación y de acuerdo con las condiciones de negociación con la comunidad, se propone considerar otras posibles medidas que pueden aplicarse en caso de no ser viables las dos medidas indicadas anteriormente.

-Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.
-Traslado de bocatomas (proveedores locales).
-Mejora en sistemas de suministro y almacenamiento.
-Control de pérdidas en redes de distribución existentes.
Las medidas citadas requerirán para su implementación viabilidad técnica y económica avalada por parte del Concesionario.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas | **Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**

Lugar de Aplicación

Punto de agua subsuperficiales y subterráneos de la UF1 asociados a la vía a cielo abierto y zodmes

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Demarcación y aislamiento del punto		X		Continuo	36	Mes	
Monitoreo de niveles de abatimiento y caudales		X	X	Periódico	36	Mes	Mensual
Monitoreo de calidad de aguas (análisis hidroquímicos y de calidad)	X	X	X	Periódico	3	Mes	1 en cada etapa (P/C/A*)
Construcción de filtros drenantes, drenajes, estanques, entre otros.		X		Continuo	36	Mes	
Repoblamiento vegetal		X	X	Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Demarcación Aislamiento		$40,953,000		$40,953,000
Zanja Perimetral		$3,630,000		$3,630,000
Tanque de protección		$116,070,000		$116,070,000
Repoblamiento Vegetal		$77,350,000		$77,350,000
Conducción y almacenamiento		$5,260,000		$18,170,000
Talud de recolección		$46,730,000		$46,730,000
Compensación		$48,000,000		$98,240,000
Monitoreo de niveles de abatimiento y caudales (No aplica en este plan)		$47,063,000		
Monitoreo de calidad de aguas (análisis hidroquímicos y de calidad) (No aplica en este plan)		$109,102,000		
Total				**$401,143,000**

Nota: Los costos incluyen implementación de medidas para todos los puntos de agua en donde apliquen.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización	Registro de Cumplimiento	
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO										
Subprograma: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas										**Identificación: PMF-08 Vía cielo abierto y ZODMEs**
Aislamiento de puntos de agua.	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3	**X**		**X**		>90	% / Bimensual	SI	Bueno > 90% Regular > 70%	Acta levantada con el propietario del predio donde se encuentre el punto
Monitoreo de niveles de abatimiento y caudales	RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100.	**X**		**X**		>90	% / Bimensual	SI	Bueno > 90% Regular > 70%	Tablas de monitoreo de los niveles freáticos y caudales tomados en cuenta en la red de monitoreo.
Monitoreo de calidad de aguas (análisis fisicoquímicos)	PMN: Programa de Monitoreo en puntos de agua. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100	**X**		**X**		>90	% / Trimestral	SI	Bueno > 90% Regular > 70%	Resultado de los ensayos de laboratorio fisicoquímico de las aguas muestreadas
Obras realizadas	IOR: Índice de Obras Realizadas. IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.	**X**				>90	% / semestral	SI	Bueno > 90% Regular > 70%	Levantamiento fotográfico de las obras realizadas y planos de obras diseñadas y construidas.
Capacitaciones Ambientales	PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100	**X**				>90	% / Trimestral	SI	Bueno > 90% Regular > 70%	Actas de las reuniones de capacitación ambiental realizadas con la comunidad en los sitios de interés de aguas subsuperficiales y subterráneas..

11.1.1.1.3 Programa de manejo del recurso atmósfera

I. Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido. PMF-09

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO ATMÓSFERA	
Subprograma: Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	**Identificación: PMF-09**

Objetivos

- Minimizar las emisiones de material particulado, compuestos atmosféricos contaminantes, y ruido asociados a la operación de maquinaria, equipos y vehículos, producto de las actividades relacionadas con la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona.
- Verificar la efectividad y eficiencia de las medidas planteadas en esta ficha, a través del control de emisiones producto de las actividades del proyecto en la fase de construcción.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida [a]			
		P	M	Cor	Com
Modificación de la calidad del aire.	Ejecutar el 100% de las acciones de manejo para la minimización y control de las fuentes generadoras de emisiones atmosféricas.		X		
Cambio en los niveles de presión sonora	Ejecutar el 100% de las acciones de manejo para la prevención y mitigación de las fuentes generadoras de ruido	X	X		
Generación de nuevos conflictos	Informar al 100% de las comunidades y/o receptores sensibles acerca del incremento de los niveles de presión sonora a causa de las actividades del proyecto y de las excavaciones del túnel.	X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Manejo de emisiones atmosféricas

Los materiales granulares, de corte y de excavación estarán permanentemente cubiertos con lona o plástico en su sitio de acopio temporal, para su posterior reutilización en la obra, en caso de ser necesario.

Con el fin de mitigar la emisión de gases a la atmósfera por la combustión de los motores de maquinaria y vehículos, y emisiones de material particulado proveniente de las actividades constructivas del proyecto, y de los materiales transportados, se considerarán las siguientes medidas:

- Se implementará una adecuada señalización informativa, en procura de no sobrepasar la velocidad establecida de desplazamiento de los vehículos. La velocidad en la etapa de construcción no debe ser mayor a 20 km/h. Se implementarán métodos para el control de la velocidad de los vehículos, como la instalación de reductores de velocidad en los sitios que se considere necesario, además de la correcta señalización en las zonas del proyecto.
- Se realizará un mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos livianos y pesados que operen al servicio del Proyecto vial, UF 1 variante Pamplona.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO ATMÓSFERA	
Subprograma: Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	**Identificación: PMF-09**

- Se verificará que los vehículos vinculados al proyecto cuenten con el certificado de emisiones de gases y la revisión técnico-mecánica, como lo establece la ley 769 de 2002 y su reforma mediante ley 1383 de 2010. Esto sujeto a la aplicabilidad de la norma. En caso particular, sujeto al artículo 202 del Decreto 19 de 2012 (o aquél que lo sustituya, modifique o derogue), el cual cita: "Los vehículos nuevos de servicio público, así como motocicletas y similares, se someterán a la primera revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes al cumplir dos (2) años contados a partir de su fecha de matrícula".
- Los vehículos que transportarán material (agregados, cementantes, etc.) por vía pública y que generen polvo (material particulado), deberán transitar cubiertos con lonas resistentes, con el fin de evitar las emisiones fugitivas de material particulado. La cobertura debe ser de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor; además la estructura del contenedor será continua (sin roturas, perforaciones, ranuras o espacios) y la carga se acomodará a ras de los bordes más bajos del mismo. La maquinaria que no se encuentre en operación debe apagarse con el fin de evitar la emisión de gases y partículas.
- Se promoverá el uso de combustibles de calidad certificada y/o el cambio hacia el uso de combustibles más limpios como el gas.
- Se desarrollarán programas de educación ambiental para todas las personas vinculadas al proyecto.
- En caso de tener material de excavación que pueda ser reutilizado, se dispondrá temporalmente en un sitio, de ser necesario debe estar cubierto, evitando que sea arrasado por la acción del viento.
- Se realizará la humectación de las vías de acceso (sin pavimentar), y en general de la vía a construir, así como en los puentes, especialmente durante las épocas secas, para evitar el levantamiento de material particulado.

Manejo de los niveles de ruido y vibración

Se manejará responsablemente el tráfico vehicular dentro y fuera de la zona del proyecto variante Pamplona, UF 1, para evitar ruidos como pitos, frenos, motores desajustados, entre otros; en especial, en el área urbana de Pamplona donde se requiere el tránsito de maquinaria.

Todos los equipos utilizados durante la construcción de la UF 1 deben estar en perfecto estado de funcionamiento para no generar aumento en los decibeles de ruido por mal funcionamiento y falta de mantenimiento.

En la cercanía de los centros poblados y zonas residenciales, todas las fuentes con generación de ruido superior a 90 dB (A) medidos a un metro de distancia de la fuente, en operación normal, tales como: taladros, martillos neumáticos, compresores, plantas de generación de energía, motosierras, motobombas y piloteadoras, operarán en horarios diurnos (7 am a 7 pm). Se debe tener cuidado en establecer ciclos de descanso.

Se conservarán distancias prudentes a las viviendas, las cuales no deberían ser menores a 30 metros en la medida de lo posible.

En vecindad de centros educativos, la operación de la maquinaria y equipos que genere ruido continuo que supere los límites permisibles, se realizará bajo el ciclo de 2 horas continuas de

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO ATMÓSFERA

Subprograma: Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido | **Identificación: PMF-09**

trabajo, seguidas de 1 hora de descanso. El centro institucional afectado deberá ser notificado previamente del ciclo de ruido al que será sometido.

Para las mediciones de los niveles sonoros, se seguirá la metodología establecida en el Capítulo 1 del Anexo 3 de la Resolución 627 de 2006. Estos monitoreos tendrán lugar durante la etapa constructiva, con una periodicidad semestral; o según lo estipule la autoridad ambiental competente.

Utilización de elementos de protección sonora y material particulado

En la fase de construcción del proyecto los trabajadores deberán utilizar los respectivos elementos de protección sonora y protección de material particulado tales como tapa oídos, gafas, mascarillas con filtro con el objetivo de evitar afectaciones en la salud, dependiendo de la actividad que realice.

Control del ruido en concentraciones educativas y áreas pobladas

En caso de presentar quejas por parte de la comunidad, respecto a la incomodidad por el incremento de los niveles de presión sonora, se instalarán barreras difractoras de ruido convencionales, para que atenúen los niveles, apantallando las fuentes generadoras de ruido del frente de obra. Debido a que la eficiencia acústica de las barreras depende de la ubicación estratégica, la cual es exclusiva para cada uno de los casos, no puede determinarse sus características específicas hasta tanto no se haga una evaluación específica de los requerimientos de cada sector. De aquí que previo al diseño de la barrera se requiere de un estudio especializado para valorar las necesidades de reducción de decibeles, las dimensiones y los materiales a requerirse.

Información a la comunidad

Previo a las actividades de excavación del túnel, se debe informar a la comunidad aledaña a los portales tales como la localizada en el barrio El Buque, barrio San Luis y vereda Alcaparral. Este aviso acerca del incremento de los niveles de presión sonora debe ajustarse al programa establecido en la ficha de información y participación comunitaria. PGS-03.

Lugar de Aplicación

Frentes de obra
Área de influencia

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Manejo de emisiones atmosféricas		X		Continuo	36	Mes	
Manejo de los niveles de ruido y vibración		X		Continuo	36	Mes	
Dotación de elementos de protección de protección personal		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO ATMÓSFERA

Subprograma: Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido | **Identificación: PMF-09**

Unión Vial Río Pamplonita-UVRP

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Humectación de vías (carrotanques). En época de sequía*		108.000.000,00		108.000.000,00
Profesional ambiental (con destinación del 30% del tiempo durante 36 meses de etapa constructiva y de abandono)			90.720.000,00	90.720.000,00
Paletero			664.692.688,17	664.692.688,17
Barrera difractora de ruido		111.592.214,00		111.592.214,00
*$30,000 hora del carrotanque. Estimado para 4 meses de época de sequía al año, por tres años.				975.004.902,17
Total				

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Calidad aire	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100	X			X	100	%/semestral	SI	100	ICA durante actividades constructivas
Emisión de ruido	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100	X			X	100	%/semestral	SI	100	Registro de niveles de presión sonora
Vehículos revisión gases	No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado de emisión de gases y revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto que requieren los certificados.	X		X		100	% / trimestral	SI	100	Certificados de revisión vehicular mecánica y de gases (cuando aplique, según Decreto 19 de 2012 o aquél que lo sustituya, modifique o derogue)

11.1.1.1.4 Programa de manejo para la prevención de accidentalidad y adecuación de vías de acceso

J. Prevención de accidentalidad vial durante la etapa constructiva. PMF-10

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO	
Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva	**Identificación: PMF-10**

Objetivos

- Garantizar la seguridad e integridad física de los peatones y comunidades vecinas, así como la de los trabajadores, frente a las actividades constructivas.
- Establecer las medidas de tránsito necesarias para disminuir los riesgos generados por la operación de la maquinaria, tanto en la zona del proyecto como en las vías para ofrecer protección a conductores, pasajeros, peatones, personal de obra, equipos y vehículos.
- Minimizar el impacto de las obras relacionado con el flujo vehicular en vías locales y regionales.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambio en el riesgo de accidentalidad	Tener el indicador de accidentalidad en el 0%.	X			
Cambio en la movilidad peatonal y vehicular	Tener el indicador de accidentalidad en el 0%.	X			
Generación de nuevos conflictos	Evitar conflictos en la comunidad asociados a dificultades de tránsito y desplazamiento derivados de las obras de la construcción del proyecto.	X			

Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Manejo de tránsito

Señalización y normas en obra

- En los frentes de obra se implementará la señalización temporal obligatoria.
- Regular en los frentes de trabajo el tránsito vehicular mediante conos con personal de señalización (paleteros: pare y siga). En horas nocturnas la señalización será reforzada mediante el uso de señales reflectivas de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control de Calles y Carreteras del INVIAS.
- Se dispondrá de alarma de reversa y de sistema preventivo de luces en la maquinaria y vehículos asignados al proyecto, en cumplimiento de las normas de seguridad vial vigentes.
- Prohibición de transporte de personal en la maquinaria y equipos asignados al proyecto.
- Dentro de las áreas del proyecto la velocidad no será mayor de 20 km/h y en las vías de acceso deberá ser menor o igual a 30 km/h, o velocidad permitida en dicha vía.
- Se respetará la velocidad máxima reglamentaria de los vehículos en zonas urbanas o centros poblados.

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO	
Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva	**Identificación: PMF-10**

- En la cercanía de los centros educativos se obliga a implementar senderos peatonales, paleteros cuando haya movimiento de maquinaria. Se informará a la comunidad educativa la iniciación de obras o trabajos con anticipación y se coordinará con los directivos del centro el manejo adecuado de los senderos.
- En los lugares donde se requiera cruces de peatones, como es el caso de la intercepción del proyecto con el sendero ecológico que conduce del casco urbano de Pamplona a la laguna Borrero, así como en cercanía a los frentes de construcción (especialmente en cercanía de los centros poblados) se establecerán senderos peatonales debidamente señalizados que garanticen su uso de forma segura, confortable y lo más autónomamente posible por peatones. El peatón es el más vulnerable, pero es el más difícil de controlar. Por ello la planificación y correcta ejecución del sendero peatonal es responsabilidad del Concesionario, pero requerirá del apoyo interinstitucional (interventoría, policía de tránsito, autoridades municipales, etc.).
- Se regulará el límite de velocidad para el parque automotor asignado al proyecto en conformidad con la Ley 769 de 2002 —Código de Tránsito, o las que la modifiquen.
- No se autorizará la movilización de un vehículo, equipo o maquinaria, si su conductor/operario se encuentra bajo el efecto de bebidas embriagantes o de sustancias psicoactivas.

Rutas de desplazamiento de materiales y maquinaria a la zona de obra

Para el acceso de las volquetas a la zona de obra provenientes de los ZODMEs y proveedores de material, se utilice el mismo corredor y las mismas vías por donde circula el tráfico normal, se verificará que todos los vehículos a utilizar cumplan con la reglamentación existente en materia de acarreo de materiales (Resolución 541 de diciembre 14 de 1994 del Ministerio del Ambiente).

El manejo y adecuación de vías para el desplazamiento de materiales y maquinaria se hará de acuerdo con la ficha PMF - 11 (Manejo ambiental para la adecuación de las vías de acceso).

En referencia con el manejo de materiales de excavación se seguirán los lineamientos de las fichas PMF 02 (Manejo de materiales sobrante de excavación) y PMF 03 (Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación (ZODME)).

Procedimiento para movilización de maquinaria y equipos

La responsabilidad del siguiente procedimiento descrito está en cabeza de cada ingeniero residente de frente de obra. En cada sitio establecido como de entrada y salida de maquinaria y equipo en la zona de obra y en sitio de acopio donde se guarda la maquinaria (si no corresponde al mismo sitio de obra), se dispondrá de una persona debidamente capacitada para ejercer el control de salida.

El traslado de maquinaria y equipos utilizados para la ejecución de la obra, se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO	
Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva	**Identificación: PMF-10**

Todos los equipos, sin importar las dimensiones y características, podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.
Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia, y específicamente la contenida en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de Manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.
La solicitud de los permisos ante el Ministerio de Transporte o la Secretaría de Tránsito y Transporte, según corresponda, la realizará la Concesión o su delegado.

Para el traslado de maquinaria se seguirá el siguiente protocolo:

Los paleteros estarán encargados de dar el paso cuando la actividad indique una reducción de la capacidad de la vía. Estos paleteros se capacitarán adecuadamente.
Se utilizarán carros escoltas con señalización visible cuando se traslade maquinaria sobre camabajas.
Se informará a la Secretaría de Tránsito sobre el traslado de maquinaria especial.

Otras consideraciones

Mantener a disposición de la Interventoría el programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo asignado al proyecto.
No se permitirá el uso de cigarrillo dentro de las instalaciones del proyecto, maquinaria, equipos o vehículos.
Se verificará que el equipo de construcción y maquinaria pesada sea operado de tal manera que cauce el mínimo deterioro a los suelos y vegetación.
Los equipos para el cargue y descargue tendrán alarmas acústicas y luminosas, el uso del vehículo deberá ser exclusivo del operador. Los equipos tendrán la identificación en un lugar visible en cuanto a capacidad de carga y velocidad de operación.
Se contratará personal idóneo para la correcta operación de la maquinaria, puesto que será responsable de su utilización en forma segura y correcta.

Señalización

La señalización por utilizar para el desarrollo del Plan de Manejo del Tránsito está dividida en tres grupos:

Señalización de primer nivel (pasacalles): son señales que se colocan a lo largo del corredor para indicar a los conductores la existencia de obras de mantenimiento en la vía, con el fin de prevenirlos y evitar inconvenientes al momento de llegar al sitio de las intervenciones.
Señalización de segundo nivel: corresponde a las señales para guiar el tráfico por las vías a utilizar como desvíos.
Señalización de tercer nivel: corresponde a todas aquellas señales de aproximación de obra, así como los demás elementos de seguridad para canalizar los flujos vehiculares y peatonales dentro del sector de obra.

La señalización por utilizar es de tamaño 90 cm x 90 cm, con material reflectivo grado ingeniería.

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva

Identificación: PMF-10

La señalización informativa es de 72 cm x 90 cm, y se utilizará para indicar la proximidad a los sitios de intervención y para la información de entrada y salida de volquetas y maquinaria a la obra.

Los dispositivos para la regulación del tránsito deberán ubicarse con anterioridad al inicio de la obra, permanecer durante la ejecución de esta y serán retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación. Cuando las operaciones se realicen por etapas, deberán permanecer en el lugar solamente las señales y dispositivos que sean aplicables a las condiciones existentes y ser removidas o cubiertas las que no sean requeridas.

Las posibles afectaciones sobre la salud pública por emisiones de ruido y elementos contaminantes (ruido, polvo, gases) se manejan en la ficha PMF–10 (Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido).

Señalización ambiental – Fauna

En caso de ser necesario o haberse identificado previamente y con el fin de evitar o reducir la probabilidad de atropellamiento de los animales silvestres y/o semovientes en la vía, se deberá instalar señales preventivas (amarillas) en las áreas de frecuente avistamiento y / o tránsito de especies de fauna, para alertar al personal y evitar el riesgo de accidentes y atropellamientos por parte de los trabajadores involucrados en el proyecto y por automotores en general. Se propone instalar señalización vial preventiva en forma de rombo de 0,90 de lado, y 1,8 metros de alto. No obstante, se revisará de manera integral la señalización del corredor vial, teniendo en cuenta que existen tramos y puntos críticos que serán evaluados y atendidos con las señales de tránsito que se estimen convenientes.

Tal como lo establece el Programa PMB-05, la señalización debe acompañarse de reductores de velocidad que cumplan con la regulación del INVÍAS de acuerdo con el manual de señalización del año 2015.

La señalización deberá ser instalada en las áreas de mayor sensibilidad, a saber: coberturas de vegetación secundaria y bosques de galería, así como otras que, durante el desarrollo de las actividades, se identifiquen como sitios de paso de fauna silvestre.

Lugar de Aplicación

Frentes de obra particular

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO

Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva					**Identificación: PMF-10**		
Señalización frentes de obra y sitios temporales		**X**		Continuo	**36**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Señal vertical de tránsito tipo 1 con lámina retrorreflectiva tipo III (75 x 75) cm*		429.506,00		429.506,00
Señal vertical de tránsito tipo 2 con lámina retrorreflectiva tipo III (120 x 40) cm*		487.032,00		487.032,00
Total				916.538,00
*Costo unitario según INVIAS				

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Señales instaladas	(No. de señales instaladas / No. de señales requeridas) *100		X	X		100	% / semanal	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
Sistema de alarma de reversa en vehículos	(No. de vehículos del proyecto / No. de vehículos con sistema de alarma de reversa y preventivo de luces en		X	X		100	% / semanal	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento

PROGRAMA DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ACCIDENTALIDAD Y ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO										
Subprograma: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva							**Identificación: PMF-10**			
	funcionamiento) *100									
Paleteros suficientes en obra	(No. de paleteros en frentes de obra / No. de paleteros previstos en frentes de obra) *100		**X**	**X**		100	% / semanal	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
Accidentalidad vial del proyecto	(No. de PQR'S control de accidentalidad recibidas / No. de PQR'S resueltas de control de accidentalidad) *100	**X**		**X**		0	% / semanal	SI	100	Registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento
PQR de accidentalidad	(No. de PQR'S control de accidentalidad recibidas / No. de PQR'S resueltas de control de accidentalidad) *100	**X**		**x**		0	% / semanal	SI	100	PQR's radicados, registro fotográfico y/o fílmico, informes de seguimiento

K. Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso PMF-11

PROGRAMA DE MANEJO Y ADECUACIÓN DE VIAS DE ACCESO

Subprograma: Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso	**Identificación: PMF-11**

Objetivos

- Minimizar el impacto de las obras relacionado con el flujo vehicular en vías locales y regionales.
- Mantener y/o mejorar las vías de acceso utilizadas en la ejecución de las actividades inherentes a la etapa constructiva de la UF1, para evitar molestias y conflictos con las comunidades.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambio en la movilidad peatonal y vehicular	Implementar el 100% de las medidas de manejo para la adecuación y entrega final de las vías que serán utilizadas durante la etapa constructiva	X		X	
Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios		X		X	
Generación de expectativas		X		X	
Generación de conflictos con la comunidad		X		X	
Alteración del uso actual		X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Se debe obtener los permisos para utilizar accesos comunitarios y privados. A todos los accesos y vías urbanas que se utilizarán para la construcción de las obras de la UF1, se les deberá evaluar sus condiciones iniciales y finales, debe incluir las características generales del carreteable, camino, calle o carrera, la existencia y estado de las obras de drenaje y sus condiciones ambientales, las actas deben estar firmadas por el propietario o representante de la comunidad y por la Concesión Unión Vial Río Pamplonita.

Restaurar los accesos comunitarios o privados usados para ingresar a las áreas de trabajo. Los accesos y áreas utilizadas deben dejarse al final de la construcción en iguales o mejores condiciones a las de su estado inicial, previa verificación de los compromisos establecidos en el acta de verificación inicial, de lo anterior se levantará la respectiva acta de verificación final con el respectivo registro fotográfico.

Obtener el permiso, cuando sea requerido, de la autoridad vial cuando se usen vías estatales para la ejecución de trabajos y aplicar el plan de seguridad vial o de control de tráfico y el manual de señalización vial del Ministerio del Transporte.

Los accesos deberán estar señalizados y delimitados para evitar que se afecten zonas diferentes a los autorizados por el dueño del predio. Esta señalización podrá estar conformada por conos, cintas de seguridad, reductores; señales pintadas en el piso, árboles, postes, etc.

PROGRAMA DE MANEJO Y ADECUACIÓN DE VIAS DE ACCESO

Subprograma: Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso | **Identificación: PMF-11**

Al final de la instalación el Contratista, supervisión y la comunidad realizarán una evaluación del estado de los accesos para verificar su estado final.

Lugar de Aplicación

A lo largo de los corredores viales utilizados para la construcción de la UF1 y en el corredor del Derecho de Vía.
Frentes de obra donde se utilice maquinaria y equipos para la construcción.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Señalización frentes de obra y sitios temporales		X		Continuo	**36**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Los costos se encuentran asociados a las actividades de construcción del proyecto				

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Permisos de acceso	(Número de permisos comunitarios y/o privados para uso de accesos obtenido/ Número de permisos comunitarios y/o privados para uso de accesos requeridos) *100		X	X		100	m	Si	100	Acta de accesos, registro fotográfico y/o fílmico
Accesos recuperados	(Metros lineales de accesos recuperados/Metros lineales de accesos afectados) *100		X	X		100	m	Si	100	Acta de accesos, registro fotográfico y/o fílmico

11.1.1.1.5 Programa de construcción del túnel

L. Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto. PMF-12

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL					
Subprograma: Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto		**Identificación: PMF-12**			
Objetivos					
• Establecer las medidas para minimizar los impactos generados por la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de los sitios y demás infraestructura asociada que se contempla para la construcción de los portales del túnel proyectado.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Generación y/o activación de procesos denudativos	Ejecución del 100 % de las medidas propuestas para el correcto manejo de las instalaciones temporales. Realizar una inspección mensual de las medidas de manejo previstas para la infraestructura de apoyo y en caso de requerir la ejecución de medidas adicionales. Dejar las zonas utilizadas para la instalación de áreas temporales, en las condiciones acordadas con los propietarios de los predios y las áreas de construcción del proyecto, según sea el caso.	X	X	X	
Cambios en la calidad de agua del acuífero		X	X	X	
Cambios en las características de los suelos		X	X	X	
Generación de conflictos con la comunidad		X	X	X	
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					

Localización de instalaciones temporales

La ubicación se sitios de acopio temporal se proyectan en zonas aledañas a los portales de los túneles del proyecto, como se lista a continuación:

- El primero sitio de acopio se encuentra en el portal de acceso localizado en la abscisa K60+075. Esta zona contará con un área del orden de 0,70 Ha.
- El segundo sitio de acopio se encuentra en el portal de acceso localizado en la abscisa K58+745. Esta zona contará con un área del orden de 1,01 Ha.

Para establecer estos sitios temporales que funcionaran durante la etapa de construcción del túnel se tuvieron en cuenta las siguientes recomendaciones, mismas que se tendrán en cuenta para los que se ubicarán en los frentes de obra:

Fueron localizados cerca de la zona donde se estarán llevando a cabo los trabajos obra, y distanciados de las rondas de corrientes de agua (cauces menores), y de sitios inestables.

Se construirán las obras necesarias para el manejo de las aguas de escorrentía, como canales

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto	**Identificación: PMF-12**

recolectores perimetrales y descoles (ver ficha PMF-01: Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica).

El descapote se realizará sólo en el área estrictamente necesaria para la construcción de la infraestructura asociada. El material retirado será utilizado para cubrir, en lo posible, zonas erosionadas aledañas al sitio (ver ficha PMB-01: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote).

Los cortes de terreno, rellenos y remoción de la vegetación existente serán los estrictamente necesarios. Antes de la instalación se deberá realizar un registro fotográfico para que se tenga un reconocimiento de las áreas antes de la intervención y así poder recuperarlas una vez finalizado el Proyecto; igualmente, se realizarán las actas de vecindad del predio.

El manejo de residuos líquidos ocasionado durante la instalación de esta infraestructura seguirá lo propuesto en la Ficha PMF-06 (Manejo de residuos líquidos) planteado en el presente estudio.

El manejo de los residuos sólidos ocasionado durante la instalación de esta infraestructura seguirá las medidas establecidas en la Ficha PMF-5 (Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales) propuestas en el presente PMA.

Funcionamiento de instalaciones temporales

- Durante el funcionamiento, se prevé la generación de residuos líquidos y sólidos, cuyo manejo se encuentra establecido en el presente PMA (Fichas PMF- 06 y PMF – 5, respectivamente).

- Estos sitios estarán señalizados en su totalidad, diferenciando cada una de las áreas internas según los diseños aprobados; deberán tener señales tales como salidas de emergencia, ubicación de extintores, almacén, uso de elementos de protección personal y todas aquellas que se requieran para la prevención de accidentes.

Contarán con equipos para control de incendios – extintores –. El número de estos deberá ser determinado por el área a proteger y el tipo de extintor será de acuerdo a la clase de fuego que se pueda generar; deberán estar ubicados en sitios estratégicos, señalizados y a la altura adecuada. Se contará con material de primeros auxilios tal como botiquín (según el programa de Higiene y Salud Ocupacional de la concesión), camilla fija con soporte, colchoneta, almohada pequeña, etc.

- Se contará con unidades sanitarias en los frentes de obra y lugares temporales; una por cada quince trabajadores, diferenciadas por sexos y dotadas de todos los elementos necesarios de aseo personal. Igualmente se contará con una ducha para casos de emergencia. Siguiendo lo estipulado en Ficha PMF-06 (Manejo de residuos líquidos).

- Se ejecutará el programa de Higiene y Salud Ocupacional de la Concesión.

- En cuanto a los sitios temporales de acopio de los diferentes materiales de construcción, estos cumplirán con las medidas establecidas en la Ficha PMF – 03 (Manejo materiales y

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto | **Identificación: PMF-12**

equipos de construcción) y la Ficha PMF – 11 (Manejo de aguas superficiales).

Desmantelamiento de instalaciones temporales

En el caso que la infraestructura que conforman estos pueden servir para la comunidad aledaña al Proyecto, se acordará de manera oficial con dicha comunidad si las instalaciones puedan ser cedidas, en cuyo caso no serán desmontadas y/o desmanteladas y se entregarán para la administración, previa aprobación explícita de las partes y la autoridad ambiental.

En caso de no llegar a un acuerdo en cuanto a la cesión de la infraestructura, se desmantelarán las instalaciones temporales y se recuperará la zona intervenida para dejarla igual o en mejores condiciones a como se encontraban inicialmente.

Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas. Si en algún momento la comunidad o autoridad local solicita que las instalaciones sean donadas al municipio, esto tendrá que ser aprobado por la autoridad ambiental. También se podrá evaluar su utilización en otros Proyectos.

En complemento a lo anterior, se deberá consultar el capítulo 11.4 (Plan desmantelamiento y abandono) del presente EIA.

Se deberán retirar de las áreas usadas todos los materiales que potencialmente representen peligro en manos no aptas para el manejo del elemento, como canecas metálicas, elementos metálicos o líquidos corrosivos.

Lugar de Aplicación

En las zonas donde se ubicarán las instalaciones temporales y los sitios de acopio para los portales de los túneles.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Instalación de las instalaciones temporales		X		Temporal	**22**	Mes	
Funcionamiento de instalaciones temporales		X		Temporal	**22**	Mes	
Desmantelamiento de las instalaciones temporales			X	Temporal	**2**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto | **Identificación: PMF-12**

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Los costos se encuentran asociados a las actividades de construcción del proyecto				

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Acciones de manejo	Nº de acciones de manejo implementadas / Nº de acciones programadas		X	X		100				Programa de inspección Formatos de inspección Registros fotográficos
Áreas de acopio	Nº de áreas temporales desmanteladas y entregadas / Nº plataformas de trabajo o instalaciones temporales instaladas		X	X		100				Actas de disposición Registros fotográficos

M. Manejo de explosivos y ejecución de voladuras. PMF-13

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Objetivos

Establecer las obras, medidas y actividades requeridas para el almacenamiento y uso de explosivos.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación y /o activación de procesos denudativos,	Dar cumplimiento al 100% de las medidas establecidas en esta Ficha. Cero incidentes por el manejo de explosivos		X	X	
Cambios en la calidad de agua del acuífero			X	X	
Alteración en la calidad del aire por emisión			X	X	
Cambio en los niveles de presión sonora			X	X	
Cambio en el uso del suelo			X	X	
Cambios en las características de los suelos			X	X	
Alteración del paisaje			X	X	

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Verificación de permisos de uso de explosivos

Ante el Ministerio de Defensa Nacional de Colombia, se debe solicitar el permiso de uso de explosivos para la obra específica, de acuerdo con el Decreto 2535 del 17 de diciembre 1993.

Transporte de materiales y explosivos

- El transporte de explosivos debe regularse mediante las disposiciones internas de seguridad que estarán incluidas en el plan de voladuras elaborado para el Proyecto, las cuales deben ser conocidas por todas las personas encargadas del uso y manejo de los explosivos.
- Está prohibido transportar conjuntamente explosivos y cualquier mecanismo de iniciación de estos.
- El transporte de explosivos no deber coincidir con la entrada y salida de los relevos principales en labores de interior y evitar, en la medida de lo posible, la coincidencia con aglomeraciones en las vías de acceso.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

- Las cajas que se usen para transportar explosivos deben estar alejadas del sol, calor y de la humedad.

- Los vehículos o recipientes en los que se realice el transporte de explosivos, así como el personal encargado de los mismos, deben estar autorizados por el departamento de control y comercio de armas.

- Los explosivos se deben transportar en sus envases originales o en sacos o mochilas especiales con capacidad máxima de 25 kg.

- Los detonadores y accesorios se transportarán en sus envases de origen o en cartucheras apropiadas, con cierre eficaz y en las que no puedan producirse el choque de los detonadores.

- Durante el transporte de explosivos, no se deberán utilizar equipos que funcionen con radiofrecuencias, especialmente en el transporte de detonadores eléctricos.

- Se debe revisar cuidadosamente las condiciones eléctricas del vehículo.

- Una vez que el explosivo esté en la zona de voladura debe prohibirse el acceso a la misma de cualquier tipo de maquinaria externa a la voladura. Además, los explosivos y detonadores se colocarán separados entre sí.

- Los vehículos usados para el transporte de explosivos deben ser lo suficientemente fuerte para transportar sin dificultades y estar permanentemente en excelentes condiciones mecánicas y de seguridad. Estos deben estar provistos de extintores de incendios, los cuales deben ser examinados y recargados conforme a lo establecido en la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social o la que la modifique, adicione o sustituya: el número de extintores debe establecerse de acuerdo con el peso bruto del vehículo de conformidad con lo dispuesto por INDUMIL. También deben disponer de sistemas para bloquear las ruedas. Cuando estén impulsados por un motor de combustión interna, la batería debe tener un conmutador que permita aislarla.

En la operación de los vehículos en los que se transporte explosivos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los conductores de los vehículos deben conocer las regulaciones de tránsito interno y las concernientes al material que transportan. También deben cumplir con la reglamentación establecida por el Ministerio de Transporte. Y debe estar entrenado y capacitado para realizar la labor y no debe abandonar el vehículo durante el recorrido. Así como debe llevar una puesta a tierra para eliminar los riesgos de electricidad estática.

- Que la carga no exceda del ochenta por ciento (80%) de la capacidad total de carga del automotor.

- Mientras estén cargados, los vehículos no deberán estacionarse en garajes o talleres para reparación o mantenimiento, ni entrar a las estaciones de servicio para aprovisionarse de combustibles.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras | **Identificación: PMF-13**

- Desde la entrega de los materiales explosivos y accesorios de voladura, por parte de la autoridad militar, estos deben ser conducidos y descargados únicamente en el polvorín.

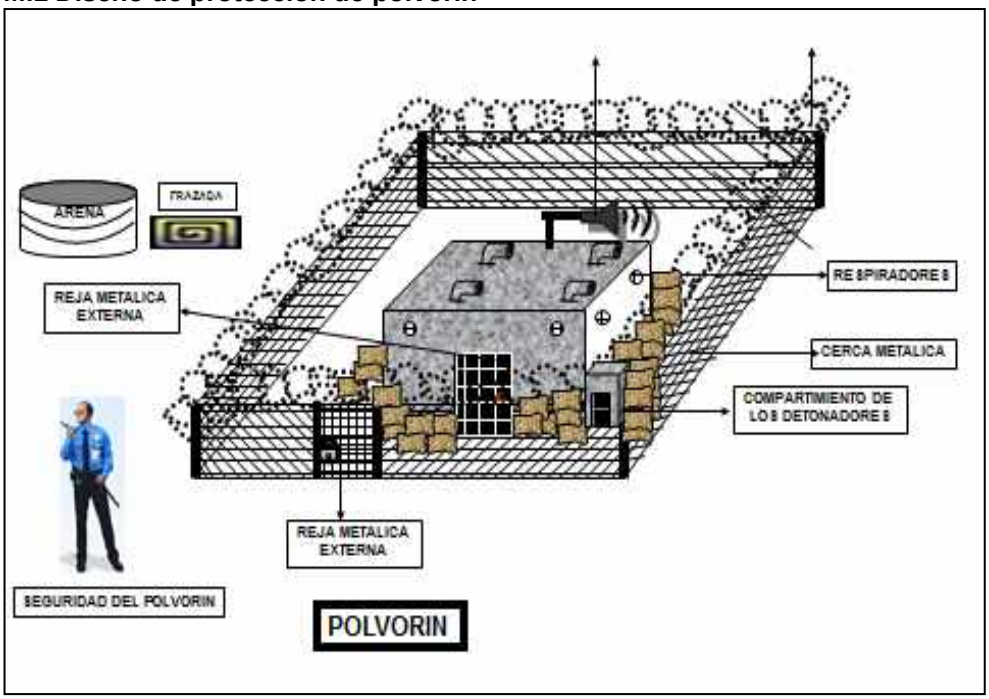
- El transporte de explosivos y elementos utilizados en voladuras no debe realizarse juntamente con el de personal, excepto cuando son personas responsables de su manejo y cuidado.

- El transporte de los explosivos desde el polvorín hasta los frentes de trabajo, lo efectuará el personal capacitado para este oficio, los elementos utilizados en las voladuras (explosivos y accesorios de voladura), deben transportarse separadamente en alojamientos que los protejan de los golpes y la ignición; estos alojamientos podrán estar recubiertos en materiales como madera, cuero, lámina plástica antiestática

Almacenamiento en la Obra

Únicamente existirá almacenamiento para unos 15 días de labores aproximadamente, tanto iniciadores como material de producción. El Ministerio de Defensa dictamina condiciones específicas para cada caso y expide recomendaciones específicas sobre el lugar del —polvorín‖ (acopio central de explosivos). Ver Figura M.1.

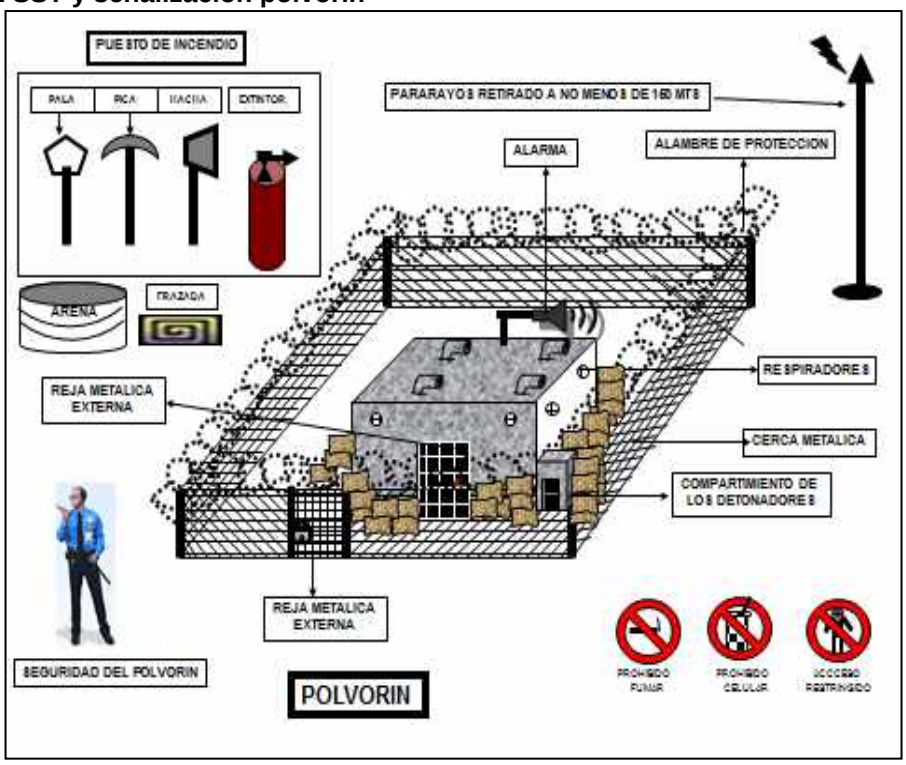
Figura M.1 Diseño de protección de polvorín



PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Figura M.2 SST y señalización polvorín



Los explosivos solo podrán almacenarse en depósitos autorizados. Todo tipo de depósito deberá estar convenientemente señalizado.

Los explosivos y los accesorios de voladura deben almacenarse en construcciones independientes para cada material, destinadas exclusivamente para tal fin, sólidas, a prueba de incendios balas y explosiones, con adecuada iluminación, buena ventilación, situadas en un lugar convenientemente alejado de edificaciones, vías férreas o carreteras, provistas de cámaras de amortiguación o resonancia, entre otros, cumpliendo las mínimas distancias establecidas por la Industria Militar INDUMIL. Ver

Figura M.2.

Los polvorines fijos serian ubicados en la entrada y a la salida del túnel de Occidente para poder tener buen abastecimiento de material de explosivo en los frentes de trabajo.

Almacenamiento y Ubicación del Polvorín

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Todo almacenamiento de explosivos debe ubicarse y construirse dejando una distancia mínima de cien (100) metros a bocaminas, teniendo en cuenta las cantidades máximas de explosivos y accesorios de voladura que se van a almacenar y las tablas de distancias de seguridad dispuestas por la Industria Militar.

Queda prohibido almacenar en los polvorines material diferente a los explosivos, tal como: pinturas, maderas, basuras, residuos sólidos, cartones o cualquier otro elemento distinto de los explosivos. En un radio de 15,25 metros de los accesos al polvorín, no se pueden almacenar materiales inflamables. También se prohíbe a esta distancia hacer trabajos que puedan producir chispas o llamas como soldaduras o reparaciones eléctricas.

Cada instalación de almacenamiento de explosivos o polvorín debe estar provista de avisos de peligro en un radio no menor de diez metros (10 m); esta zona se debe conservar libre de hierbas, basuras, retal de madera, papeles y materiales combustibles.

Para la construcción de almacenes de explosivos, se elegirán terrenos de fácil acceso, firmes y secos, no expuestos a inundaciones y despejados de pastos y matorrales en un radio no inferior a 25 metros, considerados desde la periferia del edificio, o del acceso al almacén cuando éstos sean enterrados.

Los polvorines deberán instalarse en sitios despoblado, de preferencia debe elegirse un lugar, que tenga protección natural, entre cerros, o en lugares rodeados de árboles que estén más de 50 m. del polvorín, o en grandes extensiones estériles

Los polvorines no deben ubicarse en lugares expuestos a derrumbes o deslizamientos o avalanchas, por ejemplo en laderas de cerros con pendientes peligrosas.

El lugar elegido debe ser de fácil acceso para el transporte manual y, si es posible, también para el tránsito de vehículos.

Todo almacén de explosivos deberá ser ubicado y protegido de tal manera que prevenga los impactos accidentales de vehículos, rocas, bajadas de agua u otros objetos.

Se deberá contar con un sistema de alarma que permita anunciar cualquier situación de peligro, y con elementos que permitan eliminar un inicio de incendio.

Por ningún motivo se tratará de combatir un incendio ya declarado en el interior del almacén, en cuyo caso, sólo cabe dar la alarma, para que toda persona que se encuentre en los alrededores se aleje hasta un lugar protegido.

El polvorín debe ser una construcción con piso y muros laterales sólidos que opongan resistencia a los efectos de una eventual explosión, y techos livianos para que la fuerza de la onda se expanda en sentido vertical, siempre que no afecte la estabilidad del edificio ni a la seguridad del explosivo almacenado. Los clavos deben estar cubiertos por material aislante

Los techos de los polvorines deben estar construidos de material liviano, ser totalmente impermeables y aisladores.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Los pisos deben ser lisos, para evitar la acumulación de tierra o de residuos de explosivos:

— El piso debe encontrarse permanentemente seco y, en ningún caso, manchado con restos de aceite o pinturas.
— Los clavos, si existen, deben ser de cobre, enterrados y cubiertos con tapones de madera u otro material aislante.

Contarán con ventanillas o ductos de ventilación, ubicados en paredes opuestas y a distintos niveles. La boca de las ventanillas se protegerá con una rejilla o plancha metálica perforada.

La instalación de alumbrado debe ir por el exterior del almacén, proyectándose la luz desde afuera hacia el interior, los interruptores se ubicarán fuera del almacén. Se podrán excluir estas exigencias si se utilizan lámparas de seguridad contra llamas, o una instalación blindada.

Junto a la entrada, y por el exterior, se colocará en el suelo una plancha metálica conectada a tierra, debiendo ser tocada por la persona que entre al almacén, para descargar la electricidad estática que pueda tener acumulada en su cuerpo. Alternativamente se podrá instalar una barra metálica que cumpla la misma función al tocarla.

En las zonas en que sean frecuentes las tempestades eléctricas se recomienda instalar pararrayos junto a los almacenes o polvorines.

Los equipos para las voladuras (tronaduras o disparos) y las herramientas de carguío del disparo, no se deben guardar en los almacenes de explosivos, sino en recintos construidos de modo que se mantengan en buenas condiciones.

En el almacenamiento de mezclas explosivas en base a nitratos deben tomarse las mismas precauciones de seguridad que las que se adoptan con los altos explosivo.

Ninguna herramienta, excepto las de materiales no terrosos apropiados, deberá ser usada para abrir las cajas de los explosivos.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Debe existir un responsable de distribución de explosivos, quien solo entregará los mismos a personal autorizado. Se llevará un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de productos de la instalación de almacenamiento.

No se podrá fumar, ni existirá llama libre en las proximidades de depósitos de explosivos.

No se deberá golpear, ni tratar violentamente las cajas o cualquier otro elemento que contenga explosivos.

El explosivo se consumirá según la fecha de llegada a los depósitos, dando preferencia a los que lleven más tiempo en el almacenamiento.

Los explosivos y accesorios de voladura deben destruirse en forma controlada, de acuerdo con las normas establecidas, cuando se sospechen defectos, estén cumplidas las fechas de vencimiento o haya habido explosiones fallidas, así no hayan sido consumidos.

Se debe evitar el almacenamiento de estopines en el mismo polvorín, lo mismo que fulminantes.

En las entradas de los polvorines se debe montar guardia para evitar saboteo.

Se debe dotar de buen número de extinguidores en lugares de fácil acceso.

Se prohíbe la entrada a los polvorines con zapatos que tengan carramplones.

Las instalaciones eléctricas deben estar fuera del polvorín, o como mínimo deben estar debidamente protegidas a prueba de explosión, al igual que los sistemas de iluminación; los

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras | **Identificación: PMF-13**

interruptores deben ser de seguridad a prueba de explosión, cumpliendo con el Código Eléctrico Colombiano.

Las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín, se mantengan las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y velocidad del aire, recomendadas por el fabricante para la conservación de los explosivos y accesorios de voladura.

Uso de elementos de protección

Se debe tener presente, que el lugar para almacenar el explosivo debe estar suficientemente aireado, para que los gases de nitrógeno se evacuen rápidamente. La temperatura debe estar regulada, sin sobrepasar los 25 °C.

Los operarios estarán equipados con las prendas de protección siguientes:

Ropa ignífuga.
Calzado de seguridad antiestático (botas en caso de lluvia) con suela protegida contra perforaciones.
Gafas de seguridad.
Ropa de abrigo o impermeable (según condiciones climáticas).
Guantes de cuero.

En ocasiones también puede ser recomendable utilizar:

- Pantalla de protección para proyecciones.
- Protector auditivo.

- **Manejo de explosivos**

1. Carga de barrenos

Se prohíbe perforar en el frente simultáneamente cuando se ha iniciado el cargue de los barrenos.

Antes de la carga de barrenos se deberán limpiar los mismos, para evitar, en la medida de lo posible, rozamientos y atranques.

En aquellos barrenos que tengan presencia de agua, se deberá emplear el explosivo adecuado.

Es fuertemente aconsejable, disponer de medios y equipos específicos para el desagüe de barrenos.

En caso de ser necesario, por presencia de oquedades o presencia de humedad, se procederá al enfundado del barreno para la carga de explosivo a granel.

En caso de realizar la carga con explosivo encartuchado, se debe asegurar la colocación de una única fila de cartuchos en el barreno, debiendo permanecer éstos en perfecto contacto.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Si hubiera alguna posibilidad de que existiera una discontinuidad en la carga, se deberá colocar cordón detonante en toda la longitud del barreno, de gramaje suficiente, para asegurar la detonación de toda la columna de explosivo.

Se deberá reducir al máximo el desacoplamiento entre barreno y explosivo. Es decir, reducir al máximo la diferencia de diámetros entre cartucho y barreno para que el espacio de aire existente sea el menor posible. En caso contrario, puede producirse la insensibilización del explosivo por "efecto canal".

En el caso de carga de explosivo a granel, habrá que asegurarse que la cantidad de explosivo por barreno es la correcta, y que los contadores equipados muestren la cantidad correcta. Se deberá cumplir con lo establecido en el diagrama de voladura establecido para cada tipo de terreno.

Siempre se deberá comprobar que existe una concordancia entre el retacado diseñado y el retacado real, para evitar problema de proyecciones y onda aérea.

Está prohibido el cortar cartuchos de explosivo, tanto longitudinal como transversalmente, salvo que dicha operación esté regulada por las disposiciones internas de seguridad. Se deberá asegurar en este caso que se cumplan que tanto la masa crítica, como el diámetro crítico de la carga final aseguren una correcta detonación.

En caso de ser necesario el corte de cartuchos, la manipulación de éstos se deberá realizar sobre una mesa de madera y un elemento de corte afilado, para reducir el riesgo de detonación.

Para el corte del cordón detonante está terminantemente prohibido el uso de elementos tales como tijeras o tenazas, y se deberá realizar con navaja y realizando el corte al aire. El uso de tijeras o tenazas implica un riesgo elevado de explosión, por lo que se deben utilizar equipos anti chispa.

En barrenos verticales profundos, el cartucho cebo (siendo éste el cartucho en el que está colocado el detonador) no se dejará caer violentamente.

En todo tipo de barrenos, el explosivo no se introducirá violentamente. También está prohibido retirar las cargas explosivas una vez que sean introducidas en el barreno.

Todos los utensilios por emplear en la carga de voladuras deberán estar siempre homologados y/o recomendados por el fabricante.

2. Preparación del cartucho cebo

Se denomina cartucho cebo al que se utiliza para alojar en su interior el detonador. La preparación del cartucho cebo seguirá al menos las siguientes normas de seguridad:

Durante la preparación del cartucho cebo, los hilos del detonador eléctrico permanecerán cortocircuitados.

Solo deberá emplearse un cartucho cebo por barreno, salvo en aquellos casos en los que se empleen cargas espaciadas (donde habrá un cartucho cebo por cada una de las cargas

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras | **Identificación: PMF-13**

espaciadas) o en caso de emplear un segundo cartucho cebo en casos que se prevea un posible fallo de iniciación.

El detonador se colocará en un extremo del cartucho y paralelamente al eje longitudinal del mismo. Preferentemente, el detonador se colocará en el mismo eje del cartucho.

El detonador se colocará inmediatamente antes de la carga en el barreno, nunca con antelación a la misma.

Es aconsejable utilizar un punzón, de madera o latón, para abrir un agujero en el cartucho y posteriormente introducir el detonador. Nunca se debe forzar el detonador para introducirlo en el cartucho.

En caso de tener que desactivar un cartucho cebo, la operación debe ser realizada por la misma persona que lo preparó.

3. Retacado

El retacado tiene como misión asegurar el confinamiento del explosivo. Durante la realización del retacado deben observarse, al menos, las siguientes normas de seguridad:

La longitud del retacado no será nunca inferior a la piedra de la voladura.

Como material de retacado se empelará detritus de perforación, arcilla, sal, etc., siempre que posea la granulometría adecuada, asegurando que no hay tamaños gruesos que actúen como posibles proyecciones.

Está demostrado que para el retacado de barrenos es más efectivo el uso de gravilla de tamaño granulométrico de 6 – 20 mm o de 12 – 20 mm.

Los atacadores serán de madera o cualquier otro material antiestático, sin aristas vivas, que pudieran dañar la conexión con el detonador (cable eléctrico o tubo de transmisión).

4. Uso y manejo de detonadores

4.1 Detonadores Eléctricos

El uso y manejo de detonadores eléctricos debe regirse, al menos, por las siguientes normas de seguridad:

Cuando se manejen detonadores eléctricos se dispondrá en la zona de voladura de una pica de cobre anclada al terreno, de forma que los artilleros y cualquier otra persona en contacto con los mismos puedan tocarla para evitar la descarga de electricidad estática sobre el detonador.

Los cables de los detonadores permanecerán cortocircuitados hasta el momento de su conexión.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Nunca se deben mezclar detonadores eléctricos de distinta sensibilidad. En caso contrario pueden existir fallos por corte de corriente porque no se inflaman las cerillas de todos los detonadores al mismo tiempo, con la intensidad de corriente recomendada por el fabricante.

Cuando se manejen detonadores eléctricos, se debe utilizar calzado semiconductor y ropa antiestática, evitando materiales sintéticos.

Los vehículos autorizados para el transporte de detonadores deben tener conexión a tierra. Cuando un operario baje del vehículo, portando detonadores eléctricos en sus manos, no se tocará el vehículo bajo ningún concepto.

Si hubiera presencia de líneas de eléctricas que pudieran afectar a la voladura, se deberá asegurar que no hay corrientes erráticas o inducidas que puedan afectar a la voladura. Para ello, se puede realizar un estudio de corrientes erráticas.

Con independencia de este estudio, en proximidades de líneas eléctricas de alta tensión, se recomienda la utilización de detonadores de Alta Insensibilidad.

En las proximidades de las voladuras no se utilizarán teléfonos móviles o emisoras, evitando cualquier tipo de radiofrecuencia.

Para eliminar el riesgo de la afección por corrientes antiestáticas de los detonadores eléctricos de la voladura, se recomienda evaluar el uso de detonadores no eléctricos o electrónicos.

4.2 Detonadores de Mecha Lenta

Siempre manipular la mecha con cuidado, sin dañar la cubierta.

Siempre encender la mecha con un encendedor apropiado para ese fin. Si se utiliza un fósforo, rajar el extremo de la mecha e insertar la cabeza del fósforo dentro de esta hendidura. Entonces frotar la cabeza del fósforo con la superficie de encendido de la caja de fósforos.

Nunca utilizar mecha de longitud corta. No deben usarse tramos menores de 90 cm.

Siempre conocer el tiempo que tarda en quemar la mecha, y asegurarse de tener un tiempo suficiente para llegar a un lugar seguro después de encenderla. En disparos grandes calcular bien el tiempo total de encendido de las mechas para prevenir tiros prematuros mientras aún se está trabajando en el frente de la labor.

Nunca cortar la mecha sino inmediatamente antes de fijarla en el fulminante. Cortarla tres o cuatro centímetros de la punta al inicio de la operación del encapsulado, para asegurar que el extremo esté seco.

Siempre cortar la mecha a escuadra usando un cuchillo o navaja afilada y limpia.

Nunca fijar los fulminantes a la mecha sin utilizar el alicate especial de encapsulado o máquinas especialmente diseñadas para este fin. Cerciorarse que el fulminante quede bien fijado a la mecha, para evitar que se desprenda o que se humedezca.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Nunca encender la mecha sin antes cubrir el explosivo lo suficiente para impedir que las chispas o cabezas de fósforo puedan hacer contacto con el explosivo. Esto naturalmente con el explosivo que este fuera del taladro.

Nunca tener explosivos en la mano al encender la mecha.

Siempre mantener distancia segura y cobertura de protección cuando se efectúan disparos secundarios: plastas, cachorros, etc.

Siempre asegurarse que los empates de las cápsulas conectoras con la mecha de seguridad y con la mecha rápida (cordón de ignición) cuando este método de encendido sea empleado, estén bien hechos, para evitar fallas de encendido.

Siempre al utilizar la mecha rápida asegurar que las mechas de seguridad del frente de disparo se hayan encendido antes de que detone la primera carga. Y en los tajeos que tengan tandas largas, se debe asegurar que la detonación de la primera carga no afecte el tren de encendido del resto de los taladros

5. Línea de tiro

5.1 Sistema Eléctrico

Cuando se emplean detonadores eléctricos para el inicio de la voladura, empleando explosores de condensador, se tendrán en cuenta las recomendaciones siguientes:

Los extremos de la línea de tiro permanecerán cortocircuitados hasta el momento de su conexión a los detonadores de la voladura y al explosor.

Cuando las voladuras se realicen a una distancia inferior a 200 m de centros de producción y transformación de energía eléctrica, o líneas de alta y baja tensión, la línea de tiro se dispondrá perpendicular a la línea eléctrica y se anclará en el suelo. Los empalmes se deberán cubrir con conectadores antiestáticos, sin enrollar los cables de estos.

Siempre manipular los detonadores electrónicos con mucho cuidado.

Nunca golpearlos o lanzarlos.

Siempre conservar los conectores de los detonadores cerrados luego de la asignación de tiempos hasta el momento de la conexión.

Siempre al realizar el carguío y tapado de los taladros evitar maltratar y/o aplastar los cables superficiales.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Siempre revisar los equipos de control (Tagger Lite, Bench Box, Base Station) en la oficina realizando el check list de funcionamiento, canales de radio frecuencia, llaves de encriptado y estado de baterías.

Siempre llevar al campo todas las herramientas necesarias (pelacables, alicate, cuchilla, cinta aislante) y equipos de reemplazo (Siempre uno más).

Siempre verifique los tiempos y la cantidad de detonadores testeados con su plano de diseño.

Nunca exceder los límites del Sistema estipulados por el fabricante (cantidad de detonadores, longitud de cables superficiales, distancia de conexión en radio-frecuencia).

Nunca manipular celulares a menos de 5 metros de los detonadores y equipos de control.

Nunca colocar la antena de radio-frecuencia a menos de 1 metro de los detonadores.

Nunca trabajar a menos de 20 cm. de la antena de radio-frecuencia.

Nunca entregar la llave de disparo a una persona que no está calificada y certificada en el manejo del Sistema, Siempre llevarla consigo.

5.2 Sistema no Eléctrico

Siempre utilizar cordón detonante de bajo gramaje para iniciar los detonadores.

Siempre utilizar el conector “J”, para engrampar el cordón detonante, en el caso de no contar con este accesorio hacer
solamente un nudo para envolver el tubo de choque.

Siempre armar el plan de iniciación haciendo circuitos cerrados con el cordón detonante.

Siempre aplicar el punto de conexión entre el cordón detonante y el tubo de choque lo más cercano posible a la boca del taladro.

Siempre conectar el tubo de choque y el cordón detonante formando un ángulo recto.

Siempre mantener una distancia mínima de 20 cm. entre el detonador y los nudos de cordón detonante.

Siempre utilizar cinta adhesiva para hacer contacto íntimo entre el cordón detonante y el fulminante ensamblado en la mecha de seguridad.

Siempre el punto de contacto del conector ensamblado y el cordón detonante debe estar por lo menos a un metro de distancia del punto de inicio del circuito donde están conectados los detonadores.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Siempre utilizar adecuada longitud de cordón detonante para que el tubo de choque de los detonadores alcance a conectarse fuera de la zona influencia del sello ultrasónico, debiendo mantenerse el punto de contacto del cordón detonante y el tubo de choque a una distancia de 30 cm. Del sello aproximadamente.

Nunca tensionar excesivamente el tubo de choque del detonador.

Nunca cortar o romper tensionando el tubo de choque del detonador (puede haber generación de electricidad estática activando al detonador).

Nunca cruzar el tubo de choque del detonador con las líneas de cordón detonante.

Nunca iniciar el detonador con cordón detonante de gramaje superior a 5 g/m.

Nunca iniciar el tubo de choque del detonador o el cordón detonante direccionando el detonador en el sentido opuesto a la propagación de la detonación.

Nunca aplicar el detonador no eléctrico en circuitos abiertos de cordón detonante para iniciar la voladura.

Nunca pasar los vehículos sobre el tubo de choque del detonador.

Nunca cruzar las líneas de detonación entre los cordones detonantes.

Nunca tensionar excesivamente los cordones detonantes ni sus nudos de conexión.

Nunca formar ángulos reversos durante la conexión entre las líneas de cordón detonante, ni entre estas y el tubo de choque del detonador.

Nunca formar ángulos agudos con las líneas de detonación.

6. Disparo de la voladura

Al conectar la mecha con el Full para dar inicio al proceso de voladura y finalizado el proceso de amarre del cordón detonante a los conectores, la persona responsable de la misma deberá adoptar, al menos, las siguientes medidas de seguridad:

Deberá pasar entre la carga y el disparo de la voladura el menor tiempo posible.

Antes de conectar la línea de tiro al explosor, se comprobará que todos los posibles accesos a la zona de voladura están cortados y que se han retirado todos los equipos y materiales que pudieran ser alcanzados por las proyecciones de la misma.

El artillero responsable del disparo será el último en abandonar la zona de voladura y tendrá siempre en su poder el explosor, o bien, la llave de accionamiento del mismo.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Instantes antes del disparo se avisará del mismo mediante señales acústicas, y, en su caso también ópticas.

El disparo se efectuará desde un refugio que ofrezca suficientes garantías de protección. Después del disparo de la voladura el responsable de esta comprobará la no existencia de barrenos fallidos. En caso de la existencia de barrenos fallidos, se actuará en consecuencia.

Cuando se presente una falla total o parcial de la voladura en el frente, se deben revisar cuidadosamente las conexiones, repararlas si es el caso, reiniciar y/o efectuar una nueva detonación.

El personal y los equipos mecánicos solo podrán retornar a la zona de voladura cuando el responsable de esta lo autorice expresamente.

Asimismo, el corte de caminos y accesos permanecerán cortados hasta que el responsable de la voladura lo autorice expresamente.

7. Explosores y otros iniciadores

En el caso de emplear explosores de condensador para la iniciación de voladuras eléctricas, será necesario comprobar siempre que la capacidad del explosor es suficiente para la iniciación del número y tipo de sensibilidad de los detonadores existentes.

No se deberá nunca accionar un explosor de condensador en vacío.

El explosor (o iniciador de pegas no eléctricas) siempre debe estar homologado y haber pasado las revisiones oportunas para asegurar su correcto funcionamiento.

Se recomienda tener en la voladura los recambios oportunos para resolver problemas de funcionamiento, como pueden ser baterías adicionales en explosores eléctricos (no de condensador), tener un electrodo de repuesto para los iniciadores no eléctricos, así como pilas adicionales para este último iniciador.

8. Barrenos fallidos

Se denomina barreno fallido aquel que no se ha iniciado en su debido momento de acuerdo con el plan de tiro y por tanto conserva explosivo en su interior después del disparo.

Se deben señalizar los barrenos fallidos de manera adecuada y visible, prohibiendo el acceso a la voladura.

Se debe desactivar el barreno fallido a la mayor brevedad posible, debiendo hacerlo personal especializado.

Para la desactivación se debe proceder a la comprobación de las condiciones del detonador, para proceder al redisparo del mismo.

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: PMF-13**

Para el retiro del material explosivo que se encuentre al interior del barreno y se evidencie la unión con algún tipo de conector se deberá implementar agua a presión acompañada con elementos anti chispa para la extracción segura del material.

En caso de existir restos de explosivo en el barreno, aun habiendo sido iniciado el detonador, se deberá proceder a la señalización del mismo y a informar a los equipos de carga para que actúen con precaución en caso de aparecer explosivo en la pila de material volado.

En caso de que aparezca explosivo, se deberá notificar al responsable de la voladura para que proceda a la retirada del mismo de manera adecuada.

9. Comprobaciones

En pegas eléctricas y electrónicas, las comprobaciones que se realicen de la línea de tiro y de los detonadores se efectuarán siempre desde el refugio de disparo.

Cuando se tenga duda sobre el correcto funcionamiento de un detonador determinado, es aconsejable realizar la comprobación del mismo, junto con otros que estén dentro del circuito de voladura.

La línea de tiro no debe estar en contacto directo con elementos metálicos ni eléctricos. En pegas no eléctricas, siempre se procederá a una comprobación visual de modo que se detecten posibles fallos de conexión.

En caso de existir diferencias entre los datos comprobados y los estimados, se procederá a una revisión del circuito de voladura hasta que se detecte el posible error.

En el caso de voladuras con detonadores electrónicos, se deberán realizar todas las comprobaciones establecidas en el protocolo de disparo establecido por el fabricante, y no deshabilitar ninguna de estas funciones en el lugar de disparo.

Consideraciones finales:

Al inicio de la obra, sería recomendable obtener las leyes de transmisividad del macizo rocoso, con el objeto de ajustar el estudio previo de vibraciones a los datos reales del macizo.

Una vez estimada las leyes de transmisividad y el criterio de prevención, no debería existir ninguna afección sobre el túnel existente, que obligara a disminuir los pases de avance en el túnel principal y por lo tanto ocasionar un retraso en el plan de obra por motivo de las afecciones por vibraciones.

Para la iniciación de la voladura se recomienda el empleo de detonadores no eléctricos, ya que además de ser más seguros que los eléctricos, si fuera necesario permiten iniciar la voladura tiro a tiro, disminuyendo de esta manera la carga máxima operante en cada acaso.

Lugar de Aplicación
Lugares de almacenamiento Túneles Taludes de corte

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Subprograma: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras | **Identificación: PMF-13**

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Verificación de permisos		X		Temporal	**36**	Mes	
Transporte de explosivos		X		Temporal	**30**	Mes	
Almacenamiento de explosivos		X		Temporal	**30**	Mes	
Voladuras		X		Temporal	**30**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Los costos se encuentran asociados a las actividades de construcción del proyecto				

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Sitios de acopio de explosivos	Nº de sitios con uso adecuado de explosivos / Nº total de sitios que requieran uso de explosivos		X	X		100	%	SI		Programa de inspección Formatos de inspección Registros fotográficos
Control de número de detonaciones	Nº de detonaciones realizadas / Nº de detonaciones planeadas		X	X		100	%	SI		Programa de inspección Formatos de inspección Registros fotográficos
Control de Carga de explosivos	Carga de explosivos utilizada / Carga de explosivos planeada		X	X		100	M%	SI		Programa de inspección Formatos de inspección Registros fotográficos

11.1.1.2 Medio Biótico

Las fichas del medio biótico se han formulado básicamente para dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre los elementos de flora y fauna.

Listado de programas y fichas de manejo para el medio biótico

Programas de manejo del suelo	
Código	**Nombre de la ficha**
PMB-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote
PMB-02	Manejo de flora
PMB-03	Manejo de aprovechamiento forestal
PMB-04	Revegetalización de áreas intervenidas
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y a la protección y conservación de hábitats	
Código	**Nombre de la ficha**
PMB-05	Manejo de fauna silvestre
PMB-06	Protección y conservación de hábitats

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

11.1.1.2.1 Programa de manejo del suelo

N. Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote. PMB-01

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote		**Identificación: PMB-01**			
Objetivos					
• Implementar medidas de manejo ambiental para la remoción de la cobertura vegetal y el descapote. • Implementar medidas de prevención contra la afectación o el corte innecesario del material vegetal. • Evitar el deterioro y pérdida de material orgánico. • Prevenir la pérdida de cobertura vegetal a permanecer.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambios en la cobertura vegetal Cambios en las características de los suelos	Disponer adecuadamente el 100% de la capa vegetal y el suelo orgánico obtenido por las actividades del proyecto.		**X**		
Cambios en la cobertura vegetal Modificación de la calidad paisajística Modificación de la conectividad de ecosistemas	Evitar al 100 % la afectación o corte innecesario de material vegetal.	**X**			
Cambios en la cobertura vegetal	Aprovechar el 70% del material orgánico producto del descapote para la posterior restauración de áreas intervenidas por el proyecto		**X**		
Cambios en la cobertura vegetal Intervención áreas de manejo especial	Garantizar la protección de la cobertura vegetal a permanecer	**X**			
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					
MEDIDAS DE PREVENCION • **Manejo de remoción de cobertura vegetal** A continuación, se presentan las medidas ambientales para el adecuado manejo de las actividades de remoción de la cobertura vegetal, minimizando la afectación de áreas aledañas que no sean objeto de intervención. Esta actividad comprende todas aquellas acciones que permiten alcanzar las cotas indicadas en los planos del proyecto para la ejecución de las diversas obras. Incluye delimitación de áreas a afectar, limpieza del terreno, remoción de la capa superficial y descapote necesario de las áreas cubiertas de rastrojo, maleza, cultivos, remoción de tocones y raíces que obstaculicen la ejecución de las obras y que impidan el trabajo normal del equipo de movimiento de tierras. Incluye además					

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	**Identificación: PMB-01**

la demolición de obras preexistente en los sitios seleccionados y la disposición o eliminación de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza.

- **Desmonte y descapote**

Desmonte

El desmonte hace referencia al retiro del material vegetal de tipo arbustivo y de todo el material vegetal hasta el nivel del terreno natural, de manera tal que la superficie quede despejada (no incluye el aprovechamiento forestal el cual se presenta en la FICHA PMB-03). Esta actividad contempla la tala y eventual corte de arbustos, el corte de maleza, y tocones, así como la remoción, transporte y disposición de todos los residuos respectivos a las áreas de disposición temporales. El desmonte de arbustos se realizará manualmente con machete o motosierra; se cortan los individuos por la sección más cercana a la superficie del suelo y se aíslan de otros cuerpos; luego se apila dicho material para ser transportado a la zona de disposición temporal de la capa vegetal. En las actividades de desmonte, se recomiendan las siguientes medidas de manejo:

- De ser necesario, se demarcará con cintas de seguridad a una altura de 1,5 m el área que será removida en el corte. La demarcación de estas zonas permite además aislar el área a intervenir y proteger las áreas que no serán sujetas a intervención y ecosistemas de manejo especial.
- El material sobrante (residuos de corte no utilizables) se dispondrá antes de proceder al descapote, ello implica:
  - La selección previa del sitio y método de disposición, considerando riesgos ambientales como incendios o afectación de la calidad del agua.
  - Se evitará colocar el material vegetal removido a una distancia inferior a los 30 metros de los cuerpos de agua o 100 metros de manantiales.
- No se permitirá la quema de vegetación o del material del corte.
- Para la intervención de individuos fustales, se recomienda seguir las actividades citadas en la ficha PMB-03.

Disposición de Residuos Vegetales y madera

Los residuos provenientes del desmonte, en las que se producen madera, ramas y raíces entre otros, deben ser manejados de la siguiente manera:

Fustes, Ramas y follaje: El material vegetal sobrante se dispondrá temporalmente en los sitios de adecuación de materiales ZODMEs autorizados.

En cuanto al material vegetal de ramas y follaje picado en trozos pequeños, podrá disponerse en ecosistemas naturales y seminaturales, con el propósito de aumentar la retención de humedad del suelo, aporte nutricional, control de la temperatura, elemento paisajístico y alimento para fauna entre otros.

La actividad de picado se puede llevar a cabo en el mismo lugar de las talas o en los sitios de disposición temporal ZODMEs. Cuando se realice in situ, los productos permanecerán por un periodo no mayor a dos semanas, para posteriormente ser llevados al sitio autorizado; se sugiere

mezclar el material proveniente de talas con el material de rocería para mejorar la velocidad de descomposición.

Disposición final en ZODME: El proceso consiste en el intercala miento de una capa de 10 cm a 15 cm de residuos vegetales, entre capas de cada 40 cm de material estéril y escombros dispuestos. Finalmente, la capa de suelo obtenida del descapote será reutilizada para recubrir definitivamente la zona de disposición final de material sobrante, extendiéndola en la superficie. En caso de presentarse zonas desprovistas de suelo orgánico, se podrá reutilizar el material en la restauración de estos sitios, con el fin de fomentar la revegetalización del área y para lograr la recuperación de la cobertura vegetal alterada durante el desarrollo de las obras. Cuando se requiera transportar los residuos de tala, se debe contar con el permiso de movilización que otorga la autoridad ambiental (INVIAS, 2011).

Fotografía N.1 Disposición de residuos vegetales

Fuente: Guía para el manejo de los productos de la tala, poda y rocería. 2010

Descapote

El descapote es la remoción de la capa orgánica, rica en materia orgánica y ácidos húmicos, compuesta, además, por microorganismos benéficos que en su actividad permiten la aireación del suelo. La remoción del suelo orgánico prevista es de 20 cm aproximadamente (profundidad) o el que se defina en campo como horizonte orgánico, el cual será almacenado en sitios adecuados para esta disposición, facilitando su utilización en la revegetalización de los taludes, cuando sea requerido.

La actividad de descapote se independizará de la explanación propiamente dicha. Se evitarán los rellenos en zonas no descapotadas con el fin de garantizar mayor estabilidad y para evitar la pérdida de la capa orgánica de las zonas de relleno, es decir que esta actividad se realizará llevando la forma del terreno hasta retirar por completo la capa orgánica.

Los cortes de descapote se harán con una maquinaria adecuada para dicha operación, de tal manera que se logre un corte máximo de 20 cm a 30 cm de profundidad. En caso de que la actividad se realice con retroexcavadora, cargador o un buldócer, el operario deberá realizar esta actividad bajo estricto control del residente o inspector ambiental.

La capa vegetal por reutilizar será acopiada para posteriormente ser empleada en la recuperación de las áreas intervenidas por el proyecto. Para el acopio se aplicarán las siguientes medidas:

- El sitio de acopio será ubicado en lugares aislados de sustancias peligrosas y de suelo estéril. Sin embargo, se recomienda que estas se ubiquen en sitios cercanos a la obra y demás áreas objeto de intervención.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote | **Identificación: PMB-01**

- El lugar de acopio debe estar alejado de los efectos de escorrentías, para evitar el arrastre y perdida del material
- El material de descapote se apilará pasto sobre pasto, tierra sobre tierra.
- El suelo debe manipularse con el menor contenido de humedad posible.
- No se puede permitir el paso de maquinaria y/o vehículos sobre el suelo acopiado.
- El suelo acopiado será protegido contra la acción erosiva del agua y del viento; y contra la acción directa del sol.
- En zonas de pendientes o media ladera para conservar provisionalmente la capa vegetal se puede hacer mediante la utilización de trinchos laterales, para evitar que por acción de aguas lluvias este material se pierda.
- Los materiales provenientes del descapote que no fueron reutilizados para la recuperación de áreas intervenidas por las obras deberán ser retirados a los sitios autorizados para disposición final de residuos sólidos.

Es de anotar la importancia en el cumplimiento de esta actividad, ya que para efecto del programa de recuperación y restauración final se debe contar con un sustrato de suelo.

Las medidas de manejo del material de descapote serán las siguientes:

- El retiro de la capa de suelo se realizará cuidadosamente para evitar la muerte de la microfauna, la contaminación con sustancias peligrosas y suelo fértil. Además, se evitará su compactación y la pérdida por erosión hídrica o eólica, así como evitar la alteración del ciclo de los compuestos nitrogenados. Las actividades de descapote se llevarán a cabo solamente en los sitios autorizados.
- Para evitar la compactación del suelo, no se realizará el paso de la maquinaria sobre él.
- El suelo acopiado se protegerá contra la acción erosiva del agua, y el aire, y contra riesgos de contaminación.
- En la medida de lo posible para proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica se dispondrá en zonas libres de inundaciones, de baja pendiente, fuera de drenajes superficiales y en pilas con su menor dimensión en la dirección del viento.
- El material de descapote se utilizará en la revegetalización de las áreas intervenidas.

Lugar de Aplicación

El manejo de la remoción de la cobertura vegetal, recuperación de material orgánico, desmonte, y descapote se realizará en las zonas objeto de intervención para la construcción de la UF1.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Manejo remoción de cobertura vegetal		X		Temporal	36	Mes	
Desmonte		X		Temporal	36	Mes	
Descapote		X		Temporal	36	Mes	

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote | **Identificación: PMB-01**

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Manejo de la remoción de la cobertura vegetal	NA	$ 9.465.040,00	Costo Operativo Incluye Costo de personal	$ 9.465.040,00
Desmonte de áreas boscosas	NA	$ 7.726.234,16	Costo Operativo Incluye Costo de personal	$7.726.234,16
Desmonte de áreas no boscosas		$ 10.240.933,8	Costo Operativo Incluye Costo de personal	$ 10.240.933,8
Total				**$ 27.432.267,96**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Material organico	Volumen (m^3) de material orgánico acopiado / Volumen (m^3) de material orgánico removido) * 100	**X**		**X**		100	% / trimestral	X	100	Formato de registro por área del volumen de material removido (m^3) / Registro fotográfico.
Material de descapote	(Volumen (m^3) material de descapote utilizado/ Volumen (m^3) material total de descapote) *100	**X**		**X**		70	% / trimestral	X	100	Formato de registro.

O. Manejo de flora. PMB-02

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Manejo de flora		**Identificación: PMB-02**			
Objetivos					
• Minimizar la afectación del recurso flora en las áreas a intervenir en donde se llevan a cabo actividades de remoción vegetal. • Realizar un manejo técnico y ambiental adecuado de la flora que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza presente en las áreas a ser intervenidas, así como de las áreas contiguas a los sitios de intervención. • Establecer las medidas de control para las especies vegetales dentro del área de intervención, especialmente para aquellas que sean objeto de manejo técnico.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambios en la cobertura vegetal	Evitar la intervención de las coberturas vegetales presentes en las áreas aledañas al proyecto, en un porcentaje del 100%	**X**			
Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Disminuir la afectación de las especies de flora que se encuentran en categoría de amenaza o veda.		**X**		
Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Garantizar que la supervivencia de las especies de flora reubicadas sea igual o mayor al 60%.		**X**		
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					

Con el fin de minimizar, prevenir y controlar el impacto sobre las especies de flora endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural existentes dentro de las áreas a afectar por el proyecto y la afectación a las coberturas vegetales aledañas a los sitios de las obras, se proponen las siguientes actividades:

MEDIDAS DE PREVENCION

- **Jornadas educativas**

Previo a las etapas de construcción y operación, se llevarán a cabo jornadas de educación ambiental, dirigidas a todo el personal vinculado al proyecto y la comunidad asentada en el Área de estudio. Estas jornadas constarán de charlas pedagógicas y material divulgativo y educativo, en las que se abordarán los siguientes temas:

- Evitar la intervención en áreas que no se encuentren licenciadas.
- Especies de flora silvestre predominante en la zona y su función en el ecosistema.
- Promoción de la conciencia ambiental incentivando la conservación de áreas de interés florístico, hábitats potenciales de especies que se encuentren en algún grado de amenaza.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo de flora	**Identificación: PMB-02**

- Normatividad ambiental nacional sobre el recurso biótico haciendo énfasis en la normatividad sobre fauna y flora amenazada (Res. 1912 de 2017) o con restricción de comercialización (CITES, 2014).
- Identificación de flora endémica, amenazada y de importancia ecológica o vedada (Tabla 11 5).

Los costos y la programación de esta actividad se incluyen en el Programa PGS-02.

- **Delimitación de áreas de manejo ambiental**

Estas actividades están encaminadas a disminuir los impactos ambientales sobre las coberturas del área de influencia del proyecto. La conservación del estado de estas coberturas y los individuos arbóreos presentes en ellas se traduce en la preservación de características ecosistémicas importantes como la conectividad y conservación de hábitats. Previo al inicio de las actividades de desmonte y descapote, se deberá planear la intervención teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las áreas de intervención serán debidamente identificadas y así controlar la afectación sobre la flora, especialmente los individuos cercanos a las áreas de intervención.
- Se prohíbe utilizar los árboles para disponer elementos (alambres, carteles, sogas, cables, ropa, etc).
- No se puede arrojar basuras ni escombros en sitios no autorizados.
- No se debe parquear vehículos o equipos en las zonas verdes.
- Los residuos del asfalto no pueden ser colocados sobre las coberturas vegetales.
- En caso de que se presente pérdida de algún árbol durante la ejecución del contrato por causas imputables al contratista, éste deberá reponerlo dentro de los 30 días siguientes. La compensación se realizará, según lo indique la autoridad ambiental. Este hecho debe ser reportado, para evitar se configure un pasivo ambiental en el cierre del proyecto.
- En el evento de ocurrir la caída de un árbol que afecte la circulación de vehículos, el concesionario debe instalar señales de tránsito (disminución de velocidad y cierre de la calzada) con el fin de prevenir y evitar accidentes, y en segunda instancia debe disponer de una cuadrilla de hombres para el retiro del individuo, en caso de ser un árbol de gran volumen se debe retirar con la ayuda de una máquina.
- El concesionario debe hacer seguimiento a la vegetación presente para determinar las acciones y medidas que se deben ejecutar, con las cuales se garanticen, tanto la conservación de la vegetación, como la seguridad de los usuarios de la vía.

MEDIDAS DE MITIGACION

Bajo esta se proponen labores de rescate, reubicación y bloqueo de especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural que se encuentren en el área de intervención y que sean aptas para su reubicación en ecosistemas equivalentes. Entendiendo que previo a la ejecución debe realizarse una evaluación rigurosa tanto del estado

físico y sanitario de las especies y su capacidad adaptativa, así como una evaluación de la disponibilidad de recursos presentes en el ecosistema semejante.

- **Recorridos de verificación de flora con importancia ecológica o vedada**

Es importante para estas actividades contar previamente con un censo riguroso de las especies e individuos a remover, por lo tanto, previo a las actividades de descapote se debe programar un recorrido al 100% del área a intervenir, con el fin de ubicar los individuos en estado de veda identificados en el censo forestal (Anexo 7-D. Base datos censo forestal) y la presencia de nuevos individuos de regeneración natural.

- **Rescate y reubicación de especies de flora con importancia ecológica o vedada**

- Especies forestales

De acuerdo con la información del censo forestal y el censo de vedas, se identifican las especies listadas en la Tabla O.1 las cuales se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza, veda o endemismo. Se propone la reubicación de los individuos brinzales de estas especies que se encuentren previo al desmonte. Para ello se debe hacer un recorrido para la identificación de este material y la verificación de la viabilidad de reubicación de individuos, la cual deberá ser evaluada por un especialista forestal, deben tenerse en cuenta aspectos como estado físico y sanitario del individuo, evaluación del lugar de reubicación, cumplir con los procedimientos, herramientas, equipos y personal capacitado necesarios, al igual que el seguimiento al estado físico y sanitario del individuo luego del traslado.

Tabla O.1 Especies de flora vascular endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural afectadas por el proyecto

Especie	Nombre Común	Ecosistema	Cantidad de Individuos	MADS (1912/2017)	UICN	Veda Nacional	Origen
Juglans neotropica	Nogal	Zonas comerciales	1	EN	EN	Resolución 316 de 1974	Nativa
Oreopanax gargantae	Higuerón	Pastos enmalezados	1				Endémica

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para el individuo arbóreo en estado de veda Nacional de la especie *Juglans neotropica*, se propone el aprovechamiento forestal con la compensación en proporción 1:7, el individuo en mención se encuentra localizado en la coordenada que se presenta en la Tabla O.2

Tabla O.2 Árbol de *Juglans neotropica* propuesto para traslado

ID Árbol	Familia	Especie	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	Coordenadas Geográficas
A647	Juglandaceae	*Juglans neotropica*	1157587,18 m.E., 1309049,25 m.N.	7°23'18.7922"N, 72°39'0.8940"W.

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Recomendaciones para tener en cuenta para la recolección de los individuos brinzales objeto de rescate cuando aplique

- Esta actividad se debe realizar antes de iniciar el aprovechamiento forestal propiamente dicho. De acuerdo con la descripción de la vegetación y de los inventarios forestales, se deben determinar los individuos a rescatar y a trasladar.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo de flora | **Identificación: PMB-02**

- Se debe contar por lo menos con las siguientes herramientas y materiales: pica, pala, palín, azadón, tijeras podadoras, palustre, bolsas plásticas (diferentes tamaños de calibre grueso), costales de fique, cajas plásticas tipo embalaje de frutales o verduras, cicatrizante hormonal, papel periódico, agua y cabuyas para amarre.
- Se deberán realizar el bloqueo de las raíces.
- Posteriormente la raíz se envuelve y se amarra con cabuya. Así queda listo el individuo para ser trasladado.

Los individuos brinzales que hayan sido rescatados deberán transportarse bajo las medidas necesarias, para causar el menor daño en los individuos, a su lugar de reubicación definitiva o un vivero temporal que se adecuará para las labores de rescate. Las zonas de reubicación deben contar con características ecológicas similares a las del sitio de remoción y el tiempo de reubicación no debe ser mayor de tres meses.

- **Especies epífitas**

Las medidas de manejo para estas especies se encuentran consignadas en el documento de solicitud de levantamiento de veda, pero se debe concientizar al personal de campo sobre la importancia de este grupo de plantas y su sensibilidad, así como el marco legal que las protege.

Adicionalmente se debe hacer una verificación antes de la ejecución de las obras con el fin de identificar especies con algún grado de amenaza. En caso de encontrarse especies en las categorías Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico según la Resolución 1912 de 2017 y la Lista Roja de la UICN, así como las que se encuentren en los Apéndices de la CITES; es responsabilidad del titular de la concesión proponer y ejecutar medidas de manejo que prevengan y mitiguen el impacto sobre estas especies.

Lugar de Aplicación

Área de intervención del proyecto.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Delimitación de áreas de manejo ambiental		X		Temporal	36	Mes	
Recorridos de verificación de especies en veda Nacional		X		Temporal	36	Mes	
Rescate y reubicación de individuos brinzales de especies de flora con importancia ecológica o vedada		X		Temporal	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Delimitación de áreas de manejo ambiental	NA	$ 3.311.770,00	Los costos de personal están	$ 3.311.770,00

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO				
Subprograma: Manejo de flora			**Identificación: PMB-02**	
			incluidos en los costos operativos	
Recorridos de verificación de especies en veda Nacional	NA	$ 2.257.580,00	Los costos de personal están incluidos en los costos operativos	$ 2.257.580,00
Total				**$ 5.569.350,0**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Área intervenida	(Área (m²) intervenida / Área (m²) prevista de intervención (planos de diseño) *100		X		X	100	% / mensual	No		Formato de registro del % por área intervenida / Registro fotográfico.
Individuos rescatados	(Nº de individuos de flora rescatada / Nº de individuos en categoría de amenaza VU, EN y vedadas encontradas) * 100 Este indicador debe ser igual al 70%	X		X		70	% / mensual	SI	100	Formato de registro del Nº de individuos rescatados / Registro fotográfico.
Individuos sobrevivientes	(Nº de individuos sobrevivientes / Nº de individuos trasladadas) * 100 Este indicador debe ser igual o superior al 60%	X		X		60	% / mensual	SI	60	Formato de registro de Nº de individuos sobrevivientes / Nº de individuos trasladados / Registro fotográfico.

P. Manejo del aprovechamiento forestal. PMB-03

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal	**Identificación: PMB-03**

Objetivos

- Implementar las medidas de manejo y control necesarias para realizar adecuadamente las actividades de aprovechamiento forestal.
- Definir estrategias para la obtención, acopio y uso racional de los recursos obtenidos por la actividad de aprovechamiento de la vegetación presente sobre las áreas a intervenir.
- Implementar medidas de manejo y control ambiental necesarios para evitar la afectación a otras áreas e individuos arbóreos fuera del proyecto.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambios en la cobertura vegetal	Implementar al 100% las medidas de manejo y control para realizar adecuadamente las actividades de aprovechamiento forestal.		X		X
Cambios en la cobertura vegetal	Cumplir con la disposición del 100% del volumen forestal extraído. Así como disponer adecuadamente el 100% de los residuos vegetales generados en el aprovechamiento forestal.		X		X
Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Implementar medidas de manejo y control ambiental para evitar al 100% la afectación a otras áreas e individuos arbóreos fuera del proyecto.		X		

Tipo de Medida: P: Prevención, M:Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Previo al desarrollo del aprovechamiento forestal se deben realizar las medidas establecidas en la Ficha PMB-02 Manejo de Flora y PMB-05 Manejo de Fauna Silvestre

Se propone el desarrollo técnico de la actividad con la cual se asegure el menor daño sobre el recurso, así como la seguridad del personal que desarrollará las labores de aprovechamiento forestal. Además, se tiene en cuenta las medidas de manejo de uso y disposición adecuadas de los productos de la actividad.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Inventario Forestal

Para cuantificar los volúmenes de madera a aprovechar por el proyecto, se realizó en el área de intervención, un censo forestal en los ecosistemas de carácter antrópico y de carácter seminatural, mientras que para los ecosistemas naturales se realizó el muestreo estadístico de las unidades de cobertura vegetal susceptibles de aprovechamiento forestal con un error de muestreo inferior al 15% y probabilidad del 95%, información que se detalla en el capítulo de demanda de recursos naturales. Los volúmenes totales a aprovechar se muestran en la
Tabla P.1, los volúmenes discriminados por ecosistemas antrópicos y arboles aislados en la Tabla P.2 y el volumen estimado para las áreas naturales en la Tabla P.3 . En la Tabla P.12 se presenta el consolidado del aprovechamiento forestal por especie.

Tabla P.1 Volumen de aprovechamiento total para el Proyecto

Tipo de Área	Volumen Solicitado (m^3)
Naturales (Muestreo)	56,70
Antrópicas (Censo)	699,94
Total General	**756,64**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla P.2 Volumen de aprovechamiento forestal en ecosistemas antrópicos y arboles aislados

BIOMA	ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,93	1,42
	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,38	0,16
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	4,24	2,58
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	168	92,96	17,38
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	39	19,40	10,65
	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	273	117,21	71,71
	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	59	14,76	7,14
	Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	7,06	2,32
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		**590**	**257,94**	**113,36**
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	2,94	1,58
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	7,25	2,90
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	149,31	52,89
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	6,48	2,85
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	109,66	48,01
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,42	0,55
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	178	112,55	65,81
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	4,61	2,46
	Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,59	0,63
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		**698**	**396,81**	**177,70**

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal | **Identificación: PMB-03**

Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	29,52	14,40
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	15	14,15	7,15
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	1,53	0,67
Total Orobioma Azonal Andino Catatumbo		**79**	**45,19**	**22,22**
Total general		**1367**	**699,94**	**313,27**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla P.3 Volumen de aprovechamiento forestal en ecosistemas naturales

Tipo de Ecosistema	Área (ha)	Área (%)	Volumen (m3/ha)	Volumen Total (m3)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	0,64	1,31%	0,13	0,083
Arbustal denso bajo	0,08	0,16%	0,09	0,007
Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04%	79,42	1,588
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	1,71	3,53%	27,78	47,53
Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18%	83,5	7,52
Total general	**2,54**	**5,22%**		**56,698**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Teniendo en cuenta la infraestructura proyectada para la construcción de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, se presenta el aprovechamiento forestal detallado por tipo de infraestructura.

Tabla P.4 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Acc-V118	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,69	2,80
		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	1,09	2,12
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	0,67	1,53
Total Acc-V118			**28**	**3,45**	**6,44**
Acc-V118-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,78	1,07
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,89	1,28
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,32	0,70
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	2,80	6,08

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal			**Identificación: PMB-03**		
Total Acc-V118-V121			**33**	**4,79**	**9,14**
Acc-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	0,43	0,87
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	1,16	2,31
Total Acc-V121			**14**	**1,59**	**3,18**
Acc-V131	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	15	2,43	4,63
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,01	0,04
Total Acc-V131			**16**	**2,44**	**4,68**
Acc-V144-V18	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,96	1,70
Total Acc-V144-V18			**2**	**0,96**	**1,70**
Acc-V148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	1,93	4,53
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	25	2,40	4,69
Total Acc-V148			**39**	**4,33**	**9,22**
Acc-V156	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,43	0,92
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	2	0,21	0,39
Total Acc-V156			**4**	**0,65**	**1,30**
Túnel /Acc-V118-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino	3	0,64	0,86
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,24	0,29
Total Túnel /Acc-V118-V121			4	**0,88**	1,15
Total general			**140**	**19,09**	**36,80**

Tabla P.5 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Alm Portal Entrada	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,16	0,38
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	5,96	11,16
Total Alm Portal Entrada			**14**	**6,12**	**11,54**
Alm Portal Salida	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,97	8,97

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal | **Identificación: PMB-03**

		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,67	2,10
Total Alm Portal Salida			**13**	**1,64**	**11,07**
Total general			**27**	**7,76**	**22,61**

Tabla P.6 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Diseño Vía	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	124	9,44	71,92
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	26	9,56	15,62
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	86	40,57	60,59
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	0,05	0,23
		Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	2,32	7,06
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,90	7,25
		Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	52,89	149,31
		Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	2,85	6,48
		Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	48,01	109,66
		Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	0,55	2,42
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	55	27,04	48,20
		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,37	2,49
		Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,63	1,59
Total general			**834**	**198,19**	**482,83**

Tabla P.7 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Polvorín 3	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	23	4,70	8,63
Total general			**23**	**4,70**	**8,63**

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal | **Identificación: PMB-03**

Tabla P.8 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Portal Entrada	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	2,66	4,11
Total general			**13**	**2,66**	**4,11**

Tabla P.9 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
VI-1	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,50	0,60
Total VI-1			**1**	**0,50**	**0,60**
VI-2	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	22	2,50	3,64
Total VI-2			**22**	**2,50**	**3,64**
Total general			**23**	**3,00**	**4,24**

Tabla P.10 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
VER 118	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	1,58	2,94
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	106	36,64	60,30
Total VER 118			**114**	**38,23**	**63,24**
VER 121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	64	8,02	13,05
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,44	1,25
Total VER 121			**75**	**8,46**	**14,30**
VER 124	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,64	1,27
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	1,09	3,78
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,36	1,26
Total VER 124			**18**	**2,10**	**6,30**
VER 131	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	2,58	4,24

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal | **Identificación: PMB-03**

		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,36
Total VER 131			**8**	**2,84**	**4,60**
VER 144	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,62
Total VER 144			**1**	**0,27**	**0,62**
VER 148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	4,35	7,90
Total VER 148			**24**	**4,35**	**7,90**
VER 156	**Orobioma Azonal Andino Catatumbo**	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	14,40	29,52
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	13	6,94	13,76
Total VER 156			**66**	**21,34**	**43,28**
Total general			**306**	**77,59**	**140,24**

Tabla P.11 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahías

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Bahía5 Acc-V148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,29	0,48
Total general			**1**	**0,29**	**0,48**

Tabla P.12 Aprovechamiento forestal por especie

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
ANACARDIACEAE	Toxicodendron striatum	6	0,35	0,69
Aquifoliaceae	Ilex laurina	2	0,19	0,72
ARALIACEAE	Oreopanax gargantae	1	0,03	0,05
BETULACEAE	Alnus acuminata	19	3,95	8,07
CLUSIACEAE	Chrysochlamys colombiana	8	0,19	0,54
CORDIACEAE	Varronia acuta	2	0,05	0,10
CUPRESSACEAE	Cupressus sempervirens	273	94,56	163,96
ESCALLONIACEAE	Escallonia paniculata	3	0,29	0,87
EUPHORBIACEAE	Alchornea grandiflora	4	2,29	4,20
FABACEAE	Acacia dealbata	121	17,73	46,16
	Acacia melanoxylon	108	6,00	29,14
	Erythrina poeppigiana	4	0,15	0,42
	Inga oerstediana	1	0,41	0,65
	Inga ornata	1	0,03	0,06
	Paraserianthes lophantha	1	0,01	0,03
	Senna robiniifolia	1	0,07	0,12
HYPERICACEAE	Vismia baccifera	6	0,42	0,73
JUGLANDACEAE	Juglans neotropica	1	0,04	0,15
LYTHRACEAE	Lafoensia acuminata	7	0,68	1,02

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO				
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal			**Identificación: PMB-03**	
MELASTOMATACEAE	Miconia theizans	1	0,13	0,21
MELIACEAE	Cedrela montana	2	1,34	4,26
MORACEAE	Ficus sp.01	14	6,51	12,58
	Ficus velutina	1	0,06	0,36
MYRICACEAE	Morella pubescens	8	0,12	0,53
MYRTACEAE	Callistemon speciosus	1	0,01	0,04
	Calycolpus moritzianus	35	3,90	8,57
	Eucalyptus camaldulensis	105	38,22	79,53
	Eucalyptus globulus	239	87,23	189,98
	Eucalyptus sp.01	73	16,40	37,60
	Myrcia fallax	51	2,42	5,27
	Myrcianthes fragrans	58	5,60	11,10
	Myrtaceae sp.01	2	0,24	0,40
OLEACEAE	Fraxinus chinensis	8	2,49	6,19
PINACEAE	Pinus patula	124	15,23	73,00
PIPERACEAE	Piper hispidum	4	0,08	0,33
PRIMULACEAE	Myrsine latifolia	4	0,20	0,48
	Myrsine pellucida	6	0,09	0,28
PROTEACEAE	Roupala pseudocordata	4	0,10	0,21
RHAMNACEAE	Rhamnus sphaerosperma	19	1,67	2,73
ROSACEAE	Prunus persica	1	0,01	0,04
	Prunus serotina	2	0,20	0,61
SALICACEAE	Casearia sylvestris	1	0,21	0,26
	Salix humboldtiana	4	0,66	1,62
	Xylosma spiculifera	9	0,10	0,46
SAPINDACEAE	Cupania latifolia	5	1,28	2,33
SOLANACEAE	Acnistus arborescens	2	0,12	0,24
	Sessea crassivenosa	2	0,22	0,64
VERBENACEAE	Citharexylum kunthianum	2	0,00	0,05
	Lippia hirsuta	3	0,13	0,26
	Lippia schlimii	8	0,84	2,11
Total general		**1367**	**313,27**	**699,94**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

- Aprovechamiento forestal

Para el desarrollo de las actividades propias del aprovechamiento forestal, es fundamental que los trabajadores lleven a cabo el cumplimiento de los siguientes aspectos:
Medidas de seguridad e higiene
El personal operativo debe ser competente y debe estar provisto de la totalidad del equipo de seguridad necesario para la realización de la actividad de corta.
Cada trabajador debe portar en un lugar visible su identificación y debe utilizar de manera adecuada los elementos de protección personal. Estos elementos son: casco de seguridad, protector auditivo, gafas o pantalla de protección ocular, guantes, pantalones de protección, botas de seguridad y cinturón de herramientas.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal	**Identificación: PMB-03**

Todos los equipos deben estar en buenas condiciones de funcionamiento. Si se trabaja en operaciones de apeo, pendientes altas, posiciones incómodas, se debe prestar mayor atención a las medidas de seguridad, razón por la cual previamente los equipos y herramientas serán inspeccionados mediante una lista de chequeo.
No usar ropa demasiado suelta que pueda enredarse fácilmente en la cadena, de la motosierra o en otro tipo de partes sobresalientes, ocasionando accidentes graves.
No se debe transportar la motosierra con el motor en funcionamiento.
La carga y descarga manual de camiones se debe hacer en terrenos planos y uniformes para evitar caídas y deslizamientos de trabajadores.
Los trabajadores destinados al transporte manual de cargas deben recibir capacitación específica en manejo de cargas.
El plan de entrenamiento del personal operativo debe incluir los siguientes temas: Técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, técnicas de tala dirigida, técnicas de prevención de la erosión, mantenimiento de equipos, autocuidado, trabajo seguro y primeros auxilios.
El extintor y el equipo de primeros auxilios debe permanecer en un sitio seguro y visible para todo el personal que realice la labor.
La seguridad en las operaciones para el aprovechamiento forestal debe estar basado en la capacitación y seguridad de las personas encargadas y deben ocupar el primer lugar en la etapa de planeación de la tala y su posterior puesta en marcha, de este modo se salvaguarda la seguridad de los trabajadores que participan en dicha operación, se minimizan los accidentes y se controlan los efectos en el medio ambiente.
En la realización del derribo de árboles, los trabajadores deberán tener las siguientes precauciones:
Trabajar con señales y a distancias donde se puedan escuchar las indicaciones del jefe de la brigada, apagar la motosierra para escuchar estas indicaciones como medida de precaución.
Mantener la motosierra y el equipo (cuñas, cuerdas, cables y otros) en buenas condiciones de trabajo.
Usar y mantener en buenas condiciones los elementos de seguridad.
Alejarse del área de derribo si existen condiciones ambientales que pongan en riesgo la operación (fuertes lluvias o vientos).
La verificación del cumplimiento de las medidas de seguridad en el trabajo estará a cargo del personal de Seguridad y Salud en el Trabajo SST, de la UVRP.

Demanda de recursos

Personal: Las cuadrillas de tala estarán conformadas por un operador de motosierra (con experiencia certificada) y dos auxiliares. La cuadrilla será dirigida por un Ingeniero Forestal.
Materiales y maquinaria: Los materiales requeridos para la realización del aprovechamiento forestal se describen a continuación:
Planos que presenten la georreferenciación del individuo a intervenirse
Motosierra.
Cadenas para Motosierras
Limas para Motosierras
Aceite y combustible
Manilas y cuñas para el direccionamiento de la caída de los árboles
Vehículo para el transporte de materiales
Vehículo para la evacuación de personal.
Kit ambiental

Planificación y orientación del aprovechamiento forestal

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal	**Identificación: PMB-03**

El aprovechamiento forestal se hará con anticipación a los trabajos inherentes del proyecto de construcción, mediante el corte total o tala rasa de la vegetación existente y técnicamente necesaria, la cual se ubica en los sitios previstos para la adecuación del derecho de vía, y demás áreas que requieran ser intervenidas por la obra. Consistente en la extracción de toda la masa forestal y desmonte de árboles con DAP > 10 cm de las áreas involucradas en el proyecto. Se establecen las siguientes fases y especificaciones para tala de árboles:

Pre tala

Durante la pre-tala, se desarrollarán actividades que incluyen la planificación de la operación de tala, la delimitación y señalización del lugar en el cual se realizará el aprovechamiento para evitar la afectación a zonas adyacentes a los sitios de intervención.

Previo a las actividades de la tala se debe evaluar la medida del diámetro del árbol y la especie a intervenir, de los individuos identificados preliminarmente durante el inventario, la calidad del terreno, la topografía, la densidad del árbol y en general la ecología del sitio, debido a que estos aspectos determinan la calidad y la variedad de los fustes que desarrollan los arboles e incide en la dirección de caída del árbol. También es apropiado inspeccionar el estado físico y sanitario del tronco, su grado de inclinación, si presenta bifurcaciones a diferentes alturas del suelo, de igual manera verificar su estado sanitario (orificios, termitas o secreciones); llevar a cabo la eliminación de lianas, ramas desgajadas y remoción de termiteros, con el propósito de evitar posibles accidentes al momento de la caída del árbol

Es indispensable que antes de iniciar la actividad de apeo, se identifique la dirección de caída del árbol teniendo en cuenta la dirección natural (de acuerdo a la pendiente del suelo, inclinación del tronco, distribución de ramas y contrafuertes en la base), la dirección del viento, la existencia de árboles próximos, la dirección prevista de saca y los posibles obstáculos existentes en la zona del derribo, de igual manera es necesario asegurarse de que la zona de influencia esté libre de personas o cosas que puedan ser alcanzadas en la caída del árbol; una vez fijada su dirección de caída, permitiendo la identificación de vías de escape, la cual garantiza la seguridad de las personas que están desarrollando la labor de apeo..

Para el aprovechamiento de árboles que se encuentren en buen estado fitosanitario, se utilizará la tala direccionada como técnica para el derribo.

En las zonas donde existan manchas de vegetación autorizadas para su intervención, el corte del aprovechamiento estará dirigido desde el borde de la mancha boscosa hacia fuera de la misma con el propósito de dirigir la caída de los árboles en las zonas libres de vegetación. Los árboles que presenten contacto a nivel de copa con otros árboles a permanecer serán descopados antes de apear el árbol objetivo a talar.

El desmonte de vegetación de tipo arbustivo se realizará siguiendo el programa de manejo (ver Ficha PMB – 01 Manejo en la Remoción de la cobertura vegetal y descapote).

Tala

Teniendo en cuenta la evaluación previa realizada a los individuos objeto de aprovechamiento, se determinará el método de apeo apropiado para cada árbol, el corte direccional determina la dirección de caída, mientras que el corte de tala es el que finalmente logra derribar el árbol, en medio de dichos cortes se deja una bisagra que permite dirigir de manera segura la caída del árbol hacia el lado previsto.

Desrame: Se deben eliminan todas las ramas del individuo, considerada desde el momento en que el árbol ha caído al suelo, hasta el momento en el cual se desrama por completo. Para minimizar los riesgos, teniendo en cuenta el diámetro de las ramas, se considera oportuno hacer los cortes con herramientas manuales como el serrucho o machete, cuando el tamaño de las ramas sea el adecuado para este tipo de herramientas.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal	**Identificación: PMB-03**

Trozado: Consiste en el corte en secciones determinadas de acuerdo al uso que tendrá la madera, es considerado según el diámetro de las trozas y la densidad de la madera, el fuste debe estar bien apoyado sobre el suelo con el fin de evitar posibles accidentes en el proceso de corte.
Adicional a lo anterior, las técnicas especiales de tala se utilizarán en los siguientes casos:
Árboles cuya dirección natural de caída requiere ser alterada. Para facilitar el arrastre y proteger árboles remanentes, el control de la dirección de caída puede ser reforzado al dejar la bisagra más estrecha en el lado de caída natural. Esta parte rompe primero, causando una torsión y orientando la caída del árbol para el lado deseado.
Árboles con hueco: Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial ampliando los bordes de la bisagra a ambos lados, culminando con el corte de tumba.
Árboles con troncos muy inclinados: Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las rajaduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles.
El personal auxiliar procederá a cortar las ramas de la copa hasta lograr que el fuste quede en contacto con el suelo.

Post tala
Limpieza: se realiza la disposición adecuada del material vegetal resultante. Los residuos de rocería y ramas del follaje se picarán y se utilizarán para conformar una capa de materia orgánica que aporte nutrientes para la recuperación de suelos, apilándose sobre la margen de las áreas del rastrojo o el bosque para su descomposición.
Acopio temporal: se deben establecer sitios de acopio temporal, en los que se ubicarán los productos de las labores de tala, estarán localizados en áreas de poca arborización y que cumplan con los requerimientos de manejo definidos a fin de causar el menor impacto sobre la vegetación circundante a la zona de obra.
Disposición de residuos: Los productos vegetales menores, no lignificados, resultantes de la limpia de trochas y descope de árboles serán apilados temporalmente en la obra y transportados a sitios de disposición como los puntos satélites. Trasladar los residuos en volquetas que cuenten con contenedores o platones en buen estado de mantenimiento, el material será cubierto con lonas o plástico para que este no se disperse. La madera que no cumpla con los requerimientos exigidos para ser utilizada por el proyecto deberá ser cortada en trozos pequeños (máximo 1 m de longitud), y trasladada al sitio autorizado, el contratista llevará registros de volúmenes de la disposición de residuos, así como certificados de disposición de residuos.
El material, puede ser donado a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual, se deberá elaborar un acta de donación en la que se especifique el uso final que tendrá el recurso. De acuerdo con la normatividad vigente, está prohibida la venta de la madera. En lo relacionado con las ramas y el follaje deberán ser dispuestos en la zona de disposición final de material sobrante, intercalando capas de residuos vegetales, compactando el relleno de acuerdo al procedimiento para la conformación del sitio de disposición final de materiales.
Transporte del producto: Los productos dimensionados pueden ser trozas, tablas y bloques, los cuales pueden ser utilizados en las mismas obras del proyecto que requieran madera. En caso de no requerir parcial o totalmente este material, el transporte del excedente resultante del aprovechamiento se llevará a los sitios de almacenamiento y disposición dispuestos para este fin.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN
La compensación por el aprovechamiento de la cobertura vegetal para el proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 sector Variante Pamplona, se realizará a través de la formulación del Plan

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal | **Identificación: PMB-03**

de Compensaciones Ambientales del componente Biótico de acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 0256 del 22 de febrero de 2018 (Ver capítulo 11.2.1).

Lugar de Aplicación

Área de intervención del proyecto

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Censo forestal	X			Temporal	12	Mes	
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas		X		Temporal	36	Mes	
Aprovechamiento Forestal en áreas naturales		X		Temporal	36	Mes	

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Censo forestal		$ 2.500.000	Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 2.500.000,00
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas Árbol Tipo I			Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 23.141.710,00
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas Árbol Tipo II			Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 107.435.856,00
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas Árbol Tipo III			Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 97.904.070,00
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas Árbol Tipo IV			Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 3.901.554,00
Aprovechamiento Forestal en áreas naturales			Los costos de personal están incluidos en C. Operativos	$ 3.100.000,00
Total				**$ 237.983.190,00**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Individuos aprovechados del área de intervención	(Nº Individuos aprovechados /Nº Individuos inventariados) *100		X	X		100	% / mensual	NO		Formatos de Inventario Forestal, Formatos de

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO										
Subprograma: Manejo del aprovechamiento forestal									**Identificación: PMB-03**	
										aprovechamiento
Volumen forestal aprovechado	Volumen forestal (m^3) aprovechados/ Volumen forestal (m^3) autorizados para aprovechamiento) *100					100	% / mensual	NO		Formatos de aprovechamiento forestal

Q. Revegetalización de áreas intervenidas. PMB-04

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO					
Subprograma: Revegetalización de áreas intervenidas			**Identificación: PMB-04**		
Objetivos					
Establecer medidas de manejo para los procesos de revegetalización en las áreas afectadas por las actividades de construcción.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambio en la cobertura vegetal Cambios en las características de los suelos	Verificar la revegetalización del 100% de las áreas aptas para esta actividad.		**X**		
Modificación de la calidad paisajística	Comprobar que la efectividad de la revegetalización sea igual o mayor al 80% y verificar el uso del 75% del material de descapote, en la reconformación de terrenos		**X**		
[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M:Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

Se sugieren las medidas de manejo con el propósito de atenuar el impacto que se genera en las áreas susceptibles de intervención, para así evitar los procesos de erosión y de esta manera establecer los aspectos técnicos que se deben tener en cuenta durante el desarrollo de las actividades de revegetalización, para lo que se plantea considerar la implementación de aquellas especies con mejor adaptación a las condiciones de la zona, registradas durante la fase de campo, con el fin de procurar el éxito de la actividad. Además, debe hacerse uso del material de descapote dentro de las labores de revegetalización.

• **Revegetalización de zonas descapotadas**

Se revegetalizarán las zonas descapotadas que no vayan a ser cubiertas de concreto o asfalto ó que previo acuerdo con el propietario, solicite se le entregue de otra manera utilizando el material orgánico de descapote, se realizará favoreciendo el crecimiento de vegetación de bajo porte. Este procedimiento se realizará en áreas en su mayoría planas o de baja a moderada pendiente (no mayor a 60°) y con una altura inferior a 5 m. También se revegetalizarán los taludes que se realicen en las áreas de instalaciones temporales. Así mismo se tendrán en cuenta las áreas donde el propietario del predio permita la ejecución de esta medida de manejo. Se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La revegetalización se llevará a cabo posterior a la reconformación de las áreas intervenidas, con el propósito de minimizar la activación de procesos erosivos y contribuir a la restauración paisajística del área de influencia del proyecto.
- La siembra y/o revegetalización se realizará, en lo posible, al inicio de la época de lluvias, lo cual contribuye a garantizar el prendimiento y adaptabilidad de las especies empleadas.
- Una vez conformados los taludes, se procederá a la revegetalización, para lo cual es necesario adecuar el área de trabajo teniendo en cuenta la evaluación de las obras de

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Revegetalización de áreas intervenidas	**Identificación: PMB-04**

ingeniería. Se determinarán las áreas inestables a las cuales se les implementarán medidas de manejo y control

Método para implementar

Revegetalización con semillas al voleo: Se hará mediante el sistema de siembra de semillas al voleo de especies de fácil adaptabilidad al medio sobre áreas intervenidas. Previo a la revegetalización, las áreas serán preparadas mediante actividades propias del proceso, en caso de requerirse, se realizará la aplicación de enmiendas o abonos al sustrato para favorecer el desarrollo de la vegetación a establecer. Se recomienda la siembra de A*vena sativa* (avena forrajera), *Dactylis glomerata* (pasto azul) y *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo), por la adaptabilidad que tienen a las condiciones de la zona y por su capacidad colonizadora en áreas desprovistas de vegetación. También se pueden utilizar especies de gramíneas provenientes de las actividades de remoción de la cobertura vegetal y descapote o de uso comercial.

De igual manera es fundamental considerar, que una vez se presente la culminación de las actividades de intervención y se inicie el restablecimiento de las condiciones de suelo, se podrán evidenciar los procesos de regeneración natural, dados por factores de dispersión de semillas de agentes como el aire, agua, animales y por autopropulsión.

Manejo de material de descapote

Dentro de las actividades de revegetalización y restauración de áreas intervenidas, se podrán adelantar las actividades de manejo de descapote, consistentes en disponer de forma adecuada el horizonte orgánico del suelo proveniente del descapote. El material se dispondrá en sitios localizados preferiblemente al margen de la banca de la vía, sobre terrenos desprovistos de cobertura vegetal, de pendiente mínima, alejados de cuerpos de agua y que se encuentren debidamente señalizados para evitar el paso innecesario de maquinaria o personal. La disposición de este material se hará de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- El sitio de almacenamiento debe ser ubicado, teniendo cuidado que no se mezcle con sustancias peligrosas y que no se contamine con suelo estéril.
- El material de descapote debe apilarse pasto sobre pasto, tierra sobre tierra. La altura no puede superar los 1,5 metros y debe colocarse sobre una superficie plana que impida su compactación.
- Distribución homogénea del material a través del sitio a recuperar.
- Se realizará un pisoteo moderado del material evitando su compactación excesiva que pueda generar procesos de encharcamiento, erosión, etc.

Los costos del manejo de material de descapote se incluyen dentro de la Ficha PMB-01 Manejo de la Remoción de la cobertura vegetal.

PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Revegetalización de áreas intervenidas | **Identificación: PMB-04**

Lugar de Aplicación

Áreas intervenidas por infraestructura asociada y ZODME

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Revegetalización de zonas descapotadas		X		Continuo	4	Mes	

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Sacyr Construcción

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Revegetalización por semillas (SOLO ÁREA DE ZODMES)				$ 37.483.200,00
Total				**$ 37.483.200,00**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Áreas revegetalizadas	(Áreas revegetalizadas (m2) / Áreas intervenidas por infraestructura asociada y zodmes (m2)) * 100 Este indicador debe ser igual al 100%		X		X	100	% / mensual	Si	30%	Formato de áreas revegetalizadas, y métodos empleados/ Registro fotográfico.
Áreas exitosas	(Áreas con desarrollo exitoso en el proceso de revegetalización (m^2) (herbácea o arbustivo) / Área total revegetalizada (m^2)) * 100 Este indicador debe ser igual o mayor al 80%	X		X		80	% / mensual	Si	30%	Formato de registro del Volumen extraído/Registro fotográfico.

11.1.1.2.2 Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats

R. Manejo de fauna silvestre. PMB-05

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS					
Subprograma: Manejo de fauna silvestre		**Identificación: PMB-05**			
Objetivos:					
• Implementar medidas para minimizar las afectaciones sobre la fauna silvestre residente en el área de influencia del proyecto. • Establecer las medidas para minimizar el riesgo de atropellamiento y muerte de fauna silvestre a lo largo de las vías que hacen parte del AI de la UF1. • Implementar las estrategias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre presente en la zona de intervención del proyecto.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Alteración de hábitat	Compensar los hábitats asociados a coberturas vegetales naturales y semi-naturales (28.20 ha), afectados por las actividades establecidas para el desarrollo del proyecto.				X
Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Capacitar al 100% de los trabajadores sobre la importancia y el manejo de la fauna silvestre	X			
	Implementar la señalización vial preventiva de fauna silvestre.	X			
	Ahuyentar, capturar y/o reubicar los individuos de las especies de vertebrados presentes en las zonas que serán intervenidas en la fase de construcción del proyecto.		X		
Tipo de Medida: P: Prevención**, M:** Mitigación**, Cor:** Corrección**, Com:** Compensación					
Acciones a Ejecutar					
MEDIDAS DE PREVENCIÓN: • **Educación ambiental** Previo y durante la etapa de construcción, se llevarán a cabo jornadas de educación y sensibilización ambiental, dirigidas a todo el personal vinculado al proyecto y a la comunidad asentada en el Área de influencia, con el fin de comprender la necesidad de respetar y conservar la fauna local y regional como un recurso importante de la región. Estas jornadas constarán de charlas pedagógicas y material divulgativo y educativo, en las que se abordarán los siguientes temas: - La función relevante que desempeña la fauna en los ecosistemas, así como su importancia en las comunidades rurales. - Promoción de la conciencia ambiental incentivando la conservación de áreas de alto interés faunístico y ecosistemas acuáticos; así como las áreas consideradas como hábitats potenciales de especies que se encuentren en algún grado de amenaza, endémicas o casi endémicas, incluidas en apéndices CITES y con comportamiento migratorio. - Capacitación sobre las prohibiciones de captura, caza, pesca y comercialización de animales. - Se enfatizará en el respeto a la fauna silvestre como una práctica común entre el personal.					

- Forma de proceder ante encuentros fortuitos con animales que puedan representar peligro al personal del proyecto y comunidad aledaña.
- El respeto por los hábitats y áreas vitales para la presencia de los animales (nidos, madrigueras, comederos, etc.).
- El control sobre los demás trabajadores, procurando que interioricen y hagan suyo el concepto de cuidar y respetar la fauna.
- Normatividad ambiental nacional sobre el recurso biótico haciendo énfasis en la normatividad sobre fauna amenazada (Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017) o con restricción de comercialización (CITES).
- Identificación de fauna endémica, migratoria y/o en peligro, según la caracterización biótica del EIA (Tabla R.1 y Tabla R.2)

- **Conservación de especies de fauna endémicas y amenazadas**

Se debe tener manejo especial con las especies de fauna endémica, amenazada y migratoria reportadas en el EIA que se muestran en la Tabla R.1 y Tabla R.2. Evitando que se haga una afectación indebida de áreas boscosas y sistemas acuáticos, captación y vertimiento inadecuado de residuos sólidos que pudiesen afectar los hábitats de la fauna silvestre endémica y/o con algún grado de amenaza.

Tabla R.1 Especies de Fauna registrada en amenaza, endémicas e incluidas en CITES

Grupo Biológico	Nombre Científico	Nombre Común	Cobertura vegetal	Tipo Distribución	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo
ANFIBIOS	*Tachiramantis douglasi*	Rana	Avha	End	-	VU	-	-
	Dendropsophus molitor	Rana	Avha	End	-	-	-	-
REPTILES	*Anolis jacare*	Camaleón	Avha	C-End	-	-	-	-
	Mabuya zuliae	Lisa	Avha	C-End	-	-	-	-
	Atractus pamplonensis	Cazadora	Avha	C-End	-	-	-	-
MAMÍFEROS	*Cerdocyon thous*	Zorro perruno		-	II	LC	-	-
	Mazama rufina	Soche de páramo		C-End	-	VU	-	-
AVES	*Colibri coruscans*	Colibrí Chillón	Bos, Avha, Pas	-	II	LC	-	-
	Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	Bos	C-End	II	LC	-	-
	Elanus leucurus	Gavilan Maromero	Bos	-	II	LC	-	-
	Buteo platypterus	Gavilan Aliancho	Avha	-	II	LC	-	-
	Falco sparverius	Cernícalo Americano	Bos	-	II	LC	-	-
	Tangara vitriolina	Tangara Rastrojera	Avha	C-End	-	LC	-	-
Convenciones:								
Cobertura vegetal: Bos: Bosques, Avha: Áreas con vegetación herbáceo y/o arbustiva, Pa: Pastos								
Tipo de Distribución: End: Endémica, C-End: Casi Endémica								
CITES: Apéndice I: I, Apéndice II: II, Apéndice III: III.								
Amenazas: IUCN- RESOLUCIÓN 1912/2017 y Libro Rojo (2006): VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor								

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla R.2 Especies de Fauna migratoria registrada

Grupo Biológico	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Cobertura vegetal
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilan Aliancho	Avha
	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	Elaenia Montañera	Bos, Avha
	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Verderón Ojirrojo	Avha
	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Abejera	Avha
Convenciones:					
Cobertura vegetal: Bos: Bosques, Avha: Áreas con vegetación herbáceo y/o arbustiva.					

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Adicionalmente se deben realizar Campañas de capacitación y prevención del atropellamiento de la fauna para reducir su accidentalidad y atropellamiento en la vía, mediante jornadas de

sensibilización dirigidas al personal contratado a través de charlas y material informativo, buscando generar conciencia sobre la importancia de la vida de las especies de fauna silvestre, incentivando a la comunidad a hacer uso de los reportes de este tipo de eventos a través de la aplicación móvil APP Recosfa (Red Colombiana de seguimiento de fauna Atropellada), aplicación móvil disponible en Playstore para el sistema operativo de Android y en iTunes para el sistema operativo iOS. Allí los ciudadanos tienen la posibilidad de hacer parte del esfuerzo para conservar la biodiversidad del país.

- La aplicación Recosfa (Red Colombiana de seguimiento de fauna Atropellada), también será la herramienta para hacer el respectivo registro de la fauna atropellada durante recorridos de inspección vial (horas de la mañana y tarde) por parte del biólogo de la interventoría. La aplicación móvil cuenta con una opción de "Datos Avanzados" que permiten al personal de las concesiones viales, hacer reportes, incluyendo la información que se solicita por parte de la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura), con el fin de obtener datos comparables que ayuden a realizar diagnósticos fiables, que puedan ayudar a mejorar las medidas de mitigación. Aplicación móvil disponible en Playstore para el sistema operativo de Android y en iTunes para el sistema operativo iOS. Para más información ver Ficha PMF- 10 referente a la Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa de construcción.

- **Señalización**

Con la previa autorización del INVIAS, se instalarán señales informativas y preventivas en las áreas de frecuente avistamiento de tránsito de fauna (Figura R.1), para alertar y evitar el riesgo de atropellamientos en la vía, e informar sobre la prohibición de caza y pesca, captura y/o comercialización de la fauna silvestre.

Figura R.1 Señalización preventiva para el tránsito en zonas con presencia de fauna

Teniendo en cuenta la caracterización biótica de la UF1, se deben instalar las señalizaciones en los cruces de las áreas con mayor sensibilidad y concentración de fauna silvestre, como son coberturas de vegetación de Bosques de galería / ripario y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva conformada por: Arbustal denso alto y bajo, así como otras que, durante el desarrollo de las actividades, se identifiquen como sitios de paso recurrente de fauna silvestre. Los principales sitios donde se identifica el cruce de estas coberturas con el abcisado de la vía son: entre los K 56+800 y K56+900, K57+000, del K57+700 al K58+000, del K58+400 al K58+800 (Figura R.2).

Figura R.2. Trazado y abcisado de la vía en UF1 vs coberturas naturales

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La instalación de señalizaciones adicionales estará sujeta a los resultados obtenidos en el seguimiento y monitoreo del presente programa.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

- **Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**

El concesionario contará con un plan de ahuyentamiento, rescate y reubicación, con el propósito de tener los protocolos detallados a seguir, las especies que podrían ser objeto de reubicación, las zonas donde existe mayor probabilidad de realizar rescates y reubicación, y las posibles zonas de ahuyentamiento y/o reubicación, así como el personal, materiales y equipos requeridos para realizar estas actividades.

Ahora bien, para desarrollar estas actividades se deberá tramitar el respectivo permiso de recolección de especie de conformidad con lo establecido en el artículo 2.2.2.8.1.1, Sección 1, Capítulo 8 y subsiguientes del Decreto 1076 de 2015, para las actividades que se realicen posteriores a la obtención de la licencia ambiental, el cual es diferente del permiso al que se refiere la Sección 2, del Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015.

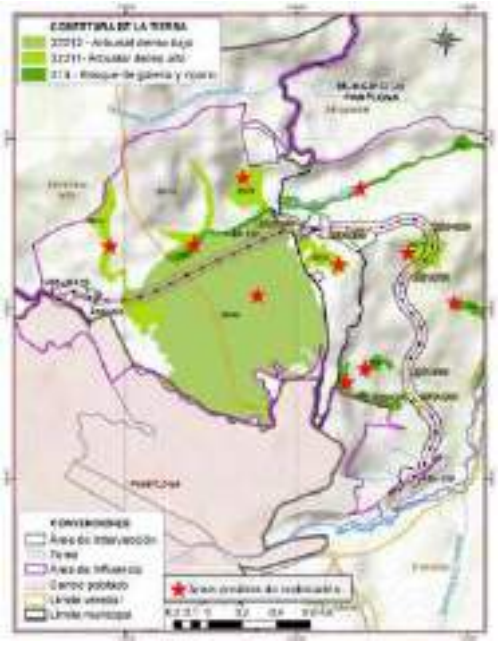
Estas acciones se llevarán a cabo antes del aprovechamiento forestal para la realización de actividades como el desmonte y limpieza, adecuación y construcción de accesos y adecuación de ZODMES, es

decir, en la etapa de construcción, en la cual se presenta mayor afectación a las poblaciones de fauna silvestre por la pérdida de hábitat.

Previo al aprovechamiento forestal y a las intervenciones de la obra, se deberán realizar recorridos por un profesional en biología con experiencia en ahuyentamiento, rescate y manejo de fauna silvestre con el acompañamiento de auxiliares. Durante estos recorridos, se deberá verificar la presencia de individuos de baja movilidad (serpientes, pequeños mamíferos, anuros, entre otros) y/o fosoriales, los cuales por sus hábitos buscan refugio bajo tierra, así como madrigueras, cuevas, refugios (ej. troncos secos), y/o nidos de fauna silvestre, los cuales deberán ser revisados con el fin de ahuyentar y/o capturar los ejemplares, así como inactivar los refugios.

En el caso de realizar capturas temporales, los individuos deberán ser liberados en las áreas de reubicación (Figura R.3) en el menor tiempo posible, proporcionando el mayor bienestar durante ese lapso.

Figura R.3 Áreas posibles de reubicación de fauna silvestre



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Se deberá contar con un protocolo de manejo de ejemplares heridos por las actividades de aprovechamiento forestal, con el fin de brindar una atención adecuada a los individuos y velar por su bienestar y recuperación en la Estación Hogar de Paso (EHP) de CORPONOR, ubicado en el corregimiento Las Piedras (municipio El Zulia). Se realizará la gestión correspondiente para trasladar allí a los individuos rescatados que no puedan ser devueltos inmediatamente a su hábitat natural, asegurando de esta forma la supervivencia de la fauna que se encuentre en el área de intervención del proyecto.

Se llevará un registro de las actividades de ahuyentamiento, captura y/o reubicación diario durante el periodo en que éstas sean efectuadas (Figura R.4), referenciando el lugar, metodología utilizada, registro fotográfico y descripción de cada uno de los especímenes encontrados en las áreas de trabajo (ahuyentados, rescatados y/o reubicados); este registro deberá tener en cuenta la siguiente información: fecha del reporte, unidad o persona que hace el reporte, nombre común y científico del animal, sitio de

hallazgo y georreferenciación, descripción del estado en que se encontró (herido, buen estado), destino final (traslado la EHP o área de reubicación).

Figura R.4. Formato ejemplo para el registro de fauna

Fecha de la Captura	Nombre Científico	Nombre Común	Sexo		Lugar del rescate	Coordenadas Lugar de Rescate		Estado de salud	Lugar de libreación	Coordenadas Lugar de libreación		Fecha de liberación	Translado / Lugar	Fecha de Translado	Registro fotográfico / filmico
			Hembra	Macho		Este	Norte			Este	Norte				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Antes de llevar a cabo este procedimiento, se realizará una verificación previa a manera de evaluación ecológica rápida de fauna silvestre con observaciones, específicamente en las áreas a intervenir, para identificar las áreas de cría, reproducción, alimentación, percha, sitios de concentración de fauna y, si es el caso, sitios de parada de especies nativas y/o migratorias; para tal efecto deberá llevarse un cronograma que esté acorde con el avance de obras y de esta manera, programar previamente los monitoreos. Es importante hacer un reconocimiento de los microhábitats empleados por la fauna (madrigueras, cuevas, etc.) antes del inicio del aprovechamiento forestal en los sitios definidos para ello, buscando optimizar la labor y supervivencia de la fauna. Es así como el ahuyentamiento consiste en hacer que la fauna se desplace hacia otros lugares empleando entre otros, ruidos y emisión de humo, sin tener que manipularla directamente, de tal forma que se eviten situaciones de estrés y riesgo para los animales. Esta actividad debe direccionar el desplazamiento de los individuos hacia zonas que cuenten con condiciones similares, de modo que encuentren los hábitats adecuados para su sobrevivencia. Algunos dispositivos que se pueden emplear para el ahuyentamiento de la fauna silvestre son los ahuyentadores visuales, cinta iridiscente ahuyentadora y ahuyentador sónico.

- **Áreas de reubicación**

La liberación de los ejemplares se realizará dependiendo de los ambientes específicos para cada grupo taxonómico y/o especie, y considerando su conducta territorial. Dentro del área de influencia del proyecto, se reubicarán los animales en aquellas áreas que presenten fragmentos con buena cobertura vegetal y que tengan las condiciones bióticas y abióticas similares a las que se encontró inicialmente el individuo (Figura R.3), con el propósito de garantizar su supervivencia y de esta manera permitir que sigan cumpliendo con las funciones biológicas y ecológicas, ayudando con esto que no se afecte la dinámica poblacional del área a intervenir.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN:

Teniendo en cuenta que para ejecutar actividades como el desmonte y limpieza, adecuación y construcción de accesos y adecuación de ZODMEs, se deberá realizar aprovechamiento forestal en coberturas naturales y semi-naturales dentro del área de intervención (bosque de galería y/o ripario, arbustal denso alto y bajo herbazal denso de tierra firme con arbustos), será inevitable la afectación a los hábitats de fauna silvestres asociados a dichas coberturas vegetales y por tanto, el impacto adquiere un carácter residual; por ende es necesario plantear medidas de compensación, las cuales se realizarán a través de la formulación del Plan de Compensaciones del componente biótico, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental y la Resolución 256 del 2018 (estas medidas se describen en detalle en el capítulo 11.2.2).

Lugar de Aplicación

Corredor vial de la UF1, área de ZODMES y demás sectores que requieran intervención, así como el AI, donde se establezcan los sitios de reubicación o compensación.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Educación ambiental		X		Continuo	36	Mes	
Señalización		X		Continuo	36	Mes	
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna		X		Temporal	36	Mes	

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Ahuyentamiento, Rescate Reubicación de Fauna		$20.921.586, 97	$20.174.392,30	$ 41.095.979,27
Señalización		$ 1.350.000,00		$ 1.350.000,00
Capacitaciones*				
			Total	$42.445.979,27

(*) Costos relacionados en la ficha de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. SGS-02

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Educación ambiental	(Número de jornadas realizadas/Número de jornadas programadas) *100		X	X		100	% /mes	SI	100	Registros fotográficos y Asistencia
Ahuyentamiento ,rescate y reubicación de fauna	(Número de individuos reubicados/Número de individuos rescatados) *100	X		X		80	%/ mes	SI	100	Informe mensual, formatos de registro
	(Número de jornadas realizadas/Número de jornadas programadas) *100		X	X		100	% /mes	SI	100	Registros fotográficos
Señalización	(Número de señales ubicadas /Número de sitios de paso recurrente de fauna) *100	X		X		100	%/ semestral	SI	100	Registros fotográficos y georreferenciación

S. Protección y conservación de hábitats. PMB-06

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	
Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles	**Identificación: PMB-06**

Objetivos

- Establecer medidas enfocadas hacia la conservación de ecosistemas estratégicos o de manejo especial asociados a las coberturas naturales localizados en el área de influencia del proyecto que no son objeto de intervención.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Modificación de la conectividad de ecosistemas	Cumplir con el 100% de las actividades propuestas para la protección y conservación de hábitats. Capacitar al 100% de los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas estratégicos y áreas protegidas.	X			
Intervención de áreas de manejo especial		X			
Alteración de hábitat		X			
Cambios en la cobertura vegetal		X			
Cambios en la composición estructura de la fauna silvestre		X			
Afectación a las especies florísticas, endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural.		X			
Modificación del hábitat y biota acuática		X			

[a]**Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación**

Acciones a Ejecutar

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- **Protección y conservación de ecosistemas sensibles**

Se determinaron como áreas de manejo especial aquellas áreas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia, (Ver Tabla S.1). Las áreas con mayor sensibilidad son los Bosque de galería, Arbustales y herbazales, que se encuentran en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP. (Ver Tabla S.3). Estas áreas son importantes para la conservación del hábitat de muchas especies de fauna y flora, por lo que se proponen acciones enfocadas hacia estos dos tipos de áreas, las cuales permiten mantener sus condiciones biológicas y funcionalidad ecosistémica.

Tabla S.1 Áreas de manejo especial en el área de influencia y el área de intervención de la UF1

Áreas de Manejo Especial	AI	Área (%)	Área Int (ha)	Área (%)
SIRAP	**70,98**	**13,66%**	**0,78**	**1,34%**
Áreas de paramo de Pamplona	62,55	11,44	0,14	7,43
Margen protectora rio - quebrada Pamplona	1,99	2,80	0,06	0,09
Pamplonita. Áreas de bosque protector EOT municipal	4,51	0,82	0,23	0,39
Pamplona. Áreas de bosque protector - productor EOT municipal	1,93	0,35	0,36	0,62

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS

Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles | **Identificación: PMB-06**

POMCA	**67,11**	**12,27**	**2,29**	**4,63**
Conservación y protección ambiental	67,11	12,27	2,29	4,63
POTS	**182,48**	**33,18**	**4,82**	**8,28%**
Áreas de conservación y protección ambiental	182,48	33,18	4,82	8,28%

*Las áreas de las diferentes categorías no pueden ser objeto de sumatoria puesto que en algunos casos se presenta solapamiento.
Fuente: Aecom- Concol, 2018.

Teniendo en cuenta las categorías establecidas en la evaluación de impactos (Tabla S.2), se puede observar la distribución de las áreas de manejo especial en el área de influencia en dichas categorías, las cuales se establecieron con base en las coberturas de la tierra y su cruce cartográfico con las áreas de manejo especial identificadas.

Tabla S.2 Categorías de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Categorización de áreas sensibles	
1	Bosque de galería en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.
2	Arbustal denso alto – Arbustal denso bajo – Herbazal denso de tierra firme en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP
3	Territorios agrícolas y artificializados en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP

Fuente: Aecom- Concol, 2018

Tabla S.3 Distribución de Áreas de manejo Especial en el Área de influencia

Áreas de Manejo Especial	Categoría 1 (Ha)	%	Categoría 2 (Ha)	%	Categoría 3 (Ha)	%
SIRAP (70,98 ha)						
Áreas de paramo de Pamplona	2,35	0,43%	59,70	10,92%	0,49	0,09%
Margen protectora rio - quebrada Dec. Ley 2811/74	0,27	0,05%	-	-	1,71	0,31%
Áreas de bosque protector - productor EOT municipal	-	-	-	-	1,93	0,35%
Áreas de bosque protector EOT municipal	-	-	4,25	0,78%	0,26	0,05%
POMCA (67,11 ha)						
Conservación y protección ambiental	11,71	2,14%	13,21	2,42%	42,19	7,71%
POTS (183,12 ha)						
Pamplona. Áreas de conservación y protección ambiental	3,35	0,61%	147,62	27,01%	32,14	5,88%

*Las áreas reportadas no pueden ser sujetas de sumatoria pues se presentan traslapes entre categorías.
Fuente: Aecom- Concol, 2018.

Tabla S.4 Distribución de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Áreas de Manejo Especial	Categoría 1 (Ha)	%	Categoría 2 (Ha)	%	Categoría 3 (Ha)	%
SIRAP (0,78ha)						
Áreas de paramo de Pamplona			0,06	0,11%	0,08	0,13%
Margen protectora rio - quebrada Dec. Ley 2811/74					0,06	0,09%
Áreas de bosque protector - productor EOT municipal					0,36	0,62%
Áreas de bosque protector EOT municipal	-	-	0,21	0,36%	0,02	0,03%
POMCA (2,29ha						
Conservación y protección ambiental	-	-	0,03	0,06%	2,26	4,57%
POTS (4,82ha)						

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS

Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles | **Identificación: PMB-06**

Pamplona. Áreas de conservación y protección ambiental	0,009	0,01%	0,440	0,76%	4,371	7,50%

*Las áreas reportadas no pueden ser sujetas de sumatoria pues se presentan traslapes entre categorías.
Fuente: Aecom- Concol, 2018.

Actividades por desarrollar

Las acciones encaminadas a la conservación y protección de hábitats también estarán dirigidas al manejo del recurso flora según la Ficha PMB-02 y manejo de fauna silvestre en la Ficha PMB-05, dada la estrecha relación que existe entre los diferentes grupos o gremios y su presencia en un hábitat determinado.

El plan de manejo ambiental se cumplirá con estricta aplicación, es decir, que las medidas que se implementarán con respecto a la conservación y protección del hábitat serán acatadas por todo el personal involucrado en las actividades propias del proyecto. Es necesario que las obras que se acometerán cerca de los cuerpos de agua se desarrollen con la mayor conciencia ambiental posible. Para ello, se tendrán en cuenta los manejos adecuados, evitando alterar la calidad fisicoquímica del agua, es decir, un correcto manejo de residuos sólidos y de las aguas residuales, así mismo de no intervenir sectores no autorizados (bosques de galería o en general las rondas protectoras y nacederos y el lecho de los cauces, entre otros).

De esta forma se evitarán los procesos de alteración sobre las fuentes de agua. Esto contribuirá a mantener el equilibrio de los ecosistemas acuáticos en los cuales se encuentran insertas tanto las comunidades hidrobiológicas, como aquellas de animales silvestres con dependencia del medio acuático, tales como aves acuáticas, anfibios y algunas especies de mamíferos.

Las actividades de caza, captura, tenencia, pesca, comercialización o retiro de fauna y flora silvestre estarán prohibidas y debidamente controladas. En los frentes de trabajo se colocarán señales visibles y explícitas prohibiendo estas actividades.

Como mecanismo para la conservación y protección de los hábitats naturales, se desarrollarán charlas de educación ambiental con todos los empleados del proyecto. Estas actividades contarán con temáticas específicas tendientes a lograr la sensibilización y capacitación, necesaria para el cuidado que se debe hacer sobre el medio natural en general. Una de las temáticas fundamentales a trabajar será la presencia de ecosistemas importantes y sensibles ambientalmente (Bosques de galería, arbustales y herbazales) que son, regionalmente el principal hábitat de las especies de flora y fauna. Informando de las restricciones identificadas en la zonificación de manejo ambiental y, es prioritario dentro de las charlas dar a conocer a los empleados aquellas áreas que presentan restricciones mayores o son consideradas zonas de exclusión por parte del proyecto.

Se prohibirá, al personal del proyecto, el lavado de vehículos en los cuerpos de agua y la realización de cualquier otra actividad que pueda afectar su calidad y la de los ecosistemas acuáticos de la región. En ninguna circunstancia se realizarán fogatas y quemas de residuos o cualquier otro material.

Se buscará minimizar la generación de residuos en todas las actividades del proyecto, así mismo se propenderá por la cultura de la reutilización y el reciclaje de acuerdo y con lo estipulado en las fichas de manejo de residuos tanto sólidos como líquidos; todas las áreas de trabajo y aquellas en

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	
Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles	**Identificación: PMB-06**

las cuales se realicen actividades del proyecto se mantendrán limpias de residuos y escombros. Esto con el objeto de proteger y conservar los hábitats naturales y evitar que se generen ambientes que atraigan animales poco deseables que se puedan convertir en vectores de enfermedades o plagas.

Las áreas identificadas como zonas de conservación, restauración y protección son desde el punto de vista ecosistémico, áreas potencialmente importantes para la conservación y restauración de la biodiversidad asociada, que ostentan además un alto grado fragilidad en cuanto a la conectividad ecosistémica se refiere y que por tanto han sido catalogadas dentro de la zonificación ambiental en la categoría de "muy alta" sensibilidad. En consecuencia, en la ejecución de cada una de las etapas y actividades identificarán y delimitarán las áreas que no pueden ser intervenidas para no generar daños en la conectividad ecosistémica.

Adicionalmente se incluyen las siguientes actividades:

- Capacitar previamente a los trabajadores sobre la importancia, vulnerabilidad y fragilidad del ecosistema, las medidas ambientales que se implementarán y la normatividad ambiental que rige
  sobre el tema.
- Impedir que se arrojen basuras o se dispongan temporalmente materiales sobrantes, especialmente si se encuentra una corriente hídrica cercana a la vía y además tener especial atención al manejo de residuos líquidos que puedan afectar los sistemas de drenaje.
- Prohibir a los trabajadores la utilización de estas áreas para la disposición de sus excretas. El contratista deberá instalar los sistemas sanitarios que garanticen las necesidades del personal.
- Prohibir a los trabajadores extraer de estos ecosistemas especímenes vegetales y la caza de animales.
- Establecer medidas preventivas y un plan de contingencias para el control de incendios forestales.
- Controlar y prevenir procesos erosivos en terrenos donde se evidencie un proceso de degradación.
- Señalización de zonas sensibles durante la etapa constructiva: Según la intercepción de las obras en el área de intervención del proyecto, se evaluará la necesidad de implementar señalización ambiental (Figura S.1). sobre estas áreas de manejo especial con el fin de informar a los usuarios y trabajadores de la vía sobre la vulnerabilidad de estas y evitar causar afectaciones no previstas en la evaluación de impactos ambientales.
- Se debe evitar el paso innecesario tanto de los trabajadores como de maquinaria, puesto que pueden alterar las condiciones naturales del ecosistema.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS

Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles | **Identificación: PMB-06**

Figura S.1 Modelos de señalización en áreas de manejo especial

Interés ambiental	No talar arboles	Prohibido pescar	Prohibido cazar

Fuente: Aecom- Concol, 2018.

- **Sitios propuestos para la señalización**

De acuerdo con la información del mapa de coberturas, se proponen sean señalizados aquellos sitios que presentan coberturas naturales con vegetación arbórea o arbustiva, por donde se realizará la construcción de la calzada, con la finalidad de lograr la menor afectación de los ecosistemas sensibles. Las áreas sensibles son aquellas coberturas como Bosques de galería / ripario y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva conformada por: Arbustal denso alto y bajo y herbazal denso de tierra firme con arbustos. Los principales sitios donde se identifican estas coberturas más cerca con el abscisado de la vía son: entre los K 56+800 y K56+900, K57+000, del K57+700 al K58+000, del K58+400 al K58+800.

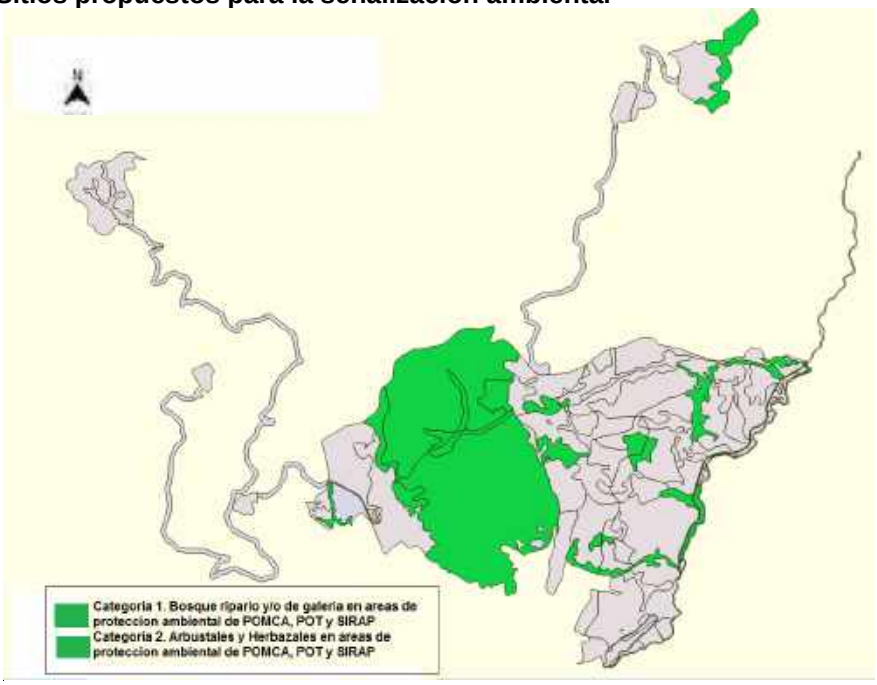
Las coberturas presentes en los sitios anteriormente descritos, donde se propone señalizar, son:

- Categoría 1. Bosque de galería en áreas de protección ambiental de POMCA - POT – SIRAP.
- Categoría 2. Arbustales y Herbazales en áreas de protección ambiental de POMCA - POT – SIRAP.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS

Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles | **Identificación: PMB-06**

Figura S.2 Sitios propuestos para la señalización ambiental



Fuente: Aecom- Concol, 2018.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN:

Como medidas de compensación se contemplarán las propuestas en el Plan de Compensaciones para el medio biótico.

Lugar de Aplicación

Área de influencia del proyecto, especialmente aquellas zonas identificadas como de una muy alta sensibilidad ambiental por la flora, fauna y ecosistemas acuáticos presentes.

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Capacitación al personal		X		Temporal	36	Mes	
Señalización		X		Temporal	36	Mes	
Acciones de protección de áreas identificadas		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y FAUNÍSTICAS Y DE LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS

Subprograma: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles | **Identificación: PMB-06**

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional Ambiental (Biólogo, Ingeniero forestal)			$5.000.000	$5.000.000
Señalización de áreas de manejo especial		$ 4.295.060,00		$ 4.295.060,00
Total				**$10.545.060,00**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R: Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Capacitación Ambiental	(Nº trabajadores capacitados en áreas sensibles/Nº trabajadores contratados) X 100.	**X**			**X**	100		No		Registros fotográficos y georreferenciación
Señalización de áreas sensibles aledañas a los frentes de obra	(Áreas sensibles señalizadas/áreas sensibles identificadas) X 100.	**X**			**X**	100		No		Registros fotográficos y georreferenciación

T. Compensaciones del medio Biótico

Teniendo en cuenta que para ejecutar actividades como el desmonte y limpieza, adecuación y construcción de accesos y adecuación de ZODMEs, se deberá realizar aprovechamiento forestal en los ecosistemas naturales de Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, será inevitable la afectación a los hábitats de fauna silvestres asociados a dichas coberturas vegetales y por tanto, el impacto adquiere un carácter residual que implica la necesidad de plantear estrategias para la compensación del medio biótico. Debido a lo anterior en el documento del Plan de Compensaciones del medio Biótico (Capítulo 11.2.2) se plantearon estrategias asociadas a la implementación de acciones de preservación, restauración y uso sostenible que permitan la conservación de las áreas relictuales y la implementación de sistemas sostenibles que contribuyan al mejoramiento de la conectividad entre las áreas naturales y los sistemas productivos presentes en el área de influencia del proyecto.

11.1.1.3 Socioeconómico

A continuación, se presentan los programas de manejo del medio socioeconómico.

Listado de programas y fichas de manejo para el medio socioeconómico

Código	Medio socioeconómico
PGS–01	Atención al Usuario. SGS - 01
PGS–02	Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. SGS-02
PGS–03	Información y Participación Comunitaria. SGS - 03
PGS–04	Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional. SGS - 04
PGS–05	Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. SGS-05
PGS–06	Cultura Vial. SGS - 06
PGS–07	Afectación a terceros SGS - 07
PGS–08	Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. SGS - 08

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

U. Programa de manejo de Atención al Usuario PGS-01

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO					
Subprograma: Atención al Usuario		**Identificación: PGS-01**			
Objetivos					
Establecer un sistema de atención a la comunidad y a los usuarios de la vía, que permita la recepción trámite y respuesta oportuna y eficaz a las peticiones, quejas, reclamos y sugerencias – PQRS- que se presenten a través de los distintos canales de atención.					
Impactos a Manejar	**Meta**	**Tipo de Medida[a]**			
		P	**M**	**Cor**	**Com**
Cambios en el riesgo de accidentalidad	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con cambios en el riesgo de accidentalidad por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**			
Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con cambios en la movilidad peatonal y vehicular por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**			
Generación de expectativas	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con generación de expectativas por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**	**X**		
Generación de nuevos conflictos	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con generación de nuevos conflictos por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**	**X**		
Modificación en la dinámica de empleo	Realizar la inscripción del 95% los perfiles laborales de mano de obra calificada y no calificada ofertados por las comunidades del AID.	**X**			
Modificación en la gestión y capacidad organizativa	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con modificación en la gestión y capacidad organizativa por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**			
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**			
Modificación a la destinación económica del suelo	Tramitar y dar respuesta al 95 % de las PQRS presentadas durante las etapas de pre-construcción, construcción y desmantelamiento del proyecto relacionadas con afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos por el desarrollo del proyecto, en los tiempos establecidos.	**X**			
Tipo de Medida: P: Prevención, M:Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación					
Acciones a Ejecutar					
A continuación, se relacionan las actividades a cumplir por la UVRP para prevenir los posibles impactos identificados.					

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Atención al Usuario	**Identificación: PGS-01**

El contacto con los diferentes actores sociales de las unidades territoriales mayores y menores estará liderado por un profesional de Gestión Social que permanecerá en contacto continuo con las comunidades, líderes, comerciantes, propietarios y autoridades municipales para que conozcan los mecanismos de comunicación establecidos y cuenten con información veraz y oportuna acerca del Proyecto: "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 “Variante Pamplona”.

A continuación, se describen las actividades a desarrollar:

Oficina Fija de Atención al Usuario

Para la atención de los diferentes grupos de interés se cuenta con una (1) oficina de atención al usuario ubicada en el Área de servicio, sector Los Acacios, vía Cúcuta –Pamplona, Recta Corozal - Frente a la Báscula, la cual cuenta con las siguientes características:

- Se localiza en áreas aledañas al proyecto y funcionará durante todas las etapas del Proyecto.
- Se encuentra ubicado en una zona de fácil acceso, con un aviso exterior de modo que facilite la identificación por parte de la comunidad.
- Es atendida por un profesional social y cuenta con un horario de atención a la comunidad de lunes a viernes entre las 8:00 a.m. y las 5:00 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 12:00 m.
- Dispone de los formatos establecidos por la ANI para la atención al usuario.
- Cuenta con piezas de comunicación y material de información impreso sobre temas de interés sobre el proyecto.

Así mismo, la oficina de atención al usuario cuenta con el siguiente equipamiento:

- ✓ Un espacio de recepción y atención al usuario.
- ✓ Un computador e impresora para el equipo social del proyecto.
- ✓ Un teléfono móvil.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Escritorio y silla para el profesional encargado de la atención de la oficina.
- ✓ Espacio de trabajo y 10 sillas para la atención de los usuarios.
- ✓ Una cartelera donde se instalen volantes entregados, información del proyecto, planos del proyecto, entre otros temas: actividades de obra y avances, responsables de las actividades a ejecutar, ofertas laborales y procesos de gestión predial.
- ✓ Elementos de oficina (papel, bolígrafos etc).

Instalación de una Oficina Satélite de Atención al Usuario

Adicionalmente, en la etapa constructiva se contará con la instalación de una oficina satélite que será ubicada en un lugar equidistante para las unidades territoriales menores del área de influencia y contará con el espacio y los elementos necesarios para la prestación del servicio. La oficina satélite estará instalada hasta un mes después de la suscripción del Acta de Terminación de la unidad funcional correspondiente.

El horario de atención de la oficina satélite será de lunes a viernes entre las 8:00 a.m. y las 5:00 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 12:00 m.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Atención al Usuario	**Identificación: PGS-01**

Medios electrónicos para recepción de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias:
Los medios electrónicos establecidos por el Concesionario para dar atención oportuna a las manifestaciones interpuestas por la comunidad aledaña a la UF1, son los siguientes:

Correo: atencionalusuario@unionvialriopamplonita.com
Página web: www.atencionalusuario.com
Línea fija de atención al usuario: 350 2806824

Sistema de Atención al Usuario

El sistema de atención al usuario para la recepción, tramite y solución de PQRS brindará información del proyecto de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- Todas las manifestaciones ciudadanas (peticiones, quejas, reclamos y sugerencias), serán atendidas por el profesional social y se les dará trámite y respuesta en un tiempo no mayor a quince días hábiles. Asimismo, será el responsable de diligenciar los formatos de Atención al Usuario.

- Una vez presentada la persona en la Oficina de Atención al Usuario, se recepcionará su manifestación, la cual puede ser verbal o escrita y se procederá a diligenciar el Formato de Recepción de Peticiones, en cada uno sus ítems.

- Durante el diligenciamiento del formato se registrará si la atención es suficiente con información verbal o requiere de visita, de reunión, de entrega de información escrita u otra acción. Si la manifestación ciudadana lo requiere, la profesional social remitirá mediante correo electrónico al área que corresponda la situación presentada; con el fin de coordinar y unificar los términos de la respuesta y solución bajo el alcance del contrato.

- El trámite se iniciará el mismo día de presentada la solicitud; se aclara que, en todo caso el plazo máximo de atención de la PQRS es de quince días hábiles conforme a la Ley. El seguimiento y solución de cada uno de los casos se registrará en el formato correspondiente indicando el consecutivo y fecha de la respuesta.

- Se entiende por cerrada una manifestación cuando el usuario es notificado por escrito o a través de correo electrónico.

Atenciones ciudadanas en quejas, peticiones, sugerencias y solicitudes de información especificas

A continuación, se indican las acciones previstas para casos específicos de atenciones ciudadanas, que se han tipificado con experiencia acumulada en la ejecución de otras obras de infraestructura vial y las acciones que se proponen para los profesionales del área social.

Solicitudes relacionadas con presunta afectación a infraestructura. Ante una eventual reclamación por daño o perjuicio sobre el bien inmueble o infraestructura, a causa de las actividades del proyecto, se verificará el acta de vecindad del predio y se coordinará una visita al inmueble objeto de reclamación. La visita técnica a la infraestructura se realizará dentro de los ocho (8) días calendario siguiente a la fecha en la cual presentó el reclamo, para lo cual se le avisará al peticionario con dos (2) días calendario de anticipación. En la visita mencionada se verificará el

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Atención al Usuario	**Identificación: PGS-01**

acta de vecindad de inicio levantada para el predio que presenta la afectación, por tanto, se contará con la asistencia del área técnica y social de la UVRP y de la Interventoría, se realizará registro fotográfico y/o fílmico y se registrará en acta de visita. Tendrá como objeto verificar los daños y evaluar las responsabilidades de las actividades de obra en las afectaciones registradas. De acuerdo con la visita se establecerá la responsabilidad o no de la UVRP determinando las acciones preventivas, de mitigación y/o compensación a seguir y los plazos establecidos. Estas acciones se consignarán en el Formato de Acta de Reunión, donde se incluyan los acuerdos realizados con el peticionario y será firmado por las partes que intervienen en el acuerdo (UVRP, Ciudadano). Para el cierre de este tipo de peticiones se registran las reparaciones hechas y se anexa el registro fotográfico, donde se evidencien los arreglos realizados y la firma del ciudadano que constate el recibido de la reparación a satisfacción.

En la Tabla U.1, se detalla el procedimiento a seguir para la recepción y atención de las PQRS.

Tabla U.1 Procedimiento recepción y atención PQRS

Procedimiento	Descripción
Análisis de causas	El responsable de recepción de PQRS articula con las áreas involucradas la gestión para realizar el análisis de causas y planes de acción. Así mismo, luego de establecer las causas y acciones, se establece el área responsable encargada de su solución. Si las acciones a seguir requieren de la acción o participación de personas o entidades externas (contratistas, proveedores, etc.), el área asignada como responsable realiza la gestión para comunicarle la PQRS interpuesta, solicitar las acciones pertinentes y realizar el seguimiento que corresponda. El área asignada como responsable debe informar los avances y evidencias al área de gestión social hasta su solución o decisión final. La gestión eficaz por parte de las áreas involucradas para la atención de PQRS es una política organizacional alineada a la propuesta de valor establecida para los usuarios y clientes: ✓ Calidad del servicio ✓ Regularidad ✓ Continuidad ✓ Cobertura ✓ Integridad
Seguimiento al tratamiento de las PQRS	El área de Gestión Social realiza el seguimiento de las PQRS mediante el control de las fechas y actividades acordadas con las diferentes áreas.
Respuesta al peticionario	De acuerdo con el asunto a tratar, la responsabilidad de dar trámite a la PQRS estará a cargo de los directores de las áreas competentes: ✓ Técnica ✓ Socio ambiental ✓ Jurídica

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Atención al Usuario	**Identificación: PGS-01**
	✓ Operación y Mantenimiento ✓ Recursos Humanos ✓ Predial ✓ Otras
Cierre de las PQRS	El área de Gestión Social realiza seguimiento a las acciones tomadas con el fin de determinar su eficacia y adecuada solución para las partes. En caso de que el usuario no quede satisfecho (lo cual será evidenciado a través de una contra respuesta a la respuesta emitida por el Concesionario), se informa esta situación en el aplicativo y si es necesario, se inicia nuevamente el proceso desde el análisis de las causas. Ante las situaciones que conlleven a decisiones judiciales y sobre las cuales el reclamante no esté satisfecho, éste puede acudir a los procedimientos jurídicos para manifestar su inconformidad sobre tal decisión.

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

La información acerca del consolidado de PQRS recibidas y sus tiempos de respuesta será remitida mensualmente al interventor.

Para el cierre social del proyecto, la UVRP debe presentar el cierre de todas las PQRS, actas de vecindad levantadas (de las que tengan alguna reclamación) y el cierre de las actas de compromiso.

Inscripción de perfiles a contratar en el proyecto

En la oficina de Atención al Usuario y durante las etapas de Preconstrucción e inicio de la etapa de construcción, se divulgarán los mecanismos para la inscripción de perfiles de mano de obra calificada y no calificada existentes en las comunidades del área de influencia directa del proyecto. Con esta información se creará la base de datos de la mano de obra calificada y no calificada, para facilitar la postulación cuando se presenten vacantes en el proyecto.

De la misma forma, se informará y orientará a las comunidades acerca de la inscripción de sus perfiles en la Agencia Pública de empleo del SENA para acceder a las postulaciones de las vacantes que se publiquen y que son requeridas para la obra.

Lugar de Aplicación

Unidades Territoriales Mayores y Menores del área de influencia del proyecto: Construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Sistema de atención al usuario	X	X	X	Continuo	48	Mes	N/A
Funcionamiento de la oficina fija de Atención al usuario	X	X	X	Continuo	48	Mes	N/A
Instalación y puesta en marcha de oficina satélite de Atención al Usuario		X	X	Continuo	36	Mes	N/A

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO							
Subprograma: Atención al Usuario					**Identificación: PGS-01**		
Visitas de campo		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A
Atención, seguimiento y cierre de PQRS		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A

Etapa: P: Preconstructiva, C: Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Concesionario Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Auxiliar social	-	-	$ 83.520.000	$ 83.520.000
Materiales y equipos	-	$38.900.000	-	$38.900.000
Costos directos	-	-	-	-
Total				$ 122.420.000

*****Esta tabla de costos refleja la implementación de la ficha de manejo disgregada para cada una de las etapas del proyecto. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
PQRS atendidas	Nº de PQRS cerradas / Nº PQRS recibidas *100	**X**		**X**		100	%/mes	Sí	90	-Formatos de PQRS. -Formato de seguimiento de PQRS. -Formato Acta de reunión -Formato de registro de visita. -Registro consolidado de PQRS. -Registro Fotográfico.
PQRS cerradas en tiempos de ley	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100	**X**		**X**		95	%/mes	Sí	90	-Formatos de PQRS. -Formato de seguimiento de PQRS. -Formato Acta de reunión -Formato de registro de visita.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Atención al Usuario									**Identificación: PGS-01**	
										-Registro consolidado de PQRS. -Registro Fotográfico.
Oficinas de atención al usuario	Nº de oficinas de atención al usuario implementadas / Nº de oficinas al usuario propuestas *100		**X**	**X**		100	%/mes	Sí	90	-Registro fotográfico. -Programación de Oficinas

V. Programa educación y capacitación al personal vinculado al proyecto. PGS-02

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	**Identificación: PGS-02**

Objetivos

- Propiciar espacios de sensibilización con el personal vinculado al proyecto, donde se adquiera conocimiento de tipo socio – ambiental y de seguridad y salud en el trabajo, para que las actividades se realicen de manera segura y respetando el entorno natural, infraestructura social, costumbres y tradiciones de las comunidades residentes en el área de influencia.
- Generar espacios de información, comunicación y participación con el personal vinculado al proyecto donde se presenten temas que contribuyan con el desarrollo de actitudes y conductas adecuadas sobre el uso y manejo sostenible de los recursos naturales.
- Reducir la generación de PQRS por parte de la comunidad y/o usuarios de la vía como consecuencia de comportamientos y omisiones en los que trabajadores incurran en desarrollo de sus labores en el proyecto, así como de desinformación en la comunidad por información suministrada por el personal vinculado al proyecto.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación de nuevos conflictos	100% del personal vinculado al proyecto informado en temas de tipo socio – ambiental, que promuevan el desarrollo de actividades de forma respetuosa con el entorno natural, infraestructura social y de servicios públicos, costumbres y tradiciones de las comunidades que residen en el área de influencia. 100% del personal vinculado al proyecto informado sobre el uso y manejo sostenible de los recursos naturales que se encuentran en el área de influencia.	X			
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos		X			
Modificación de la calidad paisajística		X			
Cambios en la calidad del agua superficial		X			
Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		X			
Alteración de cauce		X			
Modificación de la calidad del aire		X			
Cambio en los niveles de presión sonora		X			
Alteración paisajística		X			
Alteración del hábitat		X			
Cambios en la cobertura vegetal		X			
Cambios en la composición estructura de la fauna silvestre		X			
Intervención de áreas de manejo especial		X			
Modificación de la conectividad de ecosistemas		X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	**Identificación: PGS-02**

Con el fin de garantizar la cobertura y calidad en los procesos de inducción y capacitación al personal, se tendrá en cuenta el siguiente plan de temáticas, las cuales, se desarrollarán de manera puntual a lo largo de este programa. Se hace la salvedad que todo el personal vinculado de acuerdo a las actividades a desarrollar debe tener claro las obligaciones de la licencia ambiental otorgada, con lo anterior, se pretende que, en cada actividad aquí propuesta, se enfatice en dichas obligaciones.

- **Inducción al personal vinculado al proyecto:**

La inducción laboral tiene como propósito fortalecer las competencias organizacionales, sociales, ambientales y de seguridad y salud en el trabajo, definidas y/o adoptadas por el Concesionario. Por lo que en coordinación con el área SST y ambiental se realizará la respectiva inducción a los trabajadores vinculados de forma directa o a través de terceros al proyecto (contratistas, subcontratistas y proveedores).

Durante la jornada de inducción se contemplarán temas relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, cuidado por el medio ambiente y respeto hacia las comunidades, entre otros. Así mismo, se llevará a cabo un registro consolidado de educación y capacitación a trabajadores con las capacitaciones e inducciones realizadas al personal vinculado al proyecto generando de este modo un control en la gestión realizada por parte de la UVRP.

- **Capacitación al personal vinculado al proyecto:**

Con el fin de dar respuesta al manejo de los impactos que se puedan generar por la ejecución de las obras, el profesional social realizará el acompañamiento a las siguientes temáticas de capacitación:

Relacionamiento con las comunidades: Se llevará a cabo un (1) capacitación previa a las actividades del proyecto donde se promueva el buen trato y relaciones de vecindad con las comunidades, actividad a cargo del área social.

Seguridad y salud en el trabajo: Se realizarán jornadas de capacitación orientadas al desarrollo de trabajos seguros, durante la ejecución del proyecto actividad a cargo del área SST.

Manejo de residuos: Se efectuarán capacitaciones sobre este tema, durante el desarrollo de las siguientes etapas: Preconstrucción, construcción y desmantelamiento. Actividad a cargo del área ambiental.

Uso y ahorro eficiente del agua: Se llevará a cabo un taller, en cada una de las etapas del proyecto. Actividad a cargo del área ambiental.

Manejo de flora y Manejo de Fauna: Temáticas a trabajar dentro de “Educación Ambiental” como parte de su desarrollo y cumplimiento. Actividad a cargo del área ambiental.

Plan de Capacitación

Para el desarrollo de las actividades mencionadas se deberá tener en cuenta:

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	**Identificación: PGS-02**

- **Elaborar pautas de comportamiento y relacionamiento social con las comunidades**: El propósito es generar un ambiente laboral agradable que incluya el respeto y trato adecuado hacia las comunidades y entorno natural en el cual se efectúan las actividades del proyecto. Para ello se sugieren las siguientes actividades:

- Capacitaciones lideradas por profesionales sociales de la UVRP y de entidades externas que manejen la temática y cuenten con experiencia en el manejo de la misma.

- Charlas diarias de cinco minutos dirigidas a los trabajadores vinculados al Proyecto.

- **Seguridad y salud en el trabajo**: Realizar un taller con metodología participativa en las que se desarrolle los siguientes aspectos a mencionar.

- Política de HSE.
- Normatividad relacionados con las actividades a desarrollar durante la ejecución del proyecto que prevengan la accidentalidad.
- Prácticas laborales seguras.
- Aplicar técnicas y dinámicas tendientes a una participación activa y comprometida, por parte del personal, contratistas y subcontratistas, en el cumplimiento de esta normatividad.
- Mecanismos de prevención de accidentalidad se informará al personal vinculado, contratistas y subcontratistas sobre los mecanismos de prevención de accidentalidad donde se tratarán los siguientes temas (deberán incluirse aquellos que se consideren importantes para el cumplimiento de este fin): Adecuada señalización de las vías de acceso y vías secundarias utilizadas para efectos del proyecto; control de velocidad por parte de los vehículos en zonas con concentración poblacional como caseríos, centros poblados y cascos urbanos; porte de equipo de carretera por parte de los vehículos utilizados para el desarrollo del proyecto, las actividades relacionadas con los mecanismos de prevención de accidentalidad pueden incluirse a otros talleres o inducciones que considere pertinente.

- **Educación ambiental**: Los temas sugeridos para el conocimiento y protección del entorno natural en el que se desarrollarán las actividades del proyecto son:
- Manejo y disposición de los residuos sólidos.
- Características ambientales de la zona.
- Lavado de canaletas y mixers para transportadores de concreto.
- Conocimiento sobre las obligaciones de la normatividad ambiental vigente que enmarcan el proyecto: Normatividad ambiental vigente (aplicable al proyecto); preservación de los recursos naturales, con énfasis en especies endémicas o en algún grado de amenaza, protección de la fauna en la zona del proyecto. Adicionalmente, se realizará la divulgación de las leyes que existen sobre la protección de fauna y las sanciones para quienes las infrinjan. Protección de la vegetación y prohibición de tala y quema. Protección de recursos hídricos, suelo, fauna y flora.

- **Manejo de residuos**: Se efectuarán capacitaciones sobre este tema, durante el desarrollo de las etapas de Preconstrucción, construcción y desmantelamiento. Actividad a cargo del área ambiental.

- **Uso y ahorro eficiente del agua**: Por medio de actividades de sensibilización lideradas

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	**Identificación: PGS-02**

por el área ambiental se propenderá por:

- Promover el mejoramiento continuo en el uso eficiente y adecuado del recurso hídrico en todos los niveles organizacionales de las actividades del proyecto y en los frentes de trabajo.

- Crear conciencia y participación de todos los actores (personal vinculado, contratistas, subcontratistas) en la gestión ambiental del recurso agua, involucrar a todo el personal en los procesos que permiten garantizar el ahorro y adecuado uso del agua.

- Capacitar acerca de las acciones a seguir en caso de derrames de combustibles, y la prevención de la afectación del recurso hídrico.

- Prohibir el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como la ejecución de cualquier otra actividad que pueda llegar a afectar la calidad y los ecosistemas acuáticos.

- **Manejo de flora**: Se deben realizar dos (2) jornadas de educación ambiental al personal vinculado, enfocadas a resaltar la importancia de la conservación de los recursos naturales de la región, y se reforzarán a medida que avance el proyecto durante las jornadas laborales en las charlas diarias de seguridad y salud en el trabajo (efectuadas bajo la programación de Gestión Social y con apoyo del profesional ambiental).

Se deben incluir entre otras, las siguientes temáticas:

- Definición y características de la cobertura vegetal cercana al tramo de vía.
- Importancia ambiental, cultural y socioeconómica.
- Funciones, bienes y servicios ambientales.
- Biodiversidad asociada a estos ecosistemas.
- Medidas de manejo a implementar en las áreas ambientalmente sensibles, como bosques de galería, nacederos, restricciones de áreas sensibles acorde a las medidas establecidas en la licencia ambiental.
- Inducción en el manejo y conservación de la flora, con énfasis en especies endémicas encontradas en el tramo propuesto para la realización de la vía, o con el valor económico y/o cultural.
- Protección de las distintas unidades de vegetación.
- Prohibición de tala no autorizada, fogatas y quema de residuos sólidos.

- **Manejo de fauna**: Las temáticas estarán enfocadas a minimizar los impactos negativos que se puedan generar en la fauna existente a partir de las actividades desarrolladas durante la ejecución de las obras, para lo cual se contemplan las siguientes temáticas a tenerse en cuenta:

- Importancia de la conservación del hábitat y la fauna de la región, con énfasis en especies endémicas, en peligro de extinción o con valor económico o cultural.
- Medidas de manejo de la fauna y los hábitats o sitios de importancia como las áreas de refugio, reproducción y alimentación (nidos, madrigueras, lugares de alimentación).
- Pasos por seguir ante encuentros potenciales con la fauna local, incluyendo aquellas que representan un peligro inminente (mamíferos grandes, felinos y serpientes venenosas).
- Acatamiento de las señales (de tránsito y presencia de fauna), niveles de velocidad y

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto | **Identificación: PGS-02**

reducción de los niveles de ruido, en especial a los conductores de toda clase vehículos.
- Hallazgo y reporte de animales heridos o muertos, a causa del personal del proyecto.
- Campañas y/o jornadas de sensibilización sobre la prevención del atropellamiento de la fauna para reducir su accidentalidad y atropellamiento, buscando generar conciencia sobre la importancia de la vida de las especies de fauna silvestre. Así mismo, se incentivará el reporte por parte de los trabajadores frente a esta temática a través de la aplicación móvil APP Recosfa (Red Colombiana de seguimiento de fauna Atropellada), aplicación móvil disponible en Playstore para el sistema operativo de Android y en iTunes para el sistema operativo iOS.
- Se prohibirá a todo el personal vinculado, contratistas y subcontratistas las actividades de caza, consumo, transporte o tenencia de ejemplares de fauna silvestres, así como la recepción de ejemplares de fauna provenientes de donaciones o regalos de la comunidad del área de influencia. De igual modo, se prohibirá la compra y/o el consumo de ejemplares de fauna en los casinos u otras zonas de alimentación, a fin de prevenir y desincentivar las actividades de cacería y comercio ilegal de fauna en la región.

Para este proceso se tomará registro fotográfico y/o fílmico (Formato GCSP-F-133), se levantará un acta de reunión y registro de asistencia a la capacitación (Formato GCSP-F-138). En caso de requerirse otro instrumento durante el desarrollo del proyecto, éste será reportado.

Todas las capacitaciones contarán con un proceso de evaluación de las temáticas tratadas por las tres (3) áreas: Ambiental, SST y Social.

Lugar de Aplicación

Todos los frentes de obra del proyecto: Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Inducción al personal vinculado al proyecto		X	X	Continuo	36	Mes	N/A
Capacitación al personal vinculado al proyecto		X	X	Continuo	36	Mes	N/A

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional área social	-	-	$ 182.700.000	$ 182.700.000
Profesional área ambiental	-	-	$ 182.700.000	$ 182.700.000
Profesional área SST	-	-	$ 182.700.000	$ 182.700.000

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO				
Subprograma: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto			**Identificación: PGS-02**	
Materiales y equipos	-	$ 18.520.000	-	$ 18.520.000
Costos directos	-	-	-	-
Total				$566.620.000

*****Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Capacitaciones ejecutadas	Nº de capacitaciones ejecutadas/ N° de capacitación establecidas *100	**X**			**X**	80	%/mes	Sí	90	Acta de reunión capacitación. -Registro fotográfico.
Capacitación de trabajadores	N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores contratados *100		**X**		**X**	100	%/mes	No		-Registro consolidado de educación y capacitación a trabajadores.
Inducción a trabajadores contratados	N° de trabajadores con inducción del proyecto / N° de trabajadores contratados *100		**X**		**X**	100	%/mes	No		-Acta de reunión capacitación. -Registro fotográfico.

W. Programa de información y participación comunitaria. PGS-03

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Información y Participación Comunitaria	**Identificación: PGS-03**

Objetivos

- Suministrar a las autoridades locales y a la comunidad de las unidades territoriales menores, información clara y oportuna sobre los aspectos técnicos del proyecto vial, que puedan ser del interés de la comunidad y sobre los impactos socio-ambientales y su respectivo manejo por parte del proyecto.
- Evitar, corregir y aclarar oportunamente información errónea relacionada con el proyecto; reduciendo y controlando las expectativas de la comunidad frente al mismo.
- Mantener adecuados espacios de comunicación y lazos de vecindad entre el proyecto y la comunidad, otros actores sociales y las autoridades locales.
- Establecer relaciones de credibilidad y confianza con las comunidades para prevenir conflictos y establecer mecanismos de solución a los existentes.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	-Informar al 100% de las comunidades y autoridades del área de influencia del proyecto sobre las actividades a realizar durante el desarrollo del mismo, aplicando mecanismos de comunicación dinámicos, claros y participativos. -Realizar el 100% de las reuniones informativas planeadas con las comunidades y autoridades del área de influencia de la unidad funcional 1 del proyecto. -Generar mínimo un (1) espacio de información permanente en el medio de comunicación de mayor sintonía en el área del proyecto presentando informes periódicos sobre los avances de las obras. -Realizar el 100% de las reuniones con el Comité de Participación y Control Ciudadano programadas.	X			
Cambios en el riesgo de accidentalidad		X			
Cambios en el desplazamiento poblacional		X			
Modificación en la gestión y capacidad organizativa		X			
Generación de nuevos conflictos		X			
Generación de expectativas		X			
Modificación en la demanda de bienes y servicios		X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M:Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Para llevar a cabo la implementación de este programa se deben desarrollar las siguientes acciones específicas:

-Reconocer los diferentes actores sociales que integran las autoridades locales y las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto. Esta actividad implica la revisión exhaustiva de la cartografía oficializada en los POT y otras fuentes secundarias; así como la verificación a través del trabajo de campo de las unidades territoriales mayores y menores existentes y otros grupos de interés. Este ejercicio implica además la elaboración del directorio de actores sociales, líderes comunitarios, representantes de las comunidades, así como la identificación de lugares de encuentro para las convocatorias programadas por la UVRP.

- La Unión Vial Río Pamplonita deberá identificar las estrategias de participación más efectivas con la comunidad. Serán válidas estrategias tales como; reuniones de información, talleres, atención individualizada, grupos de trabajo u otras acciones que resulten efectivas de acuerdo con la dinámica existente en los territorios.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Información y Participación Comunitaria	**Identificación: PGS-03**

Acciones de Información:

a. Apropiación, inserción y adopción del proyecto:

Con el ánimo de mantener informada a la comunidad y autoridades del área de influencia de la UF1, el Concesionario se encargará de diseñar, distribuir y socializar piezas comunicativas que permitan mantener una comunicación directa y permanente con la población involucrada.

El Concesionario elaborará piezas comunicativas (volantes, afiches o cartas informativas), que se distribuirán en cada una de las administraciones municipales, instituciones educativas, sector comercial, juntas de acción comunal y sitios de interés para la comunidad de las veredas y barrios que hacen parte del área de influencia de la UF1.

Así mismo, el Concesionario implementará un plan de medios transversal al proyecto en general con el ánimo de mantener una correcta comunicación con los usuarios de la vía y las comunidades circundantes, buscando brindar información actualizada sobre las intervenciones o trabajos en la vía, los accidentes o incidentes que afecten la normal circulación, la interrupción de servicios, las dificultades en el desarrollo de la obra y demás actividades de interés general.

Para este fin, el Concesionario hará uso de medios de comunicación masiva disponibles en la zona con el fin de brindar información de interés general:

- **Espacio Radial:** Se utilizarán cadenas radiales locales y regionales de mayor rating en horarios y programas de mayor frecuencia para realizar las pautas informativas sobre el proyecto (cuñas) y programa con una duración de cinco (5) minutos aproximadamente emitidos cada quince (15) días.
- **Televisión:** Este medio de comunicación también será utilizado para generar cápsulas informativas del Proyecto, para lo cual se gestionarán compromisos publicitarios en las franjas y programas más vistos de un canal regional de manera mensual con una duración de cinco (5) minutos y repeticiones semanales.
- **Prensa:** A través de la prensa escrita también se hará la divulgación de las generalidades del proyecto en dos de los principales medios de impacto en la zona. Con el fin de posicionar el proyecto y al Concesionario se realizará la publicación de dos (2) especiales sobre los avances del proyecto en los periódicos nacionales (*La República, Revista Semana o Portafolio)*, medios de alcance nacional.
  De igual manera, el Concesionario realizará la publicación de dos (2) publirreportajes o insertos al año, en el *Diario Regional.*

b. Herramientas y canales de comunicación:

Estas herramientas y canales comunicativos son mecanismos para complementar el ejercicio de información planteado en el momento de *apropiación, inserción y adopción del proyecto,* además de acompañar las acciones o reuniones. Dentro de estas herramientas y canales se cuenta:

- **Boletín informativo:** Pieza escrita que informará a la comunidad del área de influencia sobre los avances del proyecto de manera trimestral.
- **Página WEB:** Plataforma con información actualizada en tiempo real, que abarca todos los contenidos, desarrollo y etapas del proyecto, los avances de las intervenciones, el estado

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Información y Participación Comunitaria	**Identificación: PGS-03**

de las vías, formularios en línea para enviar comentarios relacionados con el proyecto, así como a las actividades programadas.

- **Redes Sociales:** Se generarán cuentas en las plataformas de Facebook y Twitter, con el fin de publicar información de interés para el público general sobre la UF1 del proyecto.
- **Volantes informativos:** Esta pieza informativa escrita, será utilizada para realizar convocatorias a reuniones programadas, informar sobre actividades extraordinarias, mensajes educativos y de concientización, entre otras novedades, los cuales estarán disponibles en los puntos de atención del Concesionario. Se contará con volantes informativos sobre medidas de manejo ambiental (en especial para actividades como uso de explosivos, inicio de frentes de obra, demarcación y señalización, suspensión temporal de servicios públicos, tránsito de maquinaria y equipos, entre otros).
- **Afiches informativos:** Estas piezas de comunicación informarán a la comunidad del área de influencia sobre los puntos de atención con los que cuenta el Concesionario y sobre aspectos generales de las obras que se desarrollan.

c. Socialización, sensibilización e información:

Con el ánimo de informar a la comunidad sobre el desarrollo del proyecto y posibilitar la retroalimentación del mismo, desde la propia comunidad, se implementarán una serie de reuniones informativas en cada una de las unidades territoriales menores; así como autoridades municipales. Las reuniones con las unidades territoriales podrían hacerse por separado o integrándolas, según se vea la conveniencia, pero buscando asegurar la mayor participación posible.

La UVRP adelantará para la UF1 las siguientes reuniones de información:

Se realizarán reuniones informativas antes del inicio de las actividades de obra, durante todo el proceso constructivo, y a la terminación de las intervenciones. La información debe ser clara, veraz, oportuna e impartida por los profesionales vinculados al Proyecto. La comunidad debe conocer las características del Proyecto, a las empresas y profesionales vinculados, las acciones del Plan de Manejo Ambiental y particularmente las del Programa de Gestión Social. Se realizarán reuniones de inicio, avance, finalización, extraordinarias y con el Comité de Participación y Control Ciudadano.

Cada reunión debe estar soportada con los siguientes procedimientos:

- Elaborar convocatoria según formato ANI
- Elaborar presentación en Power Point
- Distribuir personalmente y/o a través de organizaciones locales, invitaciones para la realización del evento
- Desarrollar el evento de acuerdo con los formatos dispuestos para tal efecto por la ANI
- Registro de asistencia
- Registrar el desarrollo de la reunión en un acta de acuerdo con el formato establecido por ANI
- Elaborar registro fotográfico

La UVRP deberá garantizar acciones de convocatoria con 8 días de antelación y la divulgación adecuada a las mismas mediante piezas publicitarias (afiches, volantes, entre otras).

Cómo mínimo debe llevarse a cabo una reunión de inicio, una de avance y una de finalización con cada uno de los grupos de interés; a saber: Alcaldía Municipal de Pamplona y Pamplonita,

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Información y Participación Comunitaria	**Identificación: PGS-03**

Universidad de Pamplona, veredas Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha y los barrios San Luis, El Buque y Simón Bolívar. Adicionalmente, se deben realizar reuniones con las Asociaciones de Usuarios de Acueducto que actualmente se registran en las veredas El Naranjo, La Hojancha y Ulagá Baja. Estas, pueden ser convocadas a los mismos encuentros a realizar con las comunidades de las unidades territoriales menores.

Reuniones de inicio de Obra:

Previo al inicio de las Intervenciones en la Unidad Funcional 1, la UVRP debe realizar la reunión de inicio para informar a la autoridad municipal y a la comunidad de las unidades territoriales menores, sobre las actividades que se van a realizar, cuándo y en dónde se van a iniciar; se informará también sobre las características técnicas del proyecto, los mecanismos establecidos para la Atención al Usuario, el levantamiento de actas de vecindad, el requerimiento de mano de obra para el proyecto y la programación de las otras reuniones en la etapa constructiva; lo anterior con el objeto de manejar la información desde el proyecto y evitar que agentes externos a la UVRP, divulguen información falsa o generen expectativas igualmente falsas en la comunidad.

Entre los temas a presentar están:

- Presentación de la ANI
- Presentación de la UVRP
- Ventajas y beneficios del proyecto de la UVRP
- Alcance general del Proyecto
- Cronograma del proyecto
- Presentación del Programa de Gestión Social Contractual o PGSC, haciendo énfasis en los impactos y en las medidas de manejo, particularmente las correspondientes al Programa de Gestión Social
- Procedimiento para vinculación de mano de obra
- Alcances de la Gestión Ambiental
- Gestión predial
- PMT (Plan de manejo de Tráfico)
- Comité de Participación y Control Ciudadano del proyecto
- Preguntas y Sugerencias

En las reuniones y/o presentaciones se debe dejar claro el papel de cada una de las entidades que intervienen en la ejecución del proyecto.

Reuniones de avance de Obra:

Se realizarán estas reuniones para informar sobre el avance de las actividades de obra, resultados de los programas de gestión social y ambiental, entre otros. Se realizarán el mismo número de reuniones de avance tal como se formularon para las reuniones de inicio, considerando las características territoriales del proyecto.

Reuniones de finalización de Obra:

Antes de finalizar las actividades de obra, se realizará la reunión de finalización para presentar el estado de la obra, sus características técnicas, indicar sobre su conservación, presentar los

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Información y Participación Comunitaria	**Identificación: PGS-03**

avances de la Gestión Social y Ambiental. Se realizarán el mismo número de reuniones de finalización tal como se formularon para las reuniones de inicio y avance, considerando las características territoriales del proyecto.

- **Reuniones extraordinarias**

Cuando las actividades de obra así lo requieran o las comunidades así lo exijan, se programarán reuniones extraordinarias con las comunidades de las unidades territoriales menores del proyecto, buscando generar espacios de información que eviten conflictos por lo que se desarrollarán cuantas veces sean necesarias según las particularidades del territorio.

Las reuniones que se deben realizar con las comunidades de las unidades territoriales menores del Proyecto y con los propietarios de Predios a adquirir para la ejecución de las obras, se efectuarán cuantas veces sean necesarias dependiendo de las características de movilización y participación de las comunidades.

Comité de Participación y Control Ciudadano

En aras de garantizar la participación ciudadana, se identificarán líderes, personas de la comunidad y/o comité de participación resultante de los primeros acercamientos de identificación y caracterización de comunidades del área de influencia del proyecto. Con lo anterior se pretende propiciar espacios de interacción que mantenga informados a estos representantes y a su vez a la comunidad acerca del estado del avance de las obras.

El comité de participación será conformado por líderes y personas de la comunidad interesados en participar y hacer el debido control social a las obras a ejecutarse, para ello se vincularán los comités de participación conformados durante la etapa preoperativa del proyecto, de igual manera a través de las reuniones de inicio de obra de la unidad funcional 1 se promocionará la vinculación de los asistentes al comité de participación anteriormente conformado, teniendo en cuenta las características culturales y ubicación geográfica de las comunidades que hacen parte del AID de las unidades funcionales del proyecto.

Durante la primera reunión del Comité se brindará información de carácter técnico, ambiental y social a los miembros del comité de participación, el inicio de las mismas será concertado con los miembros de los comités una vez se dé inicio a las actividades de construcción de la unidad funcional 1 y tendrán una periodicidad de cada tres (3) meses, así mismo durante esta primera reunión se establecerá conjuntamente las fechas para próximas reuniones teniendo en cuenta los tiempos antes mencionados.

Lugar de Aplicación

Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 “Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO							
Subprograma: Información y Participación Comunitaria							**Identificación: PGS-03**
Reuniones de inicio	**X**			Temporal	**1**	Mes	En un mes se realizarán las reuniones con todas las UT Menores
Reuniones de avance		**X**		Temporal	**1**	Mes	En un mes se realizarán las reuniones con todas las UT Menores
Reuniones de cierre		**X**		Temporal	**1**	Mes	En un mes se realizarán las reuniones con todas las UT Menores
Reuniones extraordinarias		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	Según requerimiento
Actividades del Programa de divulgación -Plan De Medios-	**X**	**X**	**X**	Continuo	**48**	Mes	Televisión: Una vez al mes Prensa: Semestral Radio: Quincenal
Comité de participación y control ciudadano		**X**		Periódico	**36**	Mes	Una reunión trimestral

***Etapa:** P: Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$ 182.700.000	$ 182.700.000
Materiales y equipos	-	$84.330.000	-	$84.330.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$ 267.030.000

*Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Reuniones informativas	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100	**X**		**X**		100	%/ trimestral	Sí	90	-Actas de reunión. -Listados de asistencia -Registro fotográfico.
Plan de Medios	Nº Planes de medios elaborados y ejecutado/ Nº Planes de medios requeridos *100		**X**	**X**		80	%/ trimestral	Sí	90	Soportes de pautas publicitarias realizadas (cápsulas televisivas, cuñas

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Información y Participación Comunitaria									**Identificación: PGS-03**	
										radiales y publireportajes)
Canales y herramientas de comunicación	Nº de canales y herramientas de comunicación implementadas / Nº de canales y herramientas de comunicación establecidas *100		**X**	**X**		80	%/ trimestral	Sí	90	-Formato de entrega de piezas comunicativas - Registro fotográfico
Comité de Participación y Control Ciudadano	Nº de reuniones realizadas con el comité / Nº de reuniones requeridas con el Comité según cronograma *100	**X**		**X**		80	%/ trimestral	Sí	90	-Actas de reunión. -Listado de asistencia -Registro fotográfico.

X. Programa apoyo a la capacidad de gestión institucional. PGS-04

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional	**Identificación: PGS-04**

Objetivos

- Sensibilizar a las comunidades de las unidades territoriales menores de la UF1 acerca de la normativa de Derecho de Vía y la conservación del Espacio Público en la segunda calzada.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Modificación en la gestión y capacidad organizativa	- 100% de las organizaciones sociales de las unidades territoriales menores de la UF1 informadas acerca de la normativa de Derecho de Vía. - Una (1) jornada de sensibilización acerca de la conservación del Derecho de Vía por cada unidad territorial menor de la UF1.	X			

[a]**Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación**

Acciones a Ejecutar

Las acciones a ejecutar parte de la información acerca de la normativa de Derecho de Vía con los líderes de las organizaciones sociales existentes en cada unidad territorial menor de la UF1, quienes son multiplicadores de la información, y jornadas de sensibilización de la siguiente manera:

- Capacitación y sensibilización a organizaciones sociales de las unidades territoriales menores acerca de la normativa inherente a la conservación del espacio público, para generar el control social en el saneamiento del mismo.
- Entrega de material pedagógico e informativo acerca de la conservación del derecho de vía para las comunidades de las unidades territoriales menores de la UF1.
- Jornadas de sensibilización acerca de la conservación del Derecho de Vía en cada una de las unidades territoriales menores de la UF1.

El desarrollo de las acciones planteadas en el Subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional se llevaría a cabo en el último año de construcción de la UF1.

Se tendrán como soportes de la gestión, los registros fotográficos o fílmicos, las actas de las reuniones con líderes de organizaciones sociales de la UF1 y registro de entrega de piezas comunicativas.

Lugar de Aplicación

Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Reunión informativa acerca de la normativa de Derecho de Vía con los líderes de organizaciones sociales de la UF1.		X	X	Temporal	12	Mes	N/A.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO							
Subprograma: Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional						**Identificación: PGS-04**	
Jornada de sensibilización acerca de la conservación del Derecho de Vía en cada una de las unidades territoriales menores de la UF1.		**X**	**X**	Temporal	12	Mes	N/A
Entrega de material pedagógico e informativo acerca de la conservación del derecho de vía para las comunidades de las unidades territoriales menores de la UF1.		**X**	**X**	Temporal	12	Mes	N/A

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$60.900.000	$60.900.000
Materiales y equipos	-	$32.800.000	-	$32.800.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$ 93.700.000

***Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Reuniones informativas Derecho de Vía con organizaciones sociales de la UF1	Nº de Reuniones informativas en Derecho de Vía realizadas /Nº de reuniones programadas*100 %		**X**	**X**		100	%/ Trimestral	Sí	90	-Actas de reunión. -Listados de asistencia -Registro fotográfico.
Jornada de sensibilización acerca de conservación del Derecho de Vía en la UF 1	Nº de Jornadas de sensibilización Derecho de Vía realizadas /Nº de jornadas de sensibilización programadas *100%		**X**	**X**		100	%/ Trimestral	Sí	90	-Actas de reunión. -Listados de asistencia -Registro fotográfico.

Y. Programa de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. PGS-05

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto	**Identificación: PGS-05**

Objetivos

- Formular y ejecutar un plan de capacitación con la comunidad que contribuya a la conservación y mejoramiento del entorno.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Generación de expectativas	-Formulación de un (1) Plan de Capacitación anual - Celebración por semestre mínimo un (1) acuerdo con organizaciones públicas y privadas que tienen presencia y reconocimiento en el área de influencia y que cuentan con experiencia en el manejo de los temas de interés identificados en la comunidad. -Realización de mínimo una (1) capacitación semestral en cada unidad territorial, de acuerdo con el Plan de Capacitación aprobado por la misma comunidad.	X			
Generación de nuevos conflictos		X			
Alteración paisajística		X			
Cambios en la calidad del agua superficial		X			
Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		X			
Alteración de cauce		X			
Modificación de la calidad del aire		X			
Cambio en los niveles de presión sonora		X			
		X			
Alteración del hábitat		X			
Cambios en la cobertura vegetal		X			
Cambios en la composición estructura de la fauna silvestre		X			
Intervención de áreas de manejo especial		X			
Modificación de la conectividad de ecosistemas		X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Abordaje de líderes comunitarios y concertación del plan de capacitación con las unidades territoriales menores de la unidad funcional 1.

En el plan de capacitación se tendrán en cuenta los siguientes temas:

- ✓ Conservación de la Fauna y la Flora.
- ✓ Gestión Ambiental.
- ✓ Procesamiento de Frutas y Hortalizas.

Para el desarrollo de las capacitaciones se deberá estructurar una metodología lúdica que garantice la comprensión de las temáticas tratadas por parte de la comunidad.

Ejecución del Plan de Capacitación

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto | **Identificación: PGS-05**

Una vez definido el plan de capacitación, se elaborará un cronograma de ejecución de las actividades concertadas con las comunidades, a fin de establecer los recursos materiales, físicos, humanos, logísticos y financieros para el desarrollo y cumplimiento de cada una de las actividades.

Se procede a la implementación de las actividades de acuerdo con la programación y los compromisos establecidos en los convenios de cooperación institucional y la UVRP.

Lugar de Aplicación

Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Reuniones con entidades públicas y privadas para la presentación del plan de capacitación y coordinar las alternativas de participación y apoyo en convenio de cooperación		X	X	Periódico	36	Mes	Semestral
Ejecución del Plan de Capacitación		X	X	Periódico	36	Mes	Semestral

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita*

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$30.450.000	$30.450.000
Materiales y equipos	-	$80.300.000	-	$80.300.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$ 110.750.000

*Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Reuniones de socialización	N° Reuniones de presentación del plan de capacitación		X		X	80	%/trimestral	No		-Actas de reunión.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto									**Identificación: PGS-05**	
del Plan de Capacitación	realizadas/ N° Reuniones de presentación del plan capacitación programadas *100									-Listados de asistencia -Registro fotográfico.
Capacitaciones ejecutadas.	Nº de capacitaciones ejecutadas / Nº de de capacitaciones definidas y concertadas con la comunidad *100	**X**			**X**	80	%/trimestral	Sí	90	-Actas de reunión. -Listados de asistencia -Registro fotográfico.

Z. Programa de cultura vial. PGS-06

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Cultura vial	**Identificación: PGS-06**

Objetivos

- Diseñar estrategias pedagógicas para las comunidades del área de influencia de la unidad funcional 1 y usuarios de la vía sobre temáticas que contribuyan al tránsito seguro en relación con las actividades de la obra.
- Sensibilizar a los usuarios de la vía acerca de las medidas preventivas del Plan de Manejo de Tránsito relacionados con las actividades de obra, por medio de jornadas informativas en sectores estratégicos de la vía.
- Crear espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con las instituciones educativas aledañas y/o cuya movilidad se relaciona directa o indirectamente con el desarrollo de la obra de la UF1.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Cambios en el riesgo de accidentalidad	Ejecutar el 100% de las jornadas de sensibilización programadas con el fin de disminuir los índices de accidentalidad relacionados con la obra.	X			
Cambios en la movilidad peatonal y vehicular		X			
Generación de expectativas	Lograr que el 100% de los centros educativos aledaños a la obra sean informados, educados y orientados acerca de la movilidad en relación con la obra en desarrollo.	X			
Generación de nuevos conflictos		X			
Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios	Entregar material informativo al 100% de los participantes en las sensibilizaciones, capacitaciones y/o campañas.	X			

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M:Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

El Concesionario Unión Vial Río Pamplonita desarrollará un Plan de Cultura Vial que estará conformado por actividades informativas, lúdicas y recreativas: se refiere a la estructuración y desarrollo de talleres pedagógicos con el objeto de sensibilizar a la población educativa, a líderes de las unidades territoriales menores del AI, instituciones educativas y a los miembros del Comité de Participación y Control Ciudadano en el cambio de actitudes que conduzcan a la sostenibilidad de la obra con el fin de evitar la generación de accidentes durante el proceso constructivo del proyecto.

Para lo anterior, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Acercamiento a Instituciones Educativas

Se realizará la presentación del Programa de Cultura Vial a los directivos y docentes de la Instituciones Educativas cercanas a la UF 1, con el propósito de aunar esfuerzos a favor del desarrollo integral de los usuarios de la vía. Con base en las unidades territoriales menores del AI, en la Tabla Z.1, se identifican las Instituciones Educativas en cercanía a la UF1:

Tabla Z.1 Instituciones educativas, unidades territoriales menores UF1

Municipio	Unidad territorial	Nombre institución educativa
Pamplona	El Buque	Universidad de Pamplona

		Vereda El Naranjo	Institución Educativa Chíchira sede El Naranjo
		Vereda Sabaneta Alta	Sabaneta Parte Alta
		Alcaparral	Escuela Alcaparral
		Vereda Sabaneta Baja	Centro Educativo Rural Sabaneta Parte Baja
		Vereda La Hojancha	Escuela Nueva La Hojancha
		Vereda Ulagá Baja	Institución Educativa Chíchira sede Ulagá Baja

Fuente: (Unión Vial Río Pamplonita, 2018)

Es de aclarar que las escuelas de las veredas Alcaparral, La Hojancha y Sabaneta Alta no se encuentran actualmente en funcionamiento. Sin embargo, se incluyen puesto que en la etapa de construcción del proyecto pueden entrar en funcionamiento nuevamente.

Jornadas de sensibilización

Se realizarán jornadas de sensibilización en las zonas de mayor relacionamiento de los usuarios con la unidad funcional 1, los cuales corresponden a:

- ✓ Vía nacional ruta 55, frente a la Universidad de Pamplona
- ✓ Sector conocido como “La Curva de los Adioses”, vereda Alcaparral
- ✓ Vía nacional ruta 55, punto de inicio del proyecto Doble Calzada Pamplona Cúcuta y finalización de la Doble Calzada Bucaramanga-Pamplona.

Durante estas jornadas se mostrarán los riesgos con la construcción de la nueva vía, a través de un proceso de reconocimiento participativo que permita identificar las zonas de riesgo específicas y las alternativas de mitigación más apropiadas para la población objeto.

Talleres educativos y pedagógicos sobre seguridad vial

Los talleres en seguridad vial obedecen a una estrategia pedagógica que busca sensibilizar y generar nuevas actitudes de responsabilidad en relación con la seguridad vial; están dirigidos a la población estudiantil de los centros educativos de las unidades territoriales menores del AI cuya movilidad se relacionan directa o indirectamente con el desarrollo de la obra de la UF1. Los temas sugeridos para tratar en cada uno de los talleres se relacionarán a continuación:

- Prevención de accidentes.
- Normas y señales de tránsito.
- Medidas preventivas del Plan de Manejo de Tránsito.
- Nuevas dinámicas de movilidad (en el último año de construcción y fase de abandono).
- Espacio público y comportamientos seguros para el peatón en la vía del proyecto

Cada actividad de este proyecto quedará soportada por actas de reunión, planillas de asistencia, formato de entrega de piezas comunicativas, registro fotográfico y el material pedagógico utilizado en cada uno de ellos.

Material de divulgación sobre seguridad vial

Como material complementario al tema de seguridad vial, se distribuirán plegables con mensajes alusivos a la movilidad segura, los cuales se colocarán en sitios públicos y de gran afluencia de personas. Asimismo, se distribuirá material informativo (afiches, volantes, merchandising

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Cultura vial | **Identificación: PGS-06**

publicitario como bolsas, calendarios o cualquier otro elemento útil al usuario), que pueda tener función pedagógica sobre la movilidad en condiciones seguras a los usuarios del proyecto.

Lugar de Aplicación

Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Acercamiento a instituciones educativas		X	X	Temporal	1	Días	N/A
Jornadas de sensibilización		X	X	Continuo	36	Mes	N/A
Talleres educativos y pedagógicos sobre seguridad vial		X	X	Continuo	36	Mes	N/A
Material de divulgación sobre seguridad vial		X	X	Continuo	36	Mes	N/A

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
** **Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$ 60.900.000	$ 60.900.000
Materiales y equipos	-	$ 171.150.000	-	$ 171.150.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$ 232.050.000

*Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Acercamiento a instituciones educativas cercanas a la UF1	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100	X		X		100	%/ trimestral	Sí	90	-Acta de reunión -Formato de asistencia -Registro fotográfico

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Cultura vial									**Identificación: PGS-06**	
Talleres de seguridad vial	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100	**X**		**X**		100	%/ trimestral	Sí	90	-Actas de reunión -Listados de asistencia -Registros fotográficos
Jornadas de sensibilización	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100	**X**		**X**		100	%/ trimestral	Sí	90	-Actas de reunión -Listados de asistencia -Registros fotográficos

AA. Programa Afectación a Terceros. PGS-07

<table>
<tr><th colspan="6">PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Subprograma: Afectación a terceros</td><td colspan="2">Identificación: PGS-07</td></tr>
<tr><td colspan="6">Objetivos</td></tr>
<tr><td colspan="6">Brindar acompañamiento social durante el proceso de adaptación y apropiación del nuevo lugar de habitación o desarrollo de la actividad productiva, buscando mantener y/o mejorar las condiciones de la calidad de vida de las unidades sociales cuyos predios son requeridos por el proyecto.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Impactos a Manejar</td><td rowspan="2">Meta</td><td colspan="4">Tipo de Medida[a]</td></tr>
<tr><td>P</td><td>M</td><td>Cor</td><td>Com</td></tr>
<tr><td>Cambios en el desplazamiento poblacional</td><td rowspan="4">Propender que el 100% de las unidades sociales de terrenos requeridos para el proyecto, reciban un acompañamiento social que faciliten condiciones dignas de bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de dichas unidades sociales.</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Generación de expectativas</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Generación de nuevos conflictos</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Modificación en la demanda de bienes y servicios</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="6">[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación</td></tr>
<tr><td colspan="6">Acciones a Ejecutar</td></tr>
<tr><td colspan="6">El programa está dirigido a las unidades sociales afectadas predialmente en su vivienda y/o negocios por la construcción del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, de conformidad con lo establecido por:

• Resolución 545 de 2008 expedida por el INCO hoy ANI, para el caso de unidades sociales ubicadas sobre predios privados o de uso fiscal.
• Resolución 1776 de 2015 expedida por la ANI, para el caso de unidades sociales definidas como ocupantes de áreas de terreno no inscritas en la oficina de Registro de Instrumentos Púbicos.
• Resolución 077 de 2012 expedida por la ANI para el caso de unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para proyectos de infraestructura.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente subprograma se encuentra dividido en dos ítems: el primero que consiste en el Acompañamiento a la Gestión Socio-Predial, el cual se tendrá en cuenta para los casos donde aplique la Resolución 545 de 2008 y/o 1776 de 2015; el segundo denominado Acompañamiento al Plan de Reasentamiento para los casos donde aplique la Resolución 077 de 2012 la cual se acogerá siempre y cuando en el desarrollo del proyecto y con base en la información jurídica predial pertinente, se identifiquen unidades sociales ocupantes irregulares.

De acuerdo a las unidades sociales identificadas y, sin tener aún el estudio jurídico y social definitivo de cada predio que permita establecer el tipo o factor de compensación a aplicar, de forma preliminar se tiene que las ocho (08) unidades sociales residentes y las siete (7) unidades sociales productivas identificadas le son aplicables las medidas de compensación establecidas en la Resolución 545 de 2008 expedida por el INCO hoy ANI.

A continuación, se establecen las actividades a desarrollar en cada ítem:

1. <u>Acompañamiento a la Gestión Socio Predial</u></td></tr>
</table>

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Afectación a terceros	**Identificación: PGS-07**

El programa permite establecer las acciones de acompañamiento social a las unidades sociales afectadas en sus condiciones de vida, arraigo, tradición, convivencia que genera relaciones de vecindad, unión y compromiso territorial. Para ello, aunado al establecimiento de las compensaciones socioeconómicas, se hace necesario establecer estrategias de intervención, de acuerdo con las necesidades identificadas para cada unidad social, con el fin de facilitar condiciones favorables durante el proceso de adaptación al nuevo hábitat, minimizando de esta forma los impactos que implican el cambio de domicilio, entre otros.

Las acciones a desarrollar son las siguientes:

Se realizará el levantamiento de información secundaria, relacionada con la obtención de los Planes Municipales de Ordenamiento territorial, con el propósito de conocer el territorio y su organización, estableciendo la disponibilidad de las tierras aptas para la urbanización en los municipios del área de influencia o en municipios aledaños.

Se identificarán las unidades sociales afectadas por la ejecución del proyecto objeto de acompañamiento social, teniendo en cuenta el grado de vulnerabilidad y la particularidad del inmueble, entre otros aspectos.

Se definirá el Portafolio de Servicios Inmobiliarios, que contenga la descripción de los inmuebles identificados en el área de influencia del proyecto (lotes, áreas de terreno, viviendas o apartamentos), el cual será actualizado con información recabada a través de visitas de campo y consultas en la web.

Posteriormente se realizarán las siguientes acciones:

Acompañamiento Social

Se refiere al proceso que realizará la UVRP a las unidades sociales a trasladar, con el fin de facilitar el cambio y/o la adaptación en el nuevo sitio de residencia, este último siempre y cuando se dé en los municipios del área de influencia, las estrategias con las cuales se pretende abordar a dicha población son:

- Visitas de seguimiento y asesoría personalizada según las necesidades identificadas para cada unidad social.
- Estrategias de intervención según las necesidades identificadas para cada unidad social, tales como: Invitación a espacios de participación (reuniones, talleres, comités) sobre temáticas que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo.

2. Acompañamiento al Plan de Reasentamiento:

Si bien no se identificaron preliminarmente Unidades Sociales ocupantes irregulares es posible que a medida que avance la gestión predial del proyecto, con base en la información jurídica predial y a lo identificado en el área de intervención durante la etapa de construcción, es posible identificar unidades sociales ocupantes irregulares, a las cuales se les aplicaría el procedimiento establecido en la Resolución 077 de 2012, el cual se desarrollaría de la siguiente manera:

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Afectación a terceros	**Identificación: PGS-07**

- **Censo de unidades sociales a reasentar**

Durante la etapa pre constructiva se adelantará el censo de las unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos que sean productivas y residentes requeridas para el proyecto, con el fin de identificar sus condiciones socio económicas, número de unidades sociales residentes y productivas de cada vivienda o construcción. Dicho censo permitirá determinar las condiciones y necesidades a considerar durante el proceso de reubicación, dicho censo incluye el levantamiento de la ficha social y la elaboración del diagnóstico socioeconómico.

La ficha social es el documento levantado por el profesional social destinado para este primer momento del estudio. Este contiene la caracterización general de cada inmueble, así como de las unidades sociales relacionadas con éste. La ficha determina las condiciones particulares existentes al momento del levantamiento y será tomado este momento como la fecha de referencia para el conteo de tiempos establecidos para la aplicación de cada compensación.

- **Elaboración del diagnóstico socioeconómico**

Posteriormente, el Profesional Social elaborará un diagnóstico Socioeconómico de las unidades sociales susceptibles de reasentamiento. Se trata de un documento complementario de las fichas aplicadas, elaborado por el equipo social, en el cual efectúa el análisis de las unidades sociales susceptibles de reasentamiento.

- **Formulación del plan de reasentamiento**

Esta actividad se realizará en el momento que la entidad competente así lo disponga.

- **Articulación con administraciones municipales**

Se realizará un proceso de articulación y concertación con el alcalde y los secretarios de despacho que él delegue, el Concejo Municipal, el Personero Municipal, la Corporación Autónoma Regional y las Autoridades competentes, para garantizar el restablecimiento de los servicios sociales a los que acuden normalmente las unidades sociales.

- **Ejecución del Plan de reasentamiento**

Se implementará el programa de acompañamiento social a las unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para el proyecto, asegurando las condiciones de bienestar integral de la familia. La asesoría para el traslado se hará de manera personalizada por cada unidad social identificada y se llevará a cabo desde el componente: físico, social económico y jurídico.

- **Seguimiento**

El equipo social realizará seguimiento, a las unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para el proyecto, revisando la adaptación en el nuevo hábitat o evaluación ex post que permita registrar si hubo mantenimiento o mejoramiento de las condiciones de vida; esta se realizará por un periodo de un año (como mínimo tres visitas cada cuatro meses de seguimiento al nuevo predio, una vez se encuentre instalado la unidad social en el mismo). Para tal efecto, se diligenciarán los formatos definidos por la ANI para dichas visitas.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Afectación a terceros	**Identificación: PGS-07**
La reposición de la infraestructura se hará dentro del marco de la normatividad de calidad para el correspondiente tipo de infraestructura, concertando con la autoridad pública y la comunidad afectada.	
Lugar de Aplicación	
Predios localizados en el área de intervención del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"	

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad**	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Visitas a los predios localizados en el Corredor de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.	X	X		Continuo	9	Mes	N/A
Acompañamiento social – seguimiento. Definición y elaboración del portafolio de servicios inmobiliarios.	X	X		Continuo	48	Mes	N/A
Acompañamiento social - Desarrollo de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo.	X	X		Continuo	12	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$ 60.900.000	$ 60.900.000
Materiales y equipos	-	$129.600.000	-	$129.600.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$190.500.000

***Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación.**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E: Eficacia C: Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Afectación a terceros										**Identificación: PGS-07**
Visitas a predios de área de intervención	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100		**X**	**X**		100	%/trimestral	No		-Registro fotográfico. -Fichas sociales -Diagnóstico socioeconómico
Acompañamiento a unidades sociales trasladadas	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100		**X**	**X**		100	%/trimestral	No		Soporte del acompañamiento
	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios actualizados*100		**X**	**X**		100	%/trimestral	No		-Documento portafolios de servicios inmobiliarios
	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados		**X**	**X**		100	%/trimestral	No		-Registro fotográfico. -Actas de reunión. -Planillas de asistencia

BB. Programa de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. PGS –08

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: PGS-08**

Objetivos

Establecer las condiciones iniciales de las infraestructuras y redes de servicios públicos que se encuentran adyacentes al área de intervención de la UF1, con el fin de evitar conflictos con las comunidades.

Impactos a Manejar	Meta	Tipo de Medida[a]			
		P	M	Cor	Com
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	Informar oportunamente al 100% de los predios localizados en el área de intervención del proyecto sobre la importancia del levantamiento de las actas de vecindad como medida para determinar las variaciones o afectaciones que se puedan generar a la infraestructura y redes de servicios públicos adyacentes dentro del área de intervención de la UF1.	X	X	X	X
Generación de nuevos conflictos					
Generación de expectativas					
Modificación en la demanda de bienes y servicios					

[a]Tipo de Medida: P: Prevención, M: Mitigación, Cor: Corrección, Com: Compensación

Acciones a Ejecutar

Las medidas de manejo que se plantean para este proyecto evidenciarán el estado físico de la infraestructura adyacente a las áreas de intervención, y de este modo, se establecerán posibles responsabilidades que se puedan generar como consecuencia de la ejecución de las actividades de obra y por ende, serán el soporte para atención de quejas y reclamos en caso de presentarse daños a la infraestructura y/o prestación de los servicios públicos que se encuentra en las unidades territoriales del área de influencia de la UF1.

De acuerdo con las verificaciones realizadas en campo, cabe mencionar que en las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona", se identificó la existencia de 10 mangueras que abastecen el recurso para labores domésticas y riego de cultivos y que están distribuidas de la siguiente manera (ver Tabla 11-2).

Tabla 11-2 Nº de mangueras localizadas en área de intervención

Municipio	Unidad territorial	Nº de mangueras encontradas
Pamplona	Sabaneta Alta	2
	Alcaparral	8
Total		10

Fuente: Aecom –ConCol, 2018.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: PGS-08**

Actas de vecindad

El levantamiento y cierre de actas de vecindad está dirigido a los predios que se encuentran adyacentes a las diferentes áreas de trabajo y a las estructuras de redes de servicios públicos que cruzan el eje de la vía a intervenir, con el fin de registrar el estado de la infraestructura antes de iniciar la etapa de construcción.

Levantamiento y cierre de actas de vecindad en los predios vecinos a los frentes de obra. El registro de las condiciones físicas internas y externas de la estructura se realizará mediante el diligenciamiento del formato de actas de vecindad de cada uno de los predios vecinos a las actividades de obra, el cual estará acompañado con el registro fotográfico de cada uno de los espacios de la infraestructura existente, cabe mencionar que estos pueden ser vivienda, hoteles, restaurantes, lavaderos de carros, corral, cercas, sede de institución, saladeros, bebederos, cultivos árboles de cercas vivas, jagüeyes, tanques para el agua, mangueras, portada de fincas y demás obras que se encuentren en la franja del corredor de intervención.

A continuación, se describe el procedimiento para el levantamiento de las actas de vecindad en el AI:

- El levantamiento del acta de vecindad se realizará previo al desarrollo de la actividad de obra. Para ello, se les informará a los propietarios o encargados, sobre la fecha y objetivo del levantamiento de las actas de vecindad, indicando la necesidad del acompañamiento de propietario del predio (o delegado del mismo), arrendatario o tenedor. En esta comunicación se registrarán los datos de contacto de los profesionales a cargo de la actividad.
- Asimismo, se levantarán actas de vecindad a 100 m a cada lado del eje del túnel y en las viviendas colindantes con las vías de acceso a utilizar por el proyecto.
- Al propietario o responsable de predio se le informará sobre las consecuencias que conlleva el no ejecutar esta actividad. Así mismo, se le indicará, el procedimiento para el levantamiento de las actas de vecindad y los responsables de parte de la UVRP de la actividad y la localización de la Oficina de Atención al Usuario. En los casos en que el propietario del predio se niegue al levantamiento del acta de vecindad aún con el acompañamiento de un representante de la Junta de Acción Comunal, se realizará el reporte a la Personería Municipal anexando los soportes de los acercamientos realizados.
- Donde hay construcciones o viviendas, se realizará una inspección detallada del estado de la construcción (cubierta, paredes, vidrios, puertas, baldosas, entre otros), soportada por el registro fotográfico. Se verificará los accesos que puedan verse afectados por cierres temporales.
- En los predios con uso agrícola, pecuario o ambos, se indagará y se verificará sobre el estado en que se encuentran los cultivos y la infraestructura de apoyo a la actividad económica, describiendo y evaluando el estado.
- Las Actas de Vecindad serán levantadas por un profesional social y/o de gestión inmobiliaria con el acompañamiento de un técnico.
- Se hará registro fotográfico en la fachada de la propiedad y cada una de las habitaciones con las que cuente el inmueble, detallando averías preexistentes en los pisos, paredes o

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: PGS-08**

cualquier otro sitio del mismo como: humedades, grietas, estado de la pintura, entre otros. La primera foto será de la fachada de la construcción donde se identifique la nomenclatura, la cual sirve de individualización al conjunto de fotos que en total se tomen de la construcción.

- Cuando la construcción se encuentra en muy mal estado realizar un registro fílmico como soporte del estado actual del predio. En caso de fisuras, averías, humedades. grietas, mal estado de la pintura, mal estado de los pisos, mal estado de ventanas y demás, se realizará toma fotográfica en detalle, para que posteriormente se haga lectura clara y eficiente del mal estado.
- El acta de vecindad será firmada por la persona que atendió la visita y por los profesionales que levantaron la información.
- El registro fotográfico se organizará para su almacenamiento de tal manera que, en caso de requerirse, pueda ser localizado inmediatamente.
- Al finalizar la obra, se realizará un acta de vecindad de cierre en todos los predios donde se levantó antes de iniciar obras, en la cual se registra la verificación final del estado físico de estructura, una vez terminadas las actividades constructivas.
- En los casos que, al momento de realizar la visita, el propietario u ocupante del predio no se encuentren para el acceso al inmueble, nuevamente se entregará una comunicación escrita, en el cual se cita nuevamente, indicando la fecha y jornada de la próxima visita.
- En el caso que un propietario no permita el levantamiento del acta de vecindad o la firma de la misma, se hará una segunda visita con un representante de la Junta de Acción Comunal, para nuevamente solicitar el permiso de realizar la actividad, en caso de que el propietario nuevamente se niegue al procedimiento, se levantará un acta de reunión con el representante de la JAC del sector y se firmará, como prueba de que se realizó la diligencia.
- Se entregará una copia del formato diligenciado y firmado al propietario o responsable del predio, en caso de que este lo requiera.

-Actas de vecindad del estado de las vías que serán utilizadas para la construcción del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán vías terciarias como acceso vehicular a los frentes de trabajo y zonas asociadas, garantizando las condiciones de movilidad de los habitantes del sector durante y después de su uso.

Para ello, se realizará el levantamiento del acta de vecindad del estado de las vías, donde se invitará a participar de esta actividad a las autoridades municipales (Planeación y Personería Municipal), donde se informará la fecha, hora, lugar y objetivo del levantamiento del acta de vecindad del estado de las vías, indicando la necesidad del acompañamiento como garantes del estado inicial de la infraestructura vial. En esta comunicación se registrarán los datos de contacto de los profesionales a cargo.

Una vez que el Proyecto obtenga la licencia ambiental, el Concesionario hará una evaluación del estado actual de las vías que serán utilizadas, realizando un registro digital (video y/o fotografía) y escrito de cada una de ellas; donde se describan las condiciones iniciales de las vías. En caso de

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: PGS-08**

ser solicitado por la comunidad, este recorrido se realizará de manera conjunta con los representantes de la misma.

El Concesionario para la entrega final de las vías de acceso, realizará un acta de entrega de vías con la entidad municipal encargada. Se garantizará que las vías de acceso usadas por el proyecto se entreguen en mejores o iguales condiciones al estado inicial exceptuando el desgaste natural originado por el uso o falta de mantenimiento de las mismas.

Levantamiento de actas de compromiso

En desarrollo de las actividades de obra, se requieren temporalmente espacios para el acopio y la disposición provisional de materiales de obra entre otros (servicios sanitarios, almacenamiento temporal de elementos de obra o señalización etc.).

Lo anterior, requiere que se establezca con los propietarios de los predios acuerdos que deben quedar plasmados en Actas de Compromiso, las cuales indicarán precisamente los compromisos del constructor para el uso provisional de esos espacios. Para lo cual seguirá el siguiente procedimiento:

- La UVRP identificará las áreas de los predios que pueden servir de soporte a las actividades de obra.
- La UVRP establecerá contacto con el propietario o responsable del predio y le hará la solicitud del área requerida.
- Se procederá a la elaboración del Acta de Compromiso, describiendo la actividad que se desarrolla, motivo para el que se requiere parte del predio, área requerida, período que durará la ocupación, condiciones acordadas por el uso temporal.
- El área técnica realizará un registro fílmico y/o fotográfico del estado del área requerida antes de su uso.
- Se entregará una copia del Acta de Compromiso al propietario o responsable del predio.
- Una vez se termine la ocupación parcial del predio, se entregará en las condiciones físicas establecidas en el acta de compromiso, finalizando con la firma de un acta donde se evidencie el cumplimiento y la satisfacción del propietario.

Medidas de prevención de afectación a la infraestructura de los servicios públicos

En caso de que se requiera hacer traslado y reposición de redes e infraestructura de servicios, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuando se requiera hacer intervención de servicios públicos que implique la suspensión temporal de alguno de estos, el equipo social de la UVRP dará aviso a la comunidad residente que se pueda ver afectada, con mínimo veinticuatro (24) horas de antelación a la actividad.
- Establecer acuerdos para el paso de redes existentes por el corredor vial (mangueras y tubos) a fin de no afectar la seguridad de la vía y se garantice el servicio de agua durante la etapa de construcción del proyecto.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos | **Identificación: PGS-08**

- Conocer los planes de contingencia de las empresas propietarias o responsables del traslado de redes, para los casos en los que sea necesario la suspensión del servicio.
- En caso de presentarse cortes del servicio de agua superiores a 72 horas, se asegurará el acceso al recurso hídrico de la población.
- Se realizará el levantamiento de actas del estado de las redes de servicios públicos, antes del inicio de la obra. Dentro de esta infraestructura se encuentran los acueductos comunales (puntos de captación), localizados en las unidades territoriales Sabaneta Alta, San Luis, Alcaparral, El Buque.
- Atendiendo lo establecido en la ficha PMF-09 Manejo de Fuentes Hídricas, antes de la intervención de cauces con las obras hidráulicas del proyecto, deberán realizarse las adecuaciones, desviaciones y reconexiones de las tuberías, mangueras o derivaciones de agua existentes, de acuerdo con los usos (en especial los de consumo humano y doméstico). Esta actividad contará con el acompañamiento del área social y se levantará un acta de compromiso en los casos dónde se identifiquen conexiones para consumo humano o doméstico.
- Como otra medida se garantizará el discurrir de las aguas pasantes y la conectividad del recurso entre los puntos de inicio y final de la obra a ejecutar. La desviación de las quebradas o drenajes se hará mediante ataguías (en las corrientes que cuenten con caudal al momento de construir las estructuras), donde se garantizará que dichas desviaciones se realicen en tiempos cortos, con bajas longitudes de desvío y la menor afectación de la calidad del recurso. Dicha información será comunicada a los presidentes de JAC y a los Presidentes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Comunales.
- Cuando se presenten roturas accidentales en las redes de servicios o en las acometidas se tomarán medidas inmediatas para procurar que se reparen los daños en el menor tiempo posible.

Lugar de Aplicación

Predios localizados en el área de intervención del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Actividades de divulgación		X	X	Continuo	36	Mes	Según requerimiento de la obra
Levantamiento actas de vecindad de inicio		X		Periódico	36	Mes	Se realizarán de manera previa a medida que inicia la obra
Levantamiento actas de vecindad de cierre		X	X	Periódico	36	Mes	Se realizarán durante la etapa de abandono y/o requerimiento de obra
Levantamiento actas de compromiso		X	X	Continuo	36	Mes	Según requerimiento de la obra

***Etapa:** P:Preconstructiva, C:Constructiva, A:Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: PGS-08**
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.	
Responsable de la Ejecución	
Unión Vial Río Pamplonita	

Costos

Nombre	Costos de Transacción	Costos Operativos	Costos de Personal	Costo total
Profesional social	-	-	$ 182.700.000	$182.700.000
Profesional área técnica	-	-	$ 30.450.000	$ 30.450.000
Materiales y equipos	-	$8.000.000	-	$8.000.000
Costo directo	-	-	-	-
Total				$221.150.000

*****Esta tabla refleja los costos totales de la implementación de la ficha de manejo. En el Anexo Presupuesto Plan de Manejo se incluyen los precios unitarios base para establecer los costos totales de dicha implementación**.**

Indicadores de Seguimiento y Monitoreo

Nombre Indicador	Descripción del Indicador	Tipo (E:Eficacia C:Cumplimiento)		Estado (M: Meta R:Resultado)		Valor en %	Unidades	Internalización		Registro de Cumplimiento
		E	C	M	R			SÍ, NO	%	
Divulgación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100		X	X		100	%/ Trimestral	No		- Formato de entrega de piezas informativas -Registro fotográfico
Actas de vecindad de inicio	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100		X	X		100	%/ Trimestral	No		-Acta de vecindad -Listados de asistencia -Registro fotográfico
Actas de vecindad de cierre	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de inicio levantadas * 100		X	X		100	%/ Trimestral	No		-Acta de vecindad -Listados de asistencia -Registro fotográfico
Actas de compromiso	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas		X	X		100	%/ Trimestral	No		-Acta de compromiso -Listados de asistencia

PROGRAMA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO										
Subprograma: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos								**Identificación: PGS-08**		
	por el proyecto * 100									-Registro fotográfico

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 1 OBJETIVOS

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA
CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 1 OBJETIVOS

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 OBJETIVOS 3
1.1 OBJETIVO GENERAL 3
1.1.1 Del Proyecto 3
1.1.2 Del Estudio de Impacto Ambiental 3
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 3
1.2.1 Del Proyecto 3
1.2.2 Del Estudio de Impacto Ambiental 3

1 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos planteados para el desarrollo integral del proyecto, tanto desde su concepción como respuesta a una necesidad de optimización de la red vial del país, así como los establecidos para la formulación del Estudio de Impacto Ambiental.

1.1 OBJETIVO GENERAL

1.1.1 Del Proyecto

Mejorar la conexión vial entre la ciudad de Pamplona y la ciudad de Cúcuta e interconectar esta vía con la vía Bucaramanga - Pamplona, con el fin de mejorar la red vial desde el centro del país con la zona fronteriza nororiental.

1.1.2 Del Estudio de Impacto Ambiental

Suministrar la información de soporte técnico de acuerdo con los términos de referencia M-M-INA-02 adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS mediante Resolución Nº 0751 del 26 de marzo de 2015, para el trámite de licencia ambiental del proyecto de construcción de la Variante Pamplona - UF1 del Proyecto Pamplona - Cúcuta, que permitirá aumentar la capacidad de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.2.1 Del Proyecto

- Aumentar la capacidad de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05 (Pamplona – Cúcuta).

- Mejorar las condiciones de comunicación vial y promover la conectividad entre la Ciudad de Pamplona y la Ciudad de Cúcuta, así como las demás aglomeraciones urbanas circundantes y disminuir la congestión a su alrededor.

- Contribuir con la consolidación de la red nacional multimodal.

- Materializar un complemento de características adecuadas para la potenciación del proyecto que integrará el corredor vial Bucaramanga – Pamplona - Cúcuta, constituyendo un desarrollo vial para la frontera nororiental del país.

1.2.2 Del Estudio de Impacto Ambiental

- Realizar los estudios ambientales y sociales necesarios para caracterizar el área de influencia definida para el proyecto de construcción de la Variante Pamplona (Unidad Funcional Uno - UF1) del Proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta.

- Determinar las necesidades de solicitud de permisos ambientales de acuerdo con los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de recursos naturales.

- Formular el Estudio de impacto Ambiental como instrumento de gestión ambiental para la ejecución de las actividades del proyecto de construcción de la Variante Pamplona (UF1) del Proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta.

- Adelantar el trámite requerido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA para la obtención de la Licencia Ambiental del proyecto de construcción de la Variante Pamplona (UF1) del Proyecto Pamplona - Cúcuta, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

2 GENERALIDADES 1
2.1 ANTECEDENTES 1
2.1.1 Justificación 1
2.1.2 Permisos y Trámites Previos 2
2.1.2.1 Trámites Administrativos 3
2.1.2.1.1 Trámites ante la ANLA 3
2.1.2.1.2 Asociación RED Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR) 5
2.1.2.1.3 Trámites ante el ICANH 6
2.1.2.1.4 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR 6
2.1.2.1.5 Trámites ante la Gobernación de Norte de Santander 6
2.1.2.1.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 7
2.1.2.1.7 Trámites ante el Ministerio del Interior 7
2.1.2.1.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería 8
2.1.3 Interrelación con proyectos de Interés presentes en la zona 8
2.1.3.1 Consideraciones iniciales de análisis 8
2.1.3.2 Procesamiento de información disponible 9
2.1.3.3 Coexistencia de proyectos 14
2.2 ALCANCES DEL EIA 14
2.2.1 Alcance General 14
2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones 15
2.3 METODOLOGÍA 17
2.3.1 Medio Abiótico 17
2.3.1.1 Geología 17
2.3.1.1.1 Objetivos 17

2.3.1.1.2 Alcances 18
2.3.1.1.3 Metodología 18
2.3.1.2 Geomorfología 20
2.3.1.2.1 Objetivos 20
2.3.1.2.2 Alcance 20
2.3.1.2.3 Metodología 21
2.3.1.3 Paisaje 24
2.3.1.3.1 Objetivos específicos 24
2.3.1.3.2 Etapa Precampo 25
2.3.1.3.3 Etapa Poscampo 25
2.3.1.4 Suelo y Usos de la Tierra 26
2.3.1.4.1 Objetivos Específicos 26
2.3.1.4.2 Etapa Precampo 27
2.3.1.4.3 Etapa de Campo 28
2.3.1.4.4 Etapa de PosCampo 29
2.3.1.5 Hidrología 32
2.3.1.5.1 Fase Precampo 32
2.3.1.5.2 Fase Campo 33
2.3.1.5.3 Fase PosCampo 33
2.3.1.6 Calidad del Agua 39
2.3.1.6.1 Fase de Precampo 39
2.3.1.6.2 Fase de Campo 40
2.3.1.6.3 Fase de Poscampo 42
2.3.1.7 Usos del Agua 42
2.3.1.7.1 Fase de Precampo 42
2.3.1.7.2 Fase de Campo 42
2.3.1.7.3 Fase de Poscampo 43
2.3.1.8 Hidrogeología 43
2.3.1.8.1 Objetivos 43
2.3.1.8.2 Alcance 43
2.3.1.8.3 Metodología 44
2.3.1.9 Geotecnia 49
2.3.1.10 Atmosfera 51
2.3.1.10.1 Meteorología 51

2.3.1.10.2 Identificación de Fuentes de Emisión 52
2.3.1.10.3 Calidad del Aire 53
2.3.1.10.4 Ruido 53
2.3.2 Medio Biótico 54
2.3.2.1 Zonas de Vida 54
2.3.2.2 Ecosistemas Terrestres 55
2.3.2.2.1 Determinación de biomas 56
2.3.2.2.2 Determinación de Unidades Bióticas 58
2.3.2.2.3 Determinación de ecosistemas 58
2.3.2.3 Cobertura de la Tierra 59
2.3.2.3.1 Fase Precampo 60
2.3.2.3.2 Fase Campo 60
2.3.2.3.3 Fase Poscampo 61
2.3.2.4 Flora 61
2.3.2.4.1 Caracterización Florística y Estructural 61
2.3.2.4.2 Fase de Precampo o Alistamiento 62
2.3.2.4.3 Fase de Campo 67
2.3.2.5 Aprovechamiento Forestal 87
2.3.2.6 Epifitas 89
2.3.2.6.1 Fase Precampo 89
2.3.2.6.2 Fase Campo 90
2.3.2.6.3 Fase Postcampo 93
2.3.2.7 Fauna 94
2.3.2.8 Recopilación de Información Secundaria 94
2.3.2.8.1 Fase de campo 104
2.3.2.8.2 Metodología aplicada en campo 112
2.3.2.8.3 Análisis de la Información 119
2.3.2.9 Ecosistemas Acuáticos 125
2.3.2.9.1 Etapa de campo 126
2.3.2.9.2 Análisis de laboratorio 132
2.3.2.9.3 Análisis de datos 133
2.3.2.10 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 136
2.3.3 Medio Socioeconómico 137
2.3.3.1 Marco Conceptual General 138

2.3.3.2 Marco Legal 141
2.3.3.3 Desarrollo de la Metodología 143
2.3.3.3.1 Etapa Precampo 145
2.3.3.3.2 Etapa de Campo 149
2.3.3.3.3 Etapa de Post Campo 157
2.3.3.4 Arqueología 160
2.3.3.4.1 Revisión cartográfica y documental análisis preliminar 160
2.3.3.4.2 Trabajo de campo – prospección arqueológica 161
2.3.3.4.3 Trabajo de laboratorio – análisis de datos 164
2.3.3.4.4 Análisis cuantitativo y espacial 167
2.3.3.4.5 Zonificación arqueológica y formulación de plan de manejo 167
2.3.4 Servicios Ecosistémicos 168
2.3.4.1 Levantamiento de información en campo 168
2.3.4.1.1 Encuestas sobre Servicios Ecosistémicos 168
2.3.4.1.2 Cartografía Social 168
2.3.4.1.3 Fichas veredales 168
2.3.4.1.4 Entrevistas socioculturales 169
2.3.4.2 Dependencias del proyecto hacia los servicios ecosistémicos 169
2.3.4.3 Análisis sobre los impactos hacia los SSEE 169
2.3.5 Zonificación Ambiental 169
2.3.6 Evaluación Ambiental 174
2.3.6.1 Marco Conceptual y Aspectos Metodológicas 174
2.3.6.2 Metodología para la Evaluación de Impactos 175
2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental 188
2.3.8 Evaluación Económica Ambiental 190
2.3.8.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad) 191
2.3.8.2 Análisis de Internalización 196
2.3.8.3 Evaluación económica de impactos no internalizables 201
2.3.9 Plan de Gestión del Riesgo 203
2.3.10 Otros planes y programas 207
2.3.10.1 Plan de inversión del 1% 207
2.3.10.2 Plan de compensaciones del componente biótico 209
2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO 211

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 Áreas de superposición con áreas de uso de suelo urbano y de expansión, del Municipio de pamplona 11
Tabla 2.2 Categorías de uso del suelo urbano 12
Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos 23
Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo y verificación de suelos 28
Tabla 2.5 Equipos y Reactivos 29
Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001 31
Tabla 2.7 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente compacidad 34
Tabla 2.8 Valores interpretativos del factor de forma 35
Tabla 2.9 Ecuaciones mediante las cuales se definió el tiempo de concentración de las cuencas 35
Tabla 2.10 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III 38
Tabla 2.11 Variables y ecuaciones para determinar el Balance hídrico 38
Tabla 2.12 Metodología de análisis 41
Tabla 2.13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables 50
Tabla 2.14 Rangos de Zonificación Climática 52
Tabla 2.15 Clasificación del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical 56
Tabla 2.16 Claificación del Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical 57
Tabla 2.17 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM 57
Tabla 2.18 Clasificación climática de Lang 57
Tabla 2.19 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra 60
Tabla 2.20 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF1 63
Tabla 2.21 Categorías de la regeneración natural 63
Tabla 2.22 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF1 64
Tabla 2.23 Parámetros estadísticos 66
Tabla 2.24 Codificación de cuadrillas 69
Tabla 2.25 Cálculo de variables dasométricas 75
Tabla 2.26 Parámetros estructurales e índices de diversidad 76
Tabla 2.27 Cálculo de variables dasométricas 81
Tabla 2.28 Parámetros estructurales e índices de diversidad 82

Tabla 2.29 Categorías de uso e importancia para las especies de flora 87
Tabla 2.30 Levantamiento de información según ecosistema 88
Tabla 2.31 Identificación de las comisiones en campo 89
Tabla 2.32 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna 95
Tabla 2.33 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna 105
Tabla 2.34 Puntos de muestreo del grupo de Anfibios y Reptiles registrados en la UF1 106
Tabla 2.35 Puntos de muestreo del grupo de aves registradas en la UF1 109
Tabla 2.36 Puntos de muestreo del grupo de mamíferos registrados en la UF1 111
Tabla 2.37 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo 120
Tabla 2.38 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna 122
Tabla 2.39 Análisis establecido para Hidrobiológicos 132
Tabla 2.40 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col 135
Tabla 2.41 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col 136
Tabla 2.42 Fuentes Bibliográficas consultadas 141
Tabla 2.43 Cronograma etapa de Precampo 148
Tabla 2.44 Recursos requeridos actividades Precampo 149
Tabla 2.45 Esquema de convocatoria a grupos de interés 150
Tabla 2.46 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento 153
Tabla 2.47 Cronograma de actividades etapa de campo 155
Tabla 2.48 Recursos requeridos etapa de campo 157
Tabla 2.49 Cronograma de actividades etapa Post Campo 159
Tabla 2.50 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo 159
Tabla 2.51 Categorías de Sensibilidad 170
Tabla 2.52 Categorías de Importancia 171
Tabla 2.53 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I) 172
Tabla 2.54 Valores de calificación para la naturaleza 176
Tabla 2.55 Valores de calificación para la intensidad 176
Tabla 2.56 Valores de calificación para la extensión 176
Tabla 2.57 Valores de calificación para el momento 177
Tabla 2.58 Valores de calificación para la persistencia 177
Tabla 2.59 Valores de calificación para la reversibilidad 178
Tabla 2.60 Valores de Calificación para la Sinergia 178
Tabla 2.61 Valores de calificación para la acumulación 178
Tabla 2.62 Valores de calificación para el efecto 179
Tabla 2.63 Valores de calificación para la periodicidad 179
Tabla 2.64 Valores de calificación para la recuperabilidad 179
Tabla 2.65 Impactos de naturaleza negativa 180
Tabla 2.66 Impactos de naturaleza positiva 181
Tabla 2.67 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación 184
Tabla 2.68 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo 184
Tabla 2.69 Sistema de clasificación para la importancia ambiental 185
Tabla 2.70 Clasificación para la valoración de la importancia neta 186
Tabla 2.71 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo 189
Tabla 2.72 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación 194
Tabla 2.73 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo 194
Tabla 2.74 Clasificación para la valoración de la importancia neta 196

Tabla 2.75 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 01 201
Tabla 2.76 Interpretación del indicador VPNE 202
Tabla 2.77 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas 204
Tabla 2.78 Criterios para la calificación de fragilidad 205
Tabla 2.79 Criterios para definir vulnerabilidad 206
Tabla 2.80 Criterios para definir el nivel del riesgo 206
Tabla 2.81 Definición del nivel de riesgo 206
Tabla 2.82 Definición de correlación entre los instrumentos de gestión y las acciones definidas por el manual 210
Tabla 2.83 Estructura Organizacional del Estudio 211

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1 Superposición con proyectos licenciados (Título minero ELV-081) 10
Figura 2.2 Superposición con usos de suelo urbano y suelo de expansión del Municipio de Pamplona 13
Figura 2.3 Esquema de jerarquización geomorfológica..... 22
Figura 2.4 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1..... 46
Figura 2.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica 50
Figura 2.6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000..... 59
Figura 2.7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas..... 64
Figura 2.8 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales. 64
Figura 2.9 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de herbazales 65
Figura 2.10 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados. 70
Figura 2.11 Localización de individuos para perfil de vegetación..... 71
Figura 2.12 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos 72
Figura 2.13 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo. 73
Figura 2.14 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas 90
Figura 2.15 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm^2) de las especies no vasculares 91
Figura 2.16 Sitios de muestreo de Anfibios..... 107
Figura 2.17 Sitios de muestreo de Reptiles..... 108
Figura 2.18 Sitios de muestreo de Aves 110
Figura2.19 Sitios de muestreo de Mamíferos..... 112
Figura 2.20 Estructura del Proceso Metodológico..... 144
Figura 2.21 Variación del impacto en función del tiempo 175
Figura 2.22 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación..... 182
Figura 2.23 Superposición de capas para el proceso de zonificación 183
Figura 2.24 Esquema del análisis de efectos acumulativos 188
Figura 2.25 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto..... 191
Figura 2.26 Indicadores en la evaluación ambiental 193

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD	68
Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas	68
Fotografía 2.3 Medición del DAP	70
Fotografía 2.4 Identificación de las parcelas e individuos fustales	71
Fotografía 2.5 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica	73
Fotografía 2.6 Montaje para el prensado de material botánico	74
Fotografía 2.7 Búsqueda de individuos de anfibios y reptiles.	113
Fotografía 2.8 Instalación de redes de niebla	115
Fotografía 2.9 Extracción de individuos de las redes de niebla	115
Fotografía 2.10 Ubicación de trampas Sherman	116
Fotografía 2.11 Instalación de redes de niebla	117
Fotografía 2.12 Instalación de cámaras trampa	118
Fotografía 2.13 Recorridos de observación y búsqueda de rastros	119
Fotografía 2.14 Realización de entrevistas	119
Fotografía 2.15 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)	127
Fotografía 2.16 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)	128
Fotografía 2.17 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)	129
Fotografía 2.18 Toma de muestras de peces (red de mano)	130

2 GENERALIDADES

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y en el Plan Maestro de Transporte 2015, para mejorar la infraestructura de transporte y garantizar la conectividad de las regiones, la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI ha planteado un ambicioso programa de concesiones de carreteras compuesto por un grupo de corredores viales, los cuales impactan en importantes regiones del país en materia económica, para lo cual a partir del año 2012 la ANI inició la cuarta generación de concesiones.

En este sentido, se expidió el Documento Conpes 3760 del 20 de agosto de 2013 para proyectos viales bajo esquemas de Asociaciones Público Privadas - APP Cuarta Generación de Concesiones Viales, donde se presentan los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), dirigido a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las principales zonas portuarias y con las zonas de frontera del país. Dentro de estos proyectos viales se encuentra el corredor vial de la Troncal Cordillera Oriental, Proyecto Pamplona – Cúcuta – Frontera con Venezuela.

El programa de cuarta generación de concesiones, el más ambicioso en infraestructura vial en la historia del país, permitirá fortalecer la competitividad y el crecimiento a través de cerca de 40 proyectos que involucran alrededor de 7.000 km de la red vial nacional, 141 km de túneles y 150 km de viaductos, por un valor de inversión aproximado de 47 billones de pesos (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Justificación

En el año 2013, se suscribió el contrato No. 185 entre el Fondo de Adaptación y el Consorcio Estructuración Vial (CEV), cuyo objeto fue la estructuración integral para los proyectos de los corredores viales: 1) Bogotá - Bucaramanga, 2) Bucaramanga - Pamplona, 3) Duitama – Pamplona - Cúcuta, 4) Norte de Santander. 5) Transversales Cusiana- Casanare-Boyacá y 6) Manizales-Honda-Villeta. La firma de este contrato constituye además un proceso clave para el desarrollo vial de muchas zonas del país afectadas por la ola invernal del 2010 a 2011.

Luego mediante el documento CONPES número 3844 de 2015 (Anexo 4 – D) se presentó, para conocimiento del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES-, tres proyectos de la Fase I de la tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones Viales (1. Bucaramanga – Pamplona; 2. Pamplona – Cúcuta y 3. Buga Buenaventura), los cuales a su vez se rigen por los lineamientos del Gobierno Nacional, establecidos en el documento CONPES 3760 de 2013 y por la Ley 1508 de 2012 relacionada con las APP que están a cargo del Ministerio de Transporte, a través de la ANI, estos proyectos están dirigidos a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las

principales zonas portuarias y de frontera del país (CONPES 3760, 2013). Dicho programa se mantiene vigente como política a través del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "*Todos por un nuevo país PAZ, EQUIDAD, EDUCACIÓN*".

El corredor Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta, se priorizó dentro de la Fase I de la Tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones viales - 4G por tratarse de proyectos que ayudarán, en un marco de mediano plazo, a mejorar la situación coyuntural de la crisis fronteriza entre Colombia y Venezuela, y la respectiva problemática humanitaria derivada.[1]

Mediante memorando No. 2015-200-011915-3 del 16 de octubre de 2015, la Vicepresidencia de Estructuración de ANI luego de un proceso técnico de verificación determinó que el proyecto Pamplona – Cúcuta, el cual se encuentra georreferenciado y cumpliendo con los presupuestos establecidos en las normas constitucionales y legales vigentes para ser declarado de utilidad pública e interés social, se declara por el Ministerio de Transporte y la ANI, mediante Resolución No. 1934 del 13 de noviembre de 2015 (Anexo 4 – F), como proyecto de utilidad pública e interés social, estableciendo de esta manera la obligación para las diferentes instituciones públicas involucradas en el desarrollo del proyecto, tanto ambientales como gubernamentales, de adoptar las medidas pertinentes para salvaguardar el interés público.

El corredor vial Pamplona - Cúcuta, ubicado en el departamento de Norte de Santander, está conformado por seis (6) unidades funcionales (UF); fue adjudicado por parte de la ANI, a la Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., mediante contrato de concesión bajo esquema APP No. 002 de 02 de junio de 2017. La Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita es la encargada de la realización de los estudios, diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, así como la construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión del corredor vial comprendido entre Pamplona y Cúcuta.

Teniendo en cuenta este importante desarrollo vial y la obligación de obtener licencia ambiental para su ejecución, el presente documento pretende sintetizar, mediante el análisis de los componentes ambientales más relevantes identificados en el área del proyecto, las características que inciden para la materialización de la Segunda Calzada de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05 (Pamplona - Cúcuta) en el departamento de Norte de Santander, a través de capítulos estructurados según los Términos de Referencia pertinentes; realizando la respectiva descripción, caracterización y análisis necesarios para entender la naturaleza del proyecto, sus connotaciones ambientales dentro del área de influencia, y las soluciones planteadas para otorgar la viabilidad requerida.

2.1.2 Permisos y Trámites Previos

Durante la elaboración del presente estudio se han realizado los trámites pertinentes ante las autoridades competentes, copia de todas las comunicaciones mencionadas en los siguientes numerales se encuentra en el Anexo 2 Certificados.

[1] Documento CONPES 3844 de 2015

2.1.2.1 Trámites Administrativos

2.1.2.1.1 Trámites ante la ANLA

Mediante Auto 339 del 27 de mayo de 1997, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, avocó conocimiento de la solicitud de Licencia Ambiental presentada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para el proyecto denominado "Construcción de la Variante de Pamplona", consistente en evitar el tránsito de transporte de carga por el centro del municipio, mejorando el diseño geométrico de la vía Bucaramanga – Cúcuta, en jurisdicción del municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander.

A través del Auto 660 del 19 de septiembre de 1997, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, declaró que la alternativa seleccionada era la denominada Alternativa No. 2, descrita en el Diagnostico Ambiental de Alternativas, con una longitud de 4 Km, iniciándose en el puesto de control de DAS, presentando un túnel de 1.600 metros, para luego empalmar en la curva Los Adioses.

Mediante Auto 633 del 30 de diciembre de 1999, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, ordenó enviar al archivo activo el expediente administrativo LAM1568 contentivo del proyecto denominado "Construcción de la Variante de Pamplona", sin perjuicio de que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, reactivara en cualquier momento el trámite del mismo.

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, a través del Auto 1093 del 30 de Abril de 2007, ordenó la reactivación del expediente LAM1568 en el cual se adelantaban las actuaciones administrativas relacionadas con la solicitud de Licencia Ambiental presentada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para el proyecto denominado "Construcción de la Variante de Pamplona", en el departamento de Norte de Santander y requirió realizar la liquidación por concepto de servicios de evaluación ambiental.

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, aceptó el cambio de solicitante del trámite administrativo de Licencia Ambiental del proyecto mediante el Auto 932 del 31 de marzo de 2009, iniciado a nombre del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, a favor del Instituto Nacional de Concesiones – INCO.

A través del Auto 1809 del 18 de junio de 2009, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, aceptó el cambio de solicitante del Instituto Nacional de Concesiones – INCO, a favor del CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A.

El CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A., mediante las comunicaciones con radicación 4120-E1-158309 del 3 de diciembre de 2010 y 2400-E2-158369 del 24 de diciembre de 2010, solicito pronunciamiento en relación con la nueva condición proyectada en Doble Calzada para el proyecto variante Pamplona, en el sentido de conocer si dicha condición amerita una modificación del Diagnostico Ambiental de Alternativas, ello teniendo en cuenta que inicialmente el desarrollo del proyecto se planteaba en calzada sencilla, o si por el

contrario esta modificación de mayor detalle podría incorporarse dentro del Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, mediante oficio con radicación 2400-E2-36545 del 25 de marzo de 2011, informó al CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A., que a partir de los resultados de la visita de verificación técnica realizada durante los días 23 al 25 de febrero de 2011, se reafirma la selección de la alternativa No. 2, establecida mediante el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997.

La Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., mediante comunicación con radicación 2017060390-1-000 del 02 de agosto de 2017, solicita a la Autoridad de Licencias Ambientales – ANLA, reiterar el concepto dado respecto a no requerir cambios en el DAA para de esta manera proseguir con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, conforme a la alternativa seleccionada en el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997 y continuar con el trámite de licenciamiento.

La Autoridad de Licencias Ambientales – ANLA mediante oficio con radicación 2017089106-2-000 del 20 de octubre de 2017, en respuesta a la comunicación con radicación 2017060390-1-000 del 02 de agosto de 2017, solicita a la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., precisar la titularidad del trámite contenido en el expediente LAM1568 y en caso de que se requiera el cambio de solicitante atender lo establecido en el Decreto 1076 de 2016, así mismo requiere que se remita la totalidad de la información técnica y jurídica que permita emitir pronunciamiento sobre la petición realizada de proseguir con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA y continuar con el trámite de licenciamiento.

Mediante el Auto 5369 del 21 de noviembre de 2017, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, aceptó la petición de cambio de solicitante dentro del trámite administrativo de solicitud de Licencia Ambiental que se adelanta dentro del expediente LAM1568 a nombre de CONCESIONARIA SAN SIMÓN S.A., para el proyecto denominado “Construcción de la Variante de Pamplona”, localizado en jurisdicción del municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander, a favor de la UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S.

La Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., mediante comunicación con radicación 2018013160-1-00 del 9 de febrero de 2018, presentó la información complementaria solicitada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, para emitir pronunciamiento sobre la solicitud de ratificación del concepto emitido en el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997.

El grupo técnico de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, realizó visita de evaluación del proyecto “Construcción de la variante de Pamplona”, entre los días 24 al 25 de abril de 2018 y además se efectuó un análisis a la información presentada por la UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., y emitió el concepto técnico 2288 del 9 de mayo de 2018.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante radicación 2018074845-2-00 del 13 de junio de 2018, informa a la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., que una vez analizada la información presentada y con base en lo observado en la visita de evaluación, considera que las condiciones bajo las cuales se seleccionó la Alternativa No. 2 en el Auto 660 de 1997, siguen vigentes y solicita a la Concesionaria, optimizar el trazado en los corredores definidos, con el fin de que se intervenga en menor proporción las áreas protegidas de orden nacional, regional y local, así como los ecosistemas sensibles presentes.

Adicionalmente informa que, para continuar el trámite de Licencia Ambiental, la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., deberá realizar y presentar el Estudio de Impacto Ambiental – EIA para el proyecto "Construcción Variante de Pamplona" de conformidad con lo establecido con los Términos de Referencia M-M-INA-02, establecidos mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

- **Permiso recolección de especímenes de especies silvestres**

Teniendo en cuenta la Resolución 168 del 13 de Febrero del 2017, por la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, otorga a la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales, para los proyectos en sectores de energía (líneas, termoeléctricas, presas, represas, embalses, transvases de la cuenca), infraestructura (vías, puertos, tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios), minero e hidrocarburos a nivel nacional, y de acuerdo a lo establecido en el artículo cuarto de dicha resolución, la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. deberá informar por escrito a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, con quince (15) días de antelación a su desplazamiento y de acuerdo con el "Formato de Inicio de Actividades de Recolección por Proyecto", medio físico y magnético la información correspondiente a los indicados en los numerales 4.1, 4.2, y 4.3.

2.1.2.1.2 Asociación RED Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR)

- Comunicación con radicado de salida No. UVRP 17-3-279 dirigida a la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR, en la que se hace solicitud de información en cuanto a la identificación, y delimitación, reservas declaradas o en proceso de declaración que se encuentran o se traslapan con el área de estudio.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, RESNATUR emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación del 30 de octubre de 2017, en donde indica lo siguiente: "(…) me permito informarle que no tenemos registro de RNSC en los municipios mencionados". Anexo 2 – I.

2.1.2.1.3 Trámites ante el ICANH

Comunicación del 18 de diciembre de 2017 dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), con radicado 6457 de dicha entidad, se solicita la expedición de la autorización de intervención arqueológica para el proyecto "DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA", del cual se obtuvo respuesta de aprobación de licencia No. 7107, emitida el 06 de febrero del 2018 mediante comunicado 130-0408, se solicita autorización para modificación de área de la licencia No. 7107 mediante adenda 001 con número de radicado 1447 del 22 de marzo de 2018, dicha modificación es autorizada mediante comunicado 130_1562 del 13 abril de 2018. Posteriormente se pide modificación mediante adenda 002 con número de radicado 2051 del 26 de abril de 2018, por cambio de personal, autorizada mediante comunicado 2479 del 28 de mayo de 2018. Luego, mediante adenda 003 con numero de radicado 3813 del 25 de julio de 2018 se requiere modificación de área y extensión de tiempo hasta el 14 de noviembre de 2018, autorizado mediante comunicado 4289 del 27 de agosto de 2018. Finalmente, se pide modificación de la autorización mediante adenda 004, radicado 4265 del 15 de agosto de 2018, autorizado mediante comunicado 4521 del 7 de septiembre de 2018. Anexo 5.3 – J.

2.1.2.1.4 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR

Solicitud de Información

- Comunicación con Radicado No. 13933 del 30 de octubre de 2017 dirigida a la entidad. Se hace presentación del proyecto y solicitud de información para los diferentes componentes abióticos, bióticos y sociales. Anexo 2-T

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, CORPONOR, emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación con Radicado No. 12867 del 11 de diciembre de 2017 de CORPONOR dirigida a la Concesión UVRP (Anexo 2 – D), por medio de la cual se hace entrega de la información solicitada en la comunicación anteriormente relacionada. Anexo 5.3-B

Solicitud de reunión para presentación del Estudio

- Comunicación con Radicado 1052 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a CORPONOR. Se hace presentación del proyecto.

2.1.2.1.5 Trámites ante la Gobernación de Norte de Santander

- **Solicitud de reunión para presentación del EIA**

Comunicación con Radicado 2017-840-138067-2 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a la Gobernación de Norte de Santander. Se hace presentación del proyecto. Anexo 5.3 – B.

2.1.2.1.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

- **Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos**

Comunicación del 01 de noviembre del 2017 dirigida al MADS, con radicado No. E1-2017-029006 de dicha entidad, se solicita información u orientación para la identificación, ubicación, delimitación (polígonos) y descripción de zonas establecidas como Reserva Forestal de Ley 2º de 1959, Ecosistemas Sensibles y/o Estratégicos y de especies en veda que se encuentren dentro o traslapen con el proyecto Doble calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 sector Variante Pamplona.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, el MADS mediante registro de salida DBD-8201-E2-2017-038058 remitió la siguiente respuesta (Anexo 2 –E):

El área de interés del proyecto se intersecta con ecosistemas de humedal en un área aproximada de 578,62 hectáreas, para lo cual se debe tener en cuenta lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo (2014 -2018), en los artículos 172 – 174, el Decreto ley 2811 de 1974 artículos 102 y 137, el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 artículo 2.2.1.4.6.1 y las Resoluciones No. 157 de 2004 y 196 de 2006 del MADS por las cuales se dictan disposiciones para la conservación y el manejo de los humedales.

Sobre el ecosistema de Bosque seco tropical y la presencia de otras áreas protegidas y figuras de protección, locales y regionales sugieren solicitar información a Parques Nacionales Naturales y a la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, para que se atienda lo referente, de acuerdo con las competencias de estas.

- **Parques Nacionales Naturales de Colombia**

Comunicación con radicado de salida No. UVRP 17-3-340 dirigida a Parques Nacionales Naturales, Subdirección de gestión y manejo de áreas protegidas, en la que se hace solicitud de información en cuanto a la identificación, delimitación, descripción y reglamentación de áreas protegidas nacionales, regionales o locales declaradas o en proceso de declaración que se encuentran o se traslapan con el área de estudio. Anexo 2-F.

2.1.2.1.7 Trámites ante el Ministerio del Interior

Mediante comunicación radicado EXTMI18-2827 del 26 de enero de 2018, el Concesionario Unión Vial del Río Pamplonita - UVRP, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL UNO (UF1) VARIANTE PAMPLONA”, anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas donde se ejecutará el proyecto. Por medio de la certificación 0149 del 6 de marzo de 2018, el Ministerio del Interior (Anexo 2 – C), conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto antes mencionado.

Adicionalmente el 19 de julio de 2018 mediante Comunicación radicada EXTM118-29274, el Concesionario, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto "AREAS ADICIONALES PARA EL PROYECTO ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA – CUCUTA, UNIDAD FUNCIONAL UNO (UF1) VARIANTE PAMPLONA", anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas De las áreas adicionales donde se ejecutará el proyecto. El 17 de agosto de 2018, mediante certificación 0822, el Ministerio del Interior conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en las áreas adicionales del Proyecto mencionado (Ver Anexo 2 – S).

2.1.2.1.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería

Derecho de petición No. 20179070271262 del 27 de octubre del 2017 dirigida a la Agencia Nacional de Minería, en la que se hace solicitud de información en relación con los títulos mineros y Programas de Trabajos y Obras (PTO). La respuesta de la entidad se encuentra en el Anexo 2 – H.

2.1.3 Interrelación con proyectos de Interés presentes en la zona

2.1.3.1 Consideraciones iniciales de análisis

Para el análisis de superposición con proyectos licenciados se hace a partir de las tres consideraciones normativas relevantes en el tema. La primera de ellas se relaciona con lo establecido en el Decreto 1076 de 2017 Artículo 2.2.2.3.6.4. Superposición de proyectos:

> *"La autoridad ambiental competente podrá otorgar licencia ambiental a proyectos cuyas áreas se superpongan con proyectos licenciados, siempre y cuando el interesado en el proyecto a licenciar demuestre que estos pueden coexistir e identifique, además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta.*
>
> *Para el efecto el interesado en el proyecto a licenciar deberá informar a la autoridad ambiental sobre la superposición, quien, a su vez, deberá comunicar tal situación al titular de la licencia ambiental objeto de superposición con el fin de que conozca dicha situación y pueda pronunciarse al respecto en los términos de ley."*

La segunda está fundamentada en el numeral 8 de los Términos de Referencia para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles, identificado con el código M-M-INA-02 (MADS, 2015), el cual menciona textualmente en su párrafo segundo:

> *"La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia"*

Finalmente, la tercera, también está relacionado en los Términos de Referencia referidos en la consideración anterior, y se encuentra en el párrafo cuarto en el numeral *2. Generalidades,* ítem *2.1 Antecedentes,* el cual indica:

> *"Se deben establecer las potenciales implicaciones del proyecto en relación con las políticas, planes, programas y proyectos, que, a nivel nacional, departamental y municipal, estén contemplados en las áreas de influencia, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir en la región"*

Según lo anterior, el análisis de superposición se centrará en las intersecciones del área de influencia con proyectos licenciados y/o que hagan parte de planes y políticas definidas por autoridades nacionales y/o regionales; para proceder a su análisis de interacción según cada caso.

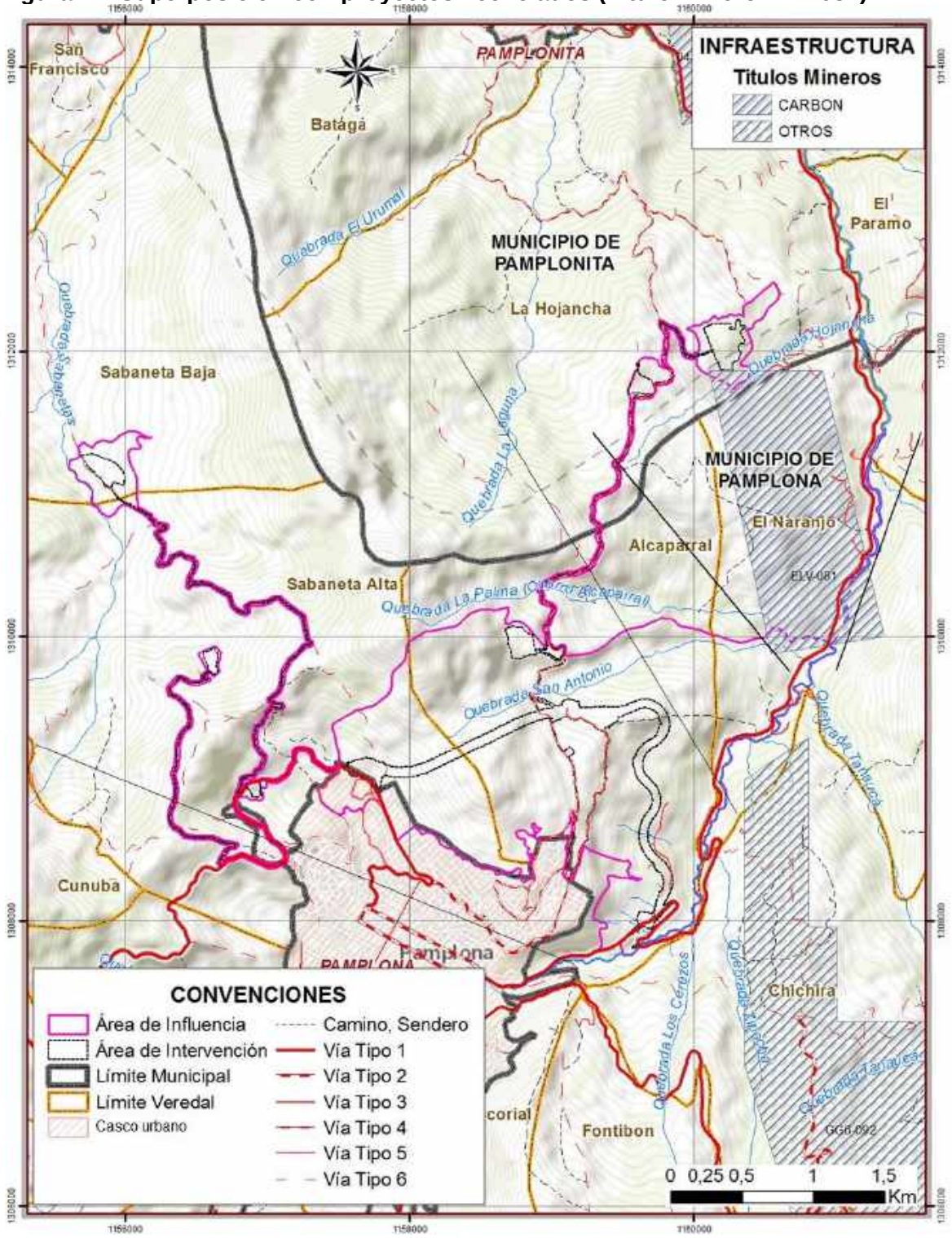
2.1.3.2 Procesamiento de información disponible

De acuerdo con la revisión en la plataforma del ANLA (Visor de proyectos licenciados), el proyecto objeto del presente estudio no se superpone con líneas de transmisión ni con ductos de hidrocarburos existentes o licenciados. En contraste, se identificó una superposición con el título minero en la parte norte del área de influencia, a unos 950 metros de distancia del área de intervención planteada, como se puede ver en la Figura 2.1.

En cuanto al título minero ELV-081 Mina "Los Naranjos" cuanta con Licencia Ambiental otorgada por Corponor mediante Res. 0622 de 2011, y se presenta superposición con el área de influencia en 1,6 ha equivalentes al 1,03% del área titulada. No obstante, considerando la zonificación de impactos y que sobre el área superpuesta no se efectuará intervención para la construcción de la Variante de Pamplona - UF 1, el proyecto vial no generará en el sector de superposición efectos critico o severos que se configuren como impactos residuales, acumulativos y sinérgicos, sobre los cuales sea necesario establecer la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta, adicionalmente no se evidencia actividad minera en el área superpuesta.

Respecto a la superposición con proyectos y/o planes nacionales, departamentales o municipales no se identificó por parte del consultor, ni fue informado por la autoridad municipal en las consultas realizadas de algún proyecto actual o licenciado para ejecución que se traslape con las áreas de intervención ni de influencia del proyecto. No obstante, es posible observar que el proyecto tiene intervención con áreas urbanas y de expansión del casco urbano de Pamplona, lo cual se presenta en la Figura 2.2.

Figura 2.1 Superposición con proyectos licenciados (Título minero ELV-081)



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La superposición con áreas de usos de suelo urbano y de expansión se presenta en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Áreas de superposición con áreas de uso de suelo urbano y de expansión, del Municipio de pamplona

Uso Área Urbana	Nombre	Tipo	Área Ha
Expansión	VI-1	Vía Industrial	0,28
	Diseño vía	Diseño vía	5,08
	Área Influencia Indirecta		30,39
	TOTAL		**35,75**
Casco Urbano	Diseño vía	Diseño vía	0,62
	Acc-V144-V18	Acceso ZODMES	0,32
	VI-1	Vía Industrial	0,19
	Área Influencia Indirecta		17,68
	TOTAL		**18,81**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Teniendo en cuenta esta condición, y tal como se presenta en la Tabla 2.1, los usos para las áreas de expansión y áreas de uso residencial según la normativa de uso y manejo del suelo para los sectores identificados en el área de influencia, determinados por el Acuerdo 028 de 2015 *"Por el cual se adopta la Modificación Excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Municipio de Pamplona*, según la normativa de uso y manejo del suelo para los sectores identificados en el área de influencia no se registran usos condicionados o prohibidos, razón por la cual no se presentan limitantes en cuanto al desarrollo del proyecto. Al contrario, la implementación de este proyecto potenciaría los desarrollos establecidos por la Autoridad Municipal respecto a los usos recomendados para el desarrollo de estas áreas.

El Acuerdo No. 0028 de 2015, en su Artículo 188, determina las clases de los usos del suelo urbano de Pamplona así:

a. Industrial: Comprende las actividades de manufactura y transformación de materias primas. Industria es la actividad de transformación de materias primas no agrícolas que se realiza en establecimientos urbanos. Agroindustria es la actividad que de transformación de productos agrícolas que se realiza en establecimientos urbanos o rurales.
b. Institucional o dotacional: Actividades correspondientes a la prestación de servicios en general (sociales, domiciliarios, complementarios y demás actividades institucionales y sus instalaciones o infraestructura). Se encuentran aquí los servicios de gobierno; los servicios sociales que son los que prestan los establecimientos institucionales del equipamiento básico como colegios, centros de salud, plaza de mercado, matadero, cementerio, plaza de ferias o bomberos y los que prestan el equipamiento complementario como las iglesias; los servicios públicos que son los establecimientos que ocupan las entidades encargadas de la prestación de servicios públicos domiciliarios; los de infraestructura que corresponden a la actividad de generación, almacenamiento, conducción o tratamiento de los servicios de

energía, acueducto, alcantarillado o aseo público y los de Actividades de esparcimiento, turismo y recreación pasiva y activa abiertos al público.

c. Comercial y de servicios: Comprende las actividades de intercambio, compra y venta de bienes y servicios. Estos usos se realizan en áreas de actividad múltiple MU– T1 y T2.

d. Protección Ambiental: comprende las áreas que hacen parte del sistema de protección ambiental en las cuales debe restringirse el desarrollo de usos urbanos.

e. Residencial: Comprende las diferentes formas de vivienda y corresponde a las construcciones y espacios definidos para ser habitados por personas o familias y los servicios públicos y sociales requeridos para su desarrollo. Estos usos se realizan en áreas de actividad residencial.

f. Zonas verdes: Espacios libres de uso municipal

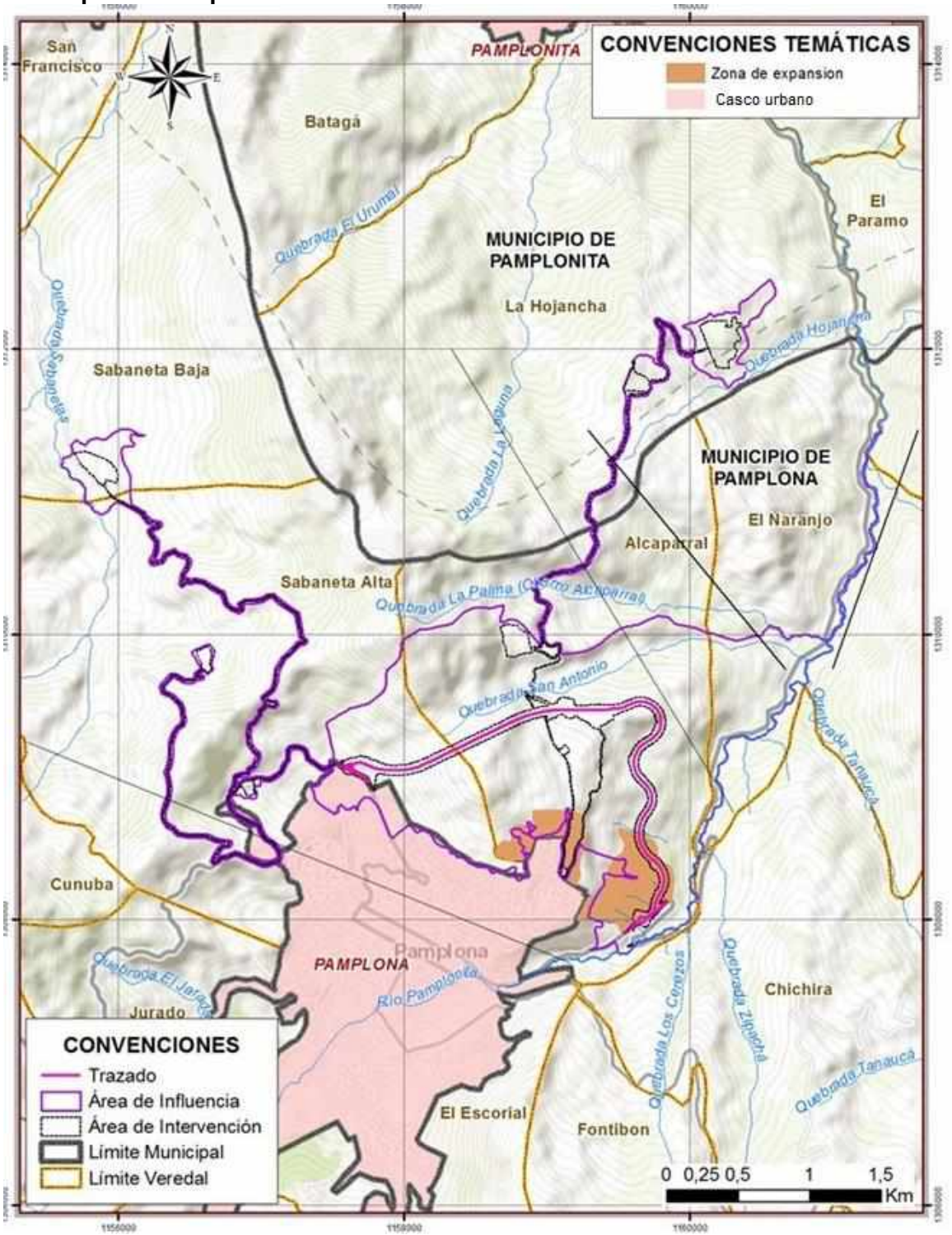
Las categorías del uso de suelo urbano, se presentan en la Tabla 2.2.:

Tabla 2.2 Categorías de uso del suelo urbano

Usos del suelo urbano			
Uso Principal	Comprende el tipo de utilización asignado a un terreno en el que la actividad o actividades están dadas de acuerdo con la Potencialidad, productividad y sostenibilidad, con miras a estructurar y consolidar el carácter y función asignados al sector		
Uso Compatible	Comprende el tipo de utilización asignado a un terreno, el cual contribuye al mejor funcionamiento y estructuración del uso principal sin ser su principal renglón.	Parágrafo 1. Las actividades que no estén comprendidas dentro de las categorías de "principal y compatible" se entenderán como prohibidas. Esta modificación aplicará para el suelo urbano.	Parágrafo 2. La aplicación y reglamentación de las categorías para la clasificación de los usos del suelo urbano, deberá tener en cuenta las disposiciones consignadas en los artículos relacionados con los requerimientos específicos para el funcionamiento de establecimientos, las áreas mínimas de lote y la norma básica para el manejo de las fichas normativas

Fuente: Acuerdo N° 0028 de 2015

Figura 2.2 Superposición con usos de suelo urbano y suelo de expansión del Municipio de Pamplona



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

2.1.3.3 Coexistencia de proyectos

Del análisis de superposición se establece en primera instancia, que para la construcción de la vía es favorable que el área superpuesta con la mina no se encuentre dentro del área considerada para la construcción del proyecto vial, evitando incurrir en actividades especiales de ingeniería, relacionadas con la estabilidad del terreno que podrían requerirse si se realizarán actividades de extracción del carbón.

En complemento, la eventual implantación del proyecto tiene una interacción positiva con los suelos urbanos y de expansión definidas en el Acuerdo N° 0028 de 2015, por lo que se tendría un impulso importante para potenciar las áreas en infraestructura y recursos definidos como convenientes para estas zonas del municipio de Pamplona.

Así las cosas, la Mina “Los Naranjos” puede seguir ejerciendo su labor en el 100% del área licenciada sin ningún tipo de riesgo ante el proyecto vial y no se requiere concertaciones ni negociaciones específicas relacionadas con el uso del suelo en zonas urbanas y de expansión del municipio de Pamplona. Esto indica que los proyectos pueden coexistir sin ningún tipo de problema ambiental y/o legal importante.

2.2 ALCANCES DEL EIA

2.2.1 Alcance General

- Describir las características y especificaciones técnicas de las fases y actividades del proyecto.

- Delimitar el área de influencia del proyecto de acuerdo a los criterios técnicos para los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, partiendo de los posibles impactos significativos que genere el proyecto.

- Caracterizar y actualizar las condiciones de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural del área de influencia del proyecto, con el propósito de establecer la línea base que permita evaluar la importancia y sensibilidad de los elementos ambientales antes de la ejecución del proyecto.

- Definir la zonificación ambiental del proyecto mediante un método cualitativo y cuantitativo, que permita valorar los grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición sin proyecto.

- Establecer los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, partiendo de la cuantificación y evaluación de la oferta existente en el área de estudio, con el fin de determinar la viabilidad de su uso para el proyecto.

- Evaluar los posibles impactos que se pueden generar por la ejecución del proyecto

vial y proponer las respectivas medidas de manejo para prevenir, mitigar, controlar y/o compensar dichos impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural.

- Establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto, que responda a los resultados de la zonificación ambiental y a los elementos legamente establecidos, como herramienta de planeación para la intervención área de influencia.

- Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de modificación de la licencia ambiental.

- Actualizar los planes, programas y acciones de manejo socioambiental orientadas a promover la gestión planificada del medio, en las actividades que contempla el proyecto.

- Presentar el plan de inversión del 1% diseñado a partir de proyectos ambientales existentes a nivel municipal, departamental y nacional, con el objetivo de facilitar su implementación e impacto en el sistema socioecológico en el que se enmarca el uso del recurso hídrico por parte del proyecto.

- Identificar y valorar los riesgos que se podrían generar sobre el medio ambiente y el componente socioeconómico por la ejecución del proyecto, con el fin de establecer lineamientos generales de prevención, atención y control eficiente de las emergencias.

- Documentar las acciones que hacen parte del Plan de Abandono y Restauración, las cuales permitirán restituir las variables estructurales de los ecosistemas impactados por el proyecto, una vez éste se finalice.

- Establecer el plan de compensación biótico, en concordancia con la afectación generada por las obras o actividades del proyecto sobre los ecosistemas del área de estudio.

- Desarrollar y documentar los procesos de participación ciudadana que se ejecutaron en el contexto del estudio, con el fin evidenciar el proceso de construcción conjunta realizada con las comunidades del área.

2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones

Durante el desarrollo de los estudios ambientales es frecuente la ocurrencia e identificación de limitantes o deficiencias de información de carácter secundario con la que se debe fundamentar buena parte de la línea base socio-ambiental del área de influencia del proyecto, así como en el levantamiento de la información primaria, dentro de los principales aspectos identificados se presentan: Información de carácter institucional desactualizada como es el caso de los Planes de Ordenamiento Territorial – POT´s y variación en el régimen climático. De manera particular se percibieron deficiencias específicas en la

información de ordenamiento territorial de los municipios, que se refleja en los siguientes aspectos:

- Los municipios que conforman el área de influencia del estudio, aun cuando cuentan con planes o esquemas de ordenamiento territorial – EOT y Planes de Desarrollo Municipal, en algunos casos no están actualizados, o su cartografía no está en formatos georreferenciados.

- En el caso de los Planes de Desarrollo Municipal, se encontró al momento de realizar la caracterización del Área de Influencia, que la información contenida en ellos es la misma que se encuentra en los EOT o Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT, es decir, que no se han llevado a cabo estudios o diagnósticos que permitan la actualización de dicha información.

- Como insumo para la construcción de EIA, se usó el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pamplonita, que fue adoptado por CORPONOR mediante Resolución 0950 del 17 de noviembre de 2010 y posteriormente ajustado mediante Resolución 076 del 18 de diciembre de 2014. En la cartografía correspondiente al POMCA se encontró desplazamiento de la georreferenciación del cauce del río Pamplonita, con respecto a imágenes satelitales más recientes y a la herramienta Lidar usada para los estudios y diseños. Otro aspecto relevante y que determina los elementos de la zonificación de manejo para el proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, es la diferencia entre categorías de zonificación del POMCA asignadas a ciertas áreas, cuyo uso actual difiere de la categoría asignada, lo cual genera restricciones para el desarrollo del proyecto en zonas que presentan niveles de intervención antrópica.

Los aspectos mencionados anteriormente, hacen que se presenten limitaciones en la información presentada para los municipios y veredas que comprenden las áreas de influencia del Estudio, dado la desactualización en los datos de población y carencia en la definición de límites territoriales.

Por lo anterior, una parte importante de la información secundaria para la elaboración del documento, fue obtenida de documentos como encuestas, considerando las limitantes en cuanto a la cobertura de su aplicación. Igualmente, se recurrió a información proveniente del Censo realizado por el DANE en 2005 y la disponible en el Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial –SIGOT-, Planeación Nacional, Estadísticas Departamentales y estudios sectoriales realizados a nivel municipal y/o departamental.

La información primaría obtenida en campo, mediante la aplicación de formatos diseñados de acuerdo con lo solicitado por los términos de referencia M-M-INA 1-02, permitió conocer de manera actualizada y teniendo como fuente a la comunidad, los aspectos relacionados con los componentes del medio Socioeconómico y Cultural.

2.3 METODOLOGÍA

El estudio se estructuró según la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy MADS, y según los Términos de Referencia requeridos para el trámite de la Licencia Ambiental de los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles con sus Accesos – Resolución 751 del 26 de marzo del 2015.

A continuación, se expone la síntesis de las actividades y metodologías empleadas para el desarrollo de los diferentes numerales y capítulos contenidos en el EIA para la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

2.3.1 Medio Abiótico

2.3.1.1 Geología

2.3.1.1.1 Objetivos

- **Objetivo General**

- Realizar la caracterización geológica del área del proyecto a escala detallada.

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, Oficinas de Planeación municipales, entre otras entidades oficiales) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (Volumen de Geología para Ingeniería preliminar).

- Ejecutar análisis de fotointerpretación para la delimitación de unidades geológicas aflorantes y estructuras presentes en el área.

- Realizar levantamiento geológico en campo, destacando cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (como depósitos de ladera, coluviones, morrenas, aluviones, entre otros) más propensos a presentar procesos de inestabilidad.

- Efectuar mediciones de rumbo y buzamiento en las unidades litológicas que lo permitan, con el fin de realizar un levantamiento geológico – estructural del área.

- Identificar áreas susceptibles a amenazas naturales como remoción en masa, inundaciones, sismicidad.

Verificación de la información secundaria recopilada y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (versión definitiva) con los trabajos de campo y análisis realizado para la elaboración de la cartografía geológica ajustada.

2.3.1.1.2 Alcances

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica (para el área de influencia intervención e indirecta) pretende:

- Describir las unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes de la zona y la información levantada a detalle por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el capítulo de Geología para Ingeniería, con información de fotointerpretación y control de campo.

- Presentar la cartografía geológica detallada (unidades y rasgos estructurales), actualizada con base en fotointerpretación, control de campo (con la información del levantamiento de campo) y la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (versión definitiva).

2.3.1.1.3 Metodología

- **Fase Pre-Campo**

  - Recopilación y análisis de información secundaria

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geológico. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También se revisó la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (Preliminar).

  - Elaboración de la cartografía geológica y zonas de amenaza natural preliminar

Esta actividad consistió en la interpretación de imágenes (como Google Earth, el baseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos), delimitando unidades geológicas y estructuras que se confrontaron con las planchas geológicas y la elaboración de la cartografía geológica preliminar para la etapa de campo.

Los planos geológicos preliminares y el mapa preliminar de sitios con amenaza potencial natural (para la visita a campo), se elaboraron a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. Las zonas de control de campo que se seleccionaron durante la etapa de fotointerpretación, tuvieron en cuenta principalmente el fácil acceso y que involucraran todas las unidades y estructuras geológicas interpretadas; y adicionalmente se

incluyeron zonas de inestabilidad preliminar para ser corroboradas en la posterior etapa de campo.

- Definición de los recorridos de campo y de la toma de información

Se planearon los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto geológico. Para el reconocimiento y verificación de las unidades litológicas presentes, inicialmente se dividió el área en cuadrantes de trabajo, elaborando una grilla de muestreo y planeando recorridos; con el fin de dar cumplimiento a la escala de trabajo y de caracterizar el área de influencia directa e indirecta.

- Fase de Campo

La extracción de información secundaria y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar) se complementó con el trabajo de campo, que se basó en la planificación y ejecución de recorridos en sentido ortogonal a los rumbos de las estructuras en la zona de estudio.

Seguidamente se realizó el levantamiento geológico de secciones para la actualización de unidades litológicas e identificación de estructuras geológicas (como fallas, pliegues, etc) en cortes de carreteras, taludes, canteras, cauces de quebradas y en los afloramientos presentes en el área del proyecto.

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía preliminar
- Libreta de campo
- Brújula con clinómetro y nivel (Toma de datos estructurales)
- Martillo Geológico
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Cinta Métrica
- Ácido Clorhídrico

- Fase Post-Campo

Esta fase consistió básicamente en plasmar la información obtenida en campo en el mapa geológico preliminar para definir el mapa geológico final, adicionalmente se completó la descripción de los afloramientos tal y como quedaran descritos en el informe final.

Se presentó la cartografía geológica general ajustada al proyecto con la información delimitada en las imágenes y planos del área, junto con la validación de campo (levantamiento geológico) y la información entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en su volumen Geología para Ingeniería (definitivo), destacándose los cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (Depósitos aluviales y coluviales, morrenas, depósitos de ladera) más propensos a presentar inestabilidad.

Se incluyó dicha información geológica en planta en la que se identificó los alineamientos y condiciones geológicas a lo largo del proyecto (complementando con el volumen de ingeniería definitivo, específicamente en la zona del túnel).

Esta información fue ajustada a partir de la información existente y fue consistente con la nomenclatura geológica nacional (Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS) así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información fue generada a una escala detallada, acorde con el área del proyecto (escala 1:10.000).

2.3.1.2 Geomorfología

2.3.1.2.1 Objetivos

- **Objetivo General**

- Realizar la caracterización geomorfológica del área del proyecto

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda la información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, entre otros) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar).
- Identificar las unidades geomorfológicas del área a partir de la interpretación de imágenes de Google Earth, BaseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos.
- Validar la información en campo, tomando en cuenta geoformas y su dinámica en el área de influencia del proyecto, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje.
- Analizar la información adquirida en campo junto a la de la fotointerpretación y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto para la elaboración de la cartografía geomorfológica ajustada.
- Seguir los procedimientos metodológicos para la elaboración del componente geomorfológico que se presenta en la *Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia. José Henry Carvajal Perico, Servicio Geológico Colombiano 2012.*

2.3.1.2.2 Alcance

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica (para el área de influencia directa e indirecta) pretende:

- Definir las unidades geomorfológicas a partir del análisis de morfogénesis (origen y evolución de las formas del terreno), morfografía (análisis de las formas de las laderas), morfodinámica (procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro con la actividad de agentes como el viento, agua, hielo y acción

de la gravedad, modificando las geoformas preexistentes).
- Presentar la cartografía geomorfológica con base en las unidades identificadas, haciendo énfasis en la morfogénesis y en la morfodinámica del área de estudio.
- Presentar mapa de pendientes utilizando los rangos establecidos en la GDB.

2.3.1.2.3 Metodología

- **Fase Pre-Campo**

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geomorfológico; y la revisión de la información preliminar suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y se revisó información cartográfica que incluyera el área del proyecto.

- Elaboración de la cartografía Geomorfológica Preliminar

Esta actividad consistió en la fotointerpretación para una definición de áreas homogéneas y la elaboración de la cartografía geomorfológica preliminar para la etapa de campo. El plano geomorfológico preliminar se elaboró escala 1:25.000 sobre la base topográfica del IGAC, para luego ser ajustada a detalle con el levantamiento de campo. Para la caracterización geomorfológica se adoptó la metodología propuesta por *Carvajal 2012*, que relaciona las escalas de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la génesis y los ambientes morfogenéticos. En esta metodología las categorías definidas de escala mayor a menor corresponden a Zona Geoestructural, Provincia Geomorfológica, Región Geomorfológica, Unidades y Subunidades Geomorfológicas y Componente Geomorfológico; estas categorías están relacionadas con escalas de trabajo que de menor a mayor cubren rangos de escala desde <1:2.500.000 a 1:1.500.000 para Zonas Geoestructurales hasta escalas mayores a 1:10.000 para Componentes Geomorfológicos, como se puede ver en la Figura 2.3.

Para este proyecto la unidad a analizar correspondió a Subunidad Geomorfológica, la cual cubrió toda la zona.

- Definición de los recorridos de campo y de la toma de Información

Los recorridos se definieron a la par con los de geología tal y como se detalló anteriormente en dicho ítem, es decir, de manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la identificación de unidades geomorfológicas.

Figura 2.3 Esquema de jerarquización geomorfológica

Fuente: Tomado y modificado de (Carvajal, 2012).

- **Fase de Campo**

El trabajo de campo se llevó a cabo con el propósito tanto de corroborar las geoformas definidas previamente en el trabajo de oficina, como conseguir datos e información complementaria de los contrastes morfométricas, litología, geología estructural, perfiles de suelo y procesos actuales. Para tal efecto se buscaron las zonas elevadas del área de trabajo, con el fin de obtener vistas panorámicas del territorio, posteriormente se visitaron los sitios visualizados de manera individual, para la toma de datos detallados. Todos los puntos visitados tuvieron su reporte fotográfico y su georreferenciación.

De manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la identificación de unidades geomorfológicas de acuerdo a su origen: estructural, denudacional, agradacional y la evaluación del comportamiento geomorfológico, considerando la distribución de las pendientes, el patrón de drenaje y los procesos morfodinámicos.

Se identificaron en campo los procesos de inestabilidad de ladera con énfasis en los de remoción en masa y erosión o intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas, entre otros).

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía Preliminar
- Libreta de campo
- GPS
- Cámara Fotográfica

- Cinta Métrica

- **Fase Post-Campo**

Esta fase final correspondió a los ajustes de la cartografía geomorfológica ejecutada previamente con los datos obtenidos en campo, la fotointerpretación realizada y la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto, además se completó la información de las bases de datos, y se elaboró la cartografía geomorfológica con la cual se realizó el informe final del proyecto, teniendo en cuenta la propuesta Carvajal 2012 y los siguientes parámetros:

Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos

Tipos de Relieve	
Tipo	**Elevación (m)**
Montañoso	>500
Colinado	200-499
Loma	50-200
Montículos	0-49

Índice de Contraste de Relieve	
Elevaciones (m)	**Descripción**
<29	Muy bajo
30-74	Bajo
75-149	Moderado
150-249	Alto
250-499	Muy alto
>500	Extremadamente Alto

Formas de ladera	Tipos de forma de ladera
Recta	Cóncava-divergente
Cóncava	Cóncava-convergente
Convexa	Convexa-divergente
Irregular	Convexa-convergente
Compleja	

Formas de Valle	Formas de cresta
Artesa	Aguda
Forman de V	Redondeada
Forma de U	Convexa amplia
	Convexa plana
	Plana
	Plana disectada

Índices de Inclinación de ladera	
Inclinación	**Descripción**
<5º	Plana o suavemente inclinada
6-10º	Inclinada
11-15º	Muy inclinada
16-20º	Abrupta
21-30º	Muy abrupta
31-45º	Escarpada
>45º	Muy escarpada

Longitud de ladera	
Longitud (m)	
<50	Muy corta
51-250	Corta
251-500	Moderada
501-1000	Larga
1001-2500	Muy larga
>2500	Extremadamente larga

Índice de frecuencia de drenaje	
Nº F/Km²	**Cualificación**
>40	Muy alta
21-40	Alta
11-20	Media
5-10	Baja
<5	Muy baja

Densidad de drenaje	
Rangos	**Cualificación**
<0.5 Km/Km2	Baja
0.51-1 Km/Km2	Moderada
>1 Km/Km2	Alta

Textura de drenaje		
Densidad	**Frecuencia de drenaje**	**Textura de drenaje**
Baja	Baja a muy baja	Gruesa
Moderada	Media	Mediana
Alta	Alta	Fina
Muy alta	Muy alta	Muy fina

Fuente: Carvajal, 2012.

La localización de dichos procesos se trabajó y presentó sobre la base topográfica requerida.

Incluyendo las variables de pendientes, áreas de erosión activa, áreas de sedimentación activa y la localización de procesos de remoción en masa activos y latentes (insumo de la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa), se elaboraron los siguientes mapas:

- De pendientes
- De procesos Morfodinámicos
- De unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis y morfodinámica
- De susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa

2.3.1.3 Paisaje

La caracterización del componente paisaje se realizó a partir del análisis de la información de fisiografía generada en el componente fisiografía-suelos a escala 1:25.000, en un análisis conjunto de los atributos de geoformas y coberturas de la tierra.

2.3.1.3.1 Objetivos específicos

Cumplir con los términos de referencia, para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

- Calidad Visual del paisaje
- Capacidad de Absorción
- Intervisibilidad

Estos elementos permitieron establecer los sitios de belleza escénica y las encuestas de campo permitieron establecer su importancia regional y determinar la incidencia en torno a las costumbres del lugar. A partir de esta información se realizó cartografía a escala 1:25.000.

2.3.1.3.2 Etapa Precampo

La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituyó en la unidad fundamental de análisis y se definió como "una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas" (Zonneveld, 1979).

Se efectuó la caracterización de las unidades de paisaje fisiográfico que tuvieron como elemento central las geoformas del área de estudio y que permitieron plasmar cartográficamente y en forma integrada áreas similares en cuanto a su geogénesis, litología, hidrología, relieve, biota y acción antrópica. Para cada unidad de paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

- **Calidad Visual del Paisaje**

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, a saber: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana. Se asignó un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determinó la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

- **Capacidad de Absorción**

La capacidad de absorción se evaluó de acuerdo a la metodología Yeomans (1986), la cual define la fragilidad visual como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio, o la capacidad de absorción como la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Para realizar su evaluación, se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje como la erosionalidad, el potencial estético, la diversidad de vegetación, el contraste de color y la actuación humana; cuya sumatoria se potenció con el valor asignado a la pendiente, generando como resultado un valor dentro de la escala de capacidad de absorción para cada una de las unidades de paisaje.

- **Intervisibilidad**

El cálculo de intervisibilidad se efectuó haciendo uso de las herramientas 3D Analyst de ArcGis 9.3. La herramienta Wiewshed (cálculo de la cuenca visual) tiene como principal función evaluar la exposición visual de una entidad (en este caso el eje de la línea) sobre una superficie de elevación construida a partir de las curvas de nivel de la cartografía 1:25.000 del IGAC.

2.3.1.3.3 Etapa Poscampo

- **Procesamiento de Información Primaria y Secundaria**

Comprende la síntesis del estudio del componente paisaje por medio del procesamiento de la información, lo que integra la realización de los aspectos referentes a la determinación de las unidades de paisaje y la integración de su calificación en términos de los atributos definidos.

- **Procesamiento de la Cartografía Fisiográfica**

Agrupación de las diferentes unidades fisiográficas en términos de subpaisaje y forma de terreno altamente similares, lo cual especializa unidades de alta homogeneidad en donde se presentaron las principales características abióticas del medio natural.

- **Procesamiento de la Cartografía de Cobertura**

Agrupación de unidades de cobertura en términos de su estrato vegetal y su funcionalidad, lo que permitió espacializar unidades de alta homogeneidad biótica, determinando igualmente las principales características del medio.

2.3.1.4 Suelo y Usos de la Tierra

La caracterización del componente suelos se realizó a partir del análisis la información secundaria de suelos generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) correspondiente a los estudios generales de suelos a escala 1:100.000 del departamento de Norte de Santander (IGAC, 2006).

Los estudios de suelos realizados a escala 1:100.000 presentan información general de suelos y las geoformas asociadas deben ser ajustados y adecuados a la información requerida a escala 1:25.000; lo cual requiere dos procesos principales como son la reinterpretación y consolidación del contenido pedológico conforme a la información secundaria y verificación en campo.

2.3.1.4.1 Objetivos Específicos

Según los términos de referencia para la realización de EIA en en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, los aspectos caracterizados fueron:

1. Identificación de las Unidades Cartográficas de Suelos.
2. Clasificación de Tierras por su Capacidad y Vocación de Uso.
3. Uso Actual.
4. Conflictos de Uso y posibles interacciones con el proyecto.

Estos cinco temas principales de suelos se caracterizaron para el área de influencia del proyecto y se realizó la cartografía a escala 1:25.000

2.3.1.4.2 Etapa Precampo

La etapa de precampo comprendió actividades principales como son la recopilación y análisis de la información secundaria, selección y alistamiento de imágenes de sensores remotos, reinterpretación de geoformas y ajuste de unidades climáticas, estructuración de la leyenda fisiografía-suelos, consolidación de unidades cartográficas de suelos y selección de áreas de muestreo en campo.

- **Recopilación y Análisis de Información Secundaria**

Comprende la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos. Se realizó la consulta y revisión de los estudios de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi correspondiente al departamento del área de interés, el cual fue una base fundamental para la comprensión y el entendimiento de la distribución de las geoformas y su relación con los suelos.

Así mismo se realizó la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos en el Servicio Geológico de Colombia, IDEAM e IGAC.

- **Selección y Alistamiento de Imágenes de Sensores Remotos**

Se realizó el alistamiento de imágenes de sensores remotos adecuadas para realizar la reinterpretación de geoformas como:

Imágenes de Radar, ALOS-1 con resolución espacial de 12,5 m.
Imágenes multiespectrales Rapideye con resolución espacial de 5 m.

- **Reinterpretación de Geoformas**

Este proceso incluye la verificación y confirmación de la interpretación de geoformas asociadas a las unidades de suelos y la redelimitación de unidades que no presentan coherencia espacial con lo observado en las imágenes de sensores remotos y el DTM a 12,5 m derivado de imágenes de Radar ALOS 1.
El proceso de reinterpretación permite realizar el ajuste y mejoramiento de la calidad de la información por las deficiencias observadas en el empalme de los estudios departamentales de suelos, lo cual requiere dar solución a dos inconsistencias. La primera, garantizar la continuidad en el trazado de las unidades, algunas de las cuales presentan interrupción de su trazado por el cambio del límite administrativo, y la segunda dar solución a problemas de huecos o gaps de información asociados a deficiencias de topología.

- **Plan de Muestreo**

Comprendió la planeación del trabajo de campo para realizar la verificación de la interpretación fisiográfica y el levantamiento de información de suelos.

Se identificaron las unidades de paisaje sobre las cuales se tuvieron dudas respecto a material parental y composición de las unidades cartográficas de suelos.

Se priorizaron las unidades de paisaje asociadas a áreas mal drenadas, dada su importancia ambiental y las cuales constituyeron una información base para la identificación de ecosistemas.

Para el desarrollo del trabajo de campo se contó con un formato único normalizado para los levantamientos de suelos.

2.3.1.4.3 Etapa de Campo

El desarrollo de las actividades de campo comprendió la verificación de unidades de fisiografía, el muestreo de unidades de suelos y verificación del uso actual del suelo.

- Verificación de la Interpretación de las unidades

Se realizó la verificación de unidades de paisaje y sus características, haciendo el chequeo de material parental, pendientes, condición de drenaje y grado de erosión mediante recorrido en campo.

Permitió validar las delimitaciones de las unidades de paisaje y subpaisaje obtenidas a partir del análisis geomorfológico del terreno por medio de la fotointerpretación, lo cual también permitió ajustar las delineaciones realizadas.

- Levantamiento de Información de Suelos

Se realizó el levantamiento detallado de información de suelos a través de calicatas en de las unidades cartográficas de suelos más representativas dentro del área de influencia, de las cuales la ubicación se presenta en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo y verificación de suelos

Calicata	Unidad cartográfica de suelos	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Este	Norte
PC01	MMA	1.157.835,10	1309.063,61
PC02	MME	1.159.081,25	1.309.143,13
PC03	MMK	1.159.760,52	1.308.191,88

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Los principales aspectos a describir por calicata correspondieron a los siguientes: profundidad en cm, nomenclatura, epipedón, endopedón, color matriz en húmedo, moteados, fragmentos de roca, materiales orgánicos, textura, estructura, consistencia, concentraciones, poros, raíces, reacciones, límites y pH, principalmente. Igualmente se incluyen los aspectos externos de la forma de terreno identificada.

Se realizó la toma de muestras de suelos en la cual se describió el suelo de mayor representatividad, para cada horizonte descrito en una cantidad equivalente a un (1) kilogramo para cada muestra.

Equipo y Reactivos: Para la realización de la descripción del perfil modal de cada suelo dominante por unidad fisiográfica, se requiere con el siguiente equipo y reactivos. (Ver Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Equipos y Reactivos

Equipos	Reactivos
– Cuchillo – Pala – Palín – Barra – Metro – TablaMunsell (soil color charts) – Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010, – GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o PDA (Asistente Digital de Bolsillo) – Cámara fotográfica – Bolsas plásticas de 2 kg – Fichas bibliográficas blancas – Marcador – Paleta de pintura – Formatos de descripción de campo	– Ácido clorhídrico HCL (al 10%), – Peróxido de hidrogeno H2O2 (al 30%), – Fluoruro de sodio NaF (al 4%), – Sulfato de bario SO4Ba, – Hellige – Papel filtro impregnado con fenolftaleína. – Frasco de vidrio ámbar con gotero de 60 ml

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A las muestras de suelos tomadas a todos los horizontes de cada observación de calicata, se les realizó el paquete analítico que se integró por los siguientes parámetros químicos; pH, textura por Bouyoucos, CICA, bases totales, Ca, Mg, K, Na, Aluminio de cambio, fosforo disponible, saturación de bases, carbón orgánico. A los resultados se les desarrollaron las apreciaciones, interpretaciones y relaciones propias de los análisis de suelos, lo que permitió igualmente suministrar los datos para ajustar la taxonomía y el cálculo de su fertilidad natural. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Suelos de Corpoica, los soportes de acreditación pueden ser consultados en el Anexo 5.1.4. del presente estudio de impacto ambiental.

2.3.1.4.4 Etapa de PosCampo

- **Ajuste a las Unidades Cartográficas de Suelos**

Una vez realizada la etapa de campo se obtuvieron caracterizaciones provenientes de información primaria para reevaluar las unidades cartográficas de suelos que se encontraban fuera de las zonas de cateos o revisiones en campo, lo cual permitió realizar potenciales ajustes y validar la misma, a partir de la extrapolación de información.

Los ajustes a la unidad cartográfica comprendieron dos aspectos principales:

- Verificación de la Clasificación Taxonómica

De acuerdo con la descripción de los perfiles modales de los suelos dominantes clasificados de forma preliminar en campo y los resultados de los análisis de laboratorio, se realizó la reconfirmación de la clasificación taxonómica de los suelos por medio de la Clave para la Taxonomía de Suelos Soil Survey Staff, publicadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA, Servicio de Conservación de Recursos Naturales NRCS. Undécima Edición 2010, sistema que tiene seis categorías: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie, la clasificación se realizó a nivel categórico de familia quinto nivel de la pirámide taxonómica para los suelos levantados en campo.

Los resultados de los análisis de las muestras de suelos permitieron validar igualmente la clasificación taxonómica, establecer características físicas y químicas y desarrollar el cálculo de la fertilidad (metodología del Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC).

- Identificación de la categoría de clase de unidad cartográfica

Conforme a los resultados de campo se estableció la categoría de unidad cartografía para cada unidad de paisaje fisiográfico a saber: Consociación, Asociación, Complejo o Grupo indiferenciado.

- **Uso Actual y Potencial**

- Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a las diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran (IGAC, 2007).

Se fundamenta en la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L (1986) de la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.
La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, tipo de arcilla y condición de drenaje natural.

La capacidad es el potencial que tiene la tierra para ser utilizada bajo cierto tipo general de uso o con prácticas específicas de manejo.

Los suelos que están agrupados dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones para propósitos de uso o respecto al riesgo de degradarse. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos. Muchos de los suelos dentro de cualquiera de las clases requieren distintas prácticas de manejo.

- Uso Actual

Para el establecimiento del uso actual se recurrió a un insumo esencial el cual correspondió al mapa de coberturas vegetales, realizado por medio de la clasificación Corine Land Cover. Sobre la base del análisis de las coberturas se realizó la reclasificación y/o agrupación de las unidades de cobertura identificadas en función de sus características fisionómicas, su origen natural o introducido y sus principales características producto de la explotación que los seres humanos realizan sobre estas, asignándoles nombres relacionados con su principal actividad extractiva o su funcionalidad (Tabla 2.6).

Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001

Grupo de Uso	Subgrupo de Uso	Símbolo
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos	CTI
	Cultivos transitorios semiintensivos	CTS
	Cultivos semipermanente y permanente intensivo	CSI
	Cultivos semipermanente y permanentes semiintensivos	CSS
Agroforestal	Silvoagricola	SAG
	Agrosilvopastoril	SAP
	Silvopastoril	SPA
Ganadería	Pastoreo intensivo y semiintensivo	PSI
	Pastoreo extensivo	PEX
Forestal	Producción	FPR
	Protección - Producción	FPP
Conservación	Forestal protectora	CFP
	Recursos hídricos	CRH
	Recuperación	CRE

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Conflicto de Uso del Suelo**

Los conflictos de Uso de la Tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental (IGAC, CORPOICA, 2001).

Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso, se elaboró una matriz de decisión que permitió confrontar las unidades de Vocación Actual de Uso vs el Uso Actual, la cual se presenta en el numeral 5.1.4.5 del Capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia.

Cada una de las unidades de Cobertura y Uso actual se valoró en relación con la Vocación Actual de Uso, para lo cual a cada clase de Cobertura Actual se asignó el uso actual en

términos de la Vocación de Uso Principal, para comparar niveles similares dentro de la matriz.

2.3.1.5 Hidrología

2.3.1.5.1 Fase Precampo

- Recopilación y análisis de información secundaria

Esta actividad consiste en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyan a la caracterización preliminar del componente hidrológico. Para el desarrollo del procedimiento se tendrá como fuentes de información principal, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También será revisada la información suministrada por el cliente.

Los objetivos que cumplen los estudios hidrológicos en proyectos que impactan los recursos hidráulicos de una cuenca son los mismos en un desarrollo pequeño que en uno de tamaño considerable. En ambos casos se debe utilizar al máximo la información disponible y aplicar las técnicas más apropiadas para obtener los mejores resultados posibles.

En cuanto a la información importante que se requiere para iniciar el estudio hidrológico se consultó en las entidades oficiales y particulares que tienen relación con la zona de influencia del proyecto. Así se obtiene información referente a cartografía y aerofotogrametría, hidrometeorología, uso de la tierra, monografías y estudios regionales.

Dentro de los insumos para determinar los patrones de drenaje a nivel regional, se empleó la siguiente información:

- ✓ Cartografía

La información cartográfica para los análisis de hidrología empleó información en escala 1:25.000 y 1:10.000 (Túnel) y específicamente la que se lista a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 25.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.
- Información hidrológica con base en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

- ✓ Información de fuentes oficiales

Como fuente de información se identificaron y consultaron las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pamplona
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM),

- Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río pamplonita POMCA.

✓ Información Hidrológica

A fin de realizar la descripción hidrológica del área de influencia, se utilizó información hidrometereológica actualizada suministrada por el IDEAM y que, en su mayoría, cuenta con información para el periodo comprendido entre los años de 1973 a 2017.

- Elaboración de la cartografía hidrológica preliminar

Esta actividad consiste en la interpretación de fotografías aéreas, delimitando cuencas e identificando posibles cauces que puedan tener cierta incidencia sobre el proyecto.

Los planos hidrológicos preliminares, se elaborarán a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. En general deben cubrir un porcentaje altamente representativo de la zona total a estudiar, por las que se harán los recorridos para la realización de la respectiva toma de datos en campo.

- Definición de los recorridos de campo y de la toma de información

Se planeará los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto hidrológico. Para el reconocimiento y verificación de las corrientes hídricas previamente identificadas mediante la cartografía inicial se plantea el levantamiento de las fuentes por cuadrantes que faciliten la respectiva inspección y toma de datos, teniendo en cuenta la accesibilidad.

2.3.1.5.2 Fase Campo

La información recolectada se analizó con procedimientos que dependieron de la calidad de los datos obtenidos. Con base en el análisis se programarán las labores de campo que sirvieron para complementar la información inicial.

Por parte del grupo de profesionales se hizo el reconocimiento general en campo de puntos específicos relacionados con cruces de corrientes, información que permitió al grupo de Hidrología, verificar las condiciones de los corredores en estudio. Esta inspección de campo permitió observar la condición de algunos aspectos morfológicos, patrón de drenaje y dinámica fluvial de las corrientes naturales transversales al área de intervención del proyecto.

2.3.1.5.3 Fase PosCampo

Análisis de la calidad de los datos hidroclimáticos

Una vez se cuente con la información hidroclimatológica solicitada, se realizarán los análisis de calidad de la información, detección de datos anómalos, homogeneidad y consistencia con pruebas estadísticas pertinentes, únicamente de ser necesario se debe hacer el llenado

de datos faltantes con la metodología adecuada de acuerdo con el tipo de variable, escala de temporal y longitud de los datos.

Localización de los sistemas lénticos, lóticos y cuencas hidrográficas

Se realizará mediante cuatro métodos, el primero consiste en definir la hidrografía con base en la cartografía base IGAC escala 1:25.000 o superior; el segundo método se fundamenta en el modelo de elevación digital – MED para el área de influencia del componente con una resolución de 12,5 x 12,5 m/pixel; el tercer método se basa en imágenes satelitales u ortofotos; el cuarto consiste en la actualización y ajustes de acuerdo con las observaciones realizadas durante la visita de campo del equipo técnico al área de influencia del proyecto. Finalmente, los cuatro métodos se fusionarán, en una sola red hidrográfica que será la carta de navegación para la descripción y análisis hidrológico del área de influencia.

Determinación de características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales)

Las características área, perímetro, densidad de drenaje, patrones de drenaje y pendiente serán definidas mediante software SIG; el índice de compacidad mediante el Coeficiente de Gravelius (Kc) y la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{P}{P_c} \quad \rightarrow \quad K_c = 0{,}2821 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P	Perímetro de la cuenca
Pc	Perímetro de un círculo
A	área de la cuenca

Las categorías para clasificar los índices de compacidad son las siguientes:

Tabla 2.7 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente compacidad

Valores de Kc	Forma
1,00 – 1,25	Compacta o redonda a oval redondeada
1,25 – 1,50	Oval redonda a oval oblonga
1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Arango, 2001)

El factor de forma será definido mediante el Factor de forma de Horton (Rf) mediante la siguiente ecuación:

$$R_f = \frac{A_c}{L^2}$$

Donde:

Ac: Área de la cuenca (km^2)

L: Longitud del cauce principal (km)

Las categorías para clasificar el factor de forma son las siguientes:

Tabla 2.8 Valores interpretativos del factor de forma

Valores aproximados	Forma de la cuenca
<0,22	Muy Alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,20	Muy ensanchada
>1,2	Rodeando el desagüe

Fuente: (Ochoa Rubio, 2011)

Los tiempos de concentración serán definidos mediante ocho métodos, cuyos resultados serán evaluados con el fin de omitir resultados por fuera de la línea tendencial, los métodos son los siguientes:

Tabla 2.9 Ecuaciones mediante las cuales se definió el tiempo de concentración de las cuencas

(1) Kirpich	**(2) Témez**	**(3) Jhonstone y Cross**
$T_c = 0{,}06628\left(\frac{L}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}77}$	$T_c = 0{,}30\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$	$T_c = 2{,}6\left(\frac{L}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}5}$
(4) Giandotti	**(5) SCS - Ranser**	**(6) Ventura - Heras**
$T_c = \frac{4A^{0{,}5} + 1{,}50L}{25{,}3(LS)^{0{,}5}}$	$T_c = 0{,}947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$	$T_c = 0{,}30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0{,}75}$
(7) V.T Chow	**(8) Cuerpo de ing. EEUU**	
$T_c = 0{,}273\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0{,}64}$	$T_c = 0{,}28\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$	

Donde:

L: Longitud de la corriente
S: Pendiente media de la corriente
A: Área de la cuenca
Ln: Factor de rugosidad adimensional
H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal

Régimen hidrológico

- **Precipitación**

Para el análisis de la precipitación se definió en primer lugar los polígonos de Thiessen con los cuales se determinó el área de influencia de las estaciones pluviométricas y/o pluviográficas y/o climatológicas con registros de precipitación. Posteriormente fue evaluada la homogeneidad de los registros de la estación ISER Pamplona mediante la distribución de Gumbel y Pearson tipo III, seguidamente se generaron con base en la precipitación máxima en 24 horas las curvas IDF.

- **Caudales máximos, medios y mínimos**

caudal máximo será determinado mediante dos modelos de lluvia – escorrentía, tal como lo son el método racional, el cual se adopta para áreas de drenaje máxima o igual a 2,5 km^2 (INVIAS, 2009) y el método SCS para abstracciones de la precipitación, el cual se fundamenta de definir la precipitación efectiva P_e en un área por metro cuadrado, posteriormente dicha precipitación efectiva es relacionada con el área total de la cuenca estudiada. El área de las cuencas transversales al AI de la UF1 es inferior a dicha extensión por lo tanto los caudales máximos serán definidos mediante dichos métodos. Sus ecuaciones son las siguientes:

- Método Racional

$$Q = 0{,}278CiA$$

Donde:

Q Caudal de diseño (m^3/s)
C Coeficiente de escorrentía
i Intensidad de precipitación, en (mm/h).
A Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en (Km^2)

La definición del coeficiente de escorrentía (C) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$C = [(P_d - P_o)(P_d + 23P_o)]/(P_d + 11P_o)^2$$

Donde:

P_o Parámetro que depende del uso y tipo de suelo, de la cobertura vegetal de la cuenca y de la humedad antecedente del suelo antes del aguacero de diseño, en milímetros (mm).

P_d Precipitación máxima puntual anual en 24 horas para un periodo de retorno específico, en milímetros (mm).

La variable P_o fue definida mediante la siguiente ecuación:

$$P_o = (5080 - 50{,}8\,CN)/CN$$

Donde:

CN Curva de escurrimiento del método del Soil Conservation Service - SCS

- Método SCS para abstracciones

$$P_e = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{P + 0{,}8S}$$

Donde:

P_e Precipitación efectiva (in)
P Precipitación Total (in)
S Retención potencial máxima (adimensional)

La retención potencial máxima a su vez se determina mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Por lo tanto, el primer paso fue definir el CN para cada una de las cuencas, el proceso tras su definición fue el siguiente:

a) Fueron categorizados las unidades de suelos que conforman las cuencas con base en la clasificación hidrológica de suelos del SCS (Nota: dicha caracterización no se basó en la clasificación de suelos de la línea base debido que el área de influencia no cubre toda la extensión de las cuencas, por lo tanto, el tipo de suelo fue determinado con base en el "Estudio General de Suelos Departamento Norte de Santander – IGAC", base también para línea base del área de influencia). Sin embargo, las unidades de suelos definidas fueron previamente avaladas por el profesional del componente edáfico.
b) Se determinaron los usos del suelo, codificaron y se les asignó el valor correspondiente de la curva de escurrimiento – CN de acuerdo a (INVIAS, 2009), (US Army Corps of Engineers, 2000) y (Mishra & P. Singh, 2003):
c) Finalmente se determinó el número de curva en el escenario promedio o (CN II o AMC II) conjugando la capa de unidades de suelos y usos del suelo, conformando un nuevo archivo vector denominado CN_poly. Paralelamente se conformó una tabla denominada NCLookUp donde se reclasifican los nombres para su respectivo reconocimiento por parte del HEC GeoHMS y su función CN Grid, procedimiento que asigna el CN a cada una de las coberturas. El resultado es un archivo raster con los respectivos números de curva (CN) para toda el área aferente, posteriormente son conjugados los resultados por cuenca.
d) Tras haber definido el CN para el escenario AMC II, se procede a identificar los números de curva (INVIAS, 2009) para las condiciones seca (AMC I) o con menor potencial de escorrentía, y húmeda (AMC III) con mayor potencial de escorrentía o para una hoya hidrográfica saturada de precipitaciones anteriores.
Las ecuaciones mediante las cuales fueron definidas las condiciones descritas son las siguientes:

Tabla 2.10 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III

CN (I)	CN (III)
$\frac{4{,}2CN(II)}{10-0{,}058CN(II)}$	$\frac{23CN(II)}{10+0{,}13CN(II)}$

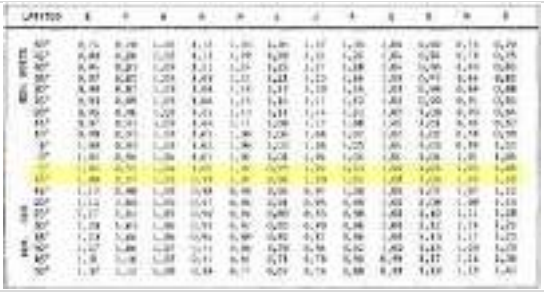
- Caudales medios

Los caudales medios en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación (el procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación media mensual multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN II o AMC II) y el balance hídrico según Thornthwaite.

La metodología de balance hídrico fue la siguiente:

Determinado según métodos de (UNESCO, 1982) e (IDEAM, 2006) para cada una de las cuencas. Para tal fin se definieron las variables del balance hídrico donde:

Tabla 2.11 Variables y ecuaciones para determinar el Balance hídrico

$\boldsymbol{P}$	Precipitación media (mm)	$\boldsymbol{T}$	Temperatura media (ºC)
I	Índice Térmico (ºC)	$I=\left(\frac{T}{5}\right)^{1{,}514}$	
a	coeficiente para determinar ETP'	$a=675\times10^{-9}I^3-771\times10^{-7}I^2+1{,}79\times10^{-2}I+0{,}492$	
c	coeficiente para determinar ETP'	$c=16\left(\frac{10}{I}\right)^a$	
$\boldsymbol{ETP'_m}$	Evapotranspiración potencial no corregida (mm)	$ETP'_m=cT^a$	
$\boldsymbol{K}$	Coeficiente de Corrección		
$\boldsymbol{ETP_m}$	Evapotranspiración potencial corregida (mm)	$ETP_m=KETP'_m$	
$\boldsymbol{VR}$	Variación de la reserva (mm)	$[ETP_i-P]*[R_{I-1}/(R_{max}+(ETP_i-P)/2)]$	
$\boldsymbol{R}$	Reserva o Almacenamiento	$R_{i-1}-VR_I\ o\ R_{i-1}+(P_i-ETP_i)$	
$\boldsymbol{ET}$	Evapotranspiración real	$P_i+VR_i\ cuando\ P_i<ETP_i$	
$\boldsymbol{D}$	Déficit	ETP_i-ET_i	

Ex	Exceso	$R_{i-1} + (P_i - ETP_i) - R_{max}$ cuando $P_i > ETP_i$ y $(R_{i-1} + P_i) > (ETP_i + R_{max})$
IDH	Índice de disponibilidad hídrica	$[(ET + (0{,}25 * E_X)/ETP)] * 100$
ReH	Rendimiento Hídrico (lt/s/km^2)	

Fuente: (UNESCO, 1982) e (IDEAM, 2006)

Posteriormente se calculó el promedio entre ambos métodos buscando un punto de equilibrio entre ambos métodos, puesto que abstracciones de precipitación las principales variables son el tipo y uso del suelo, mientras el balance hídrico de Thornthwaite en temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial y real.

- Caudales mínimos

Los caudales mínimos en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación mínima multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN I o AMC I.

- **Dinámica fluvial**

El análisis de dinámica fluvial se realizó con base en dos imágenes, la primera corresponde al año 1992 referenciada IGAC mediante el código C-2498-78, Ortofoto LIDAR Resolución 0.04m y se complementó con la imagen facilitada por Google del año 2018 (Imágenes ©2018 / Airbus, DigitalGloble). El objetivo del análisis multitemporal fue determinar si los cauces a intervenir por el proyecto durante el tiempo han sufrido cambios de su cauce, es decir, si este respecto al cauce actual ha tenido cambios de ubicación y/o en la sinuosidad de este.

2.3.1.6 Calidad del Agua

2.3.1.6.1 Fase de Precampo

- **Selección de Sitios de Monitoreo**

Según los cuerpos de agua identificados como susceptibles a intervención en el área de influencia del proyecto, se seleccionarán los sitios de monitoreo de calidad del agua, georreferenciándose a través de sistemas de información geográfica, y justificando su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal.

- **Definición del Laboratorio Acreditado**

Para el desarrollo de los muestreos de la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica, en los sitios de monitoreo previamente establecidos, se contrató el laboratorio Corporación Integral del medio Ambiente - CIMA acreditado por el IDEAM

mediante Resolución 2085 del 1 de octubre de 2015 con vigencia de tres (3) años, verificando que las metodologías de muestreo correspondan a las definidas en el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 22ª edición, 2012 y en el "U.S. EPA". Los parámetros a monitorear fueron los establecidos en la Resolución 751 del 2015 y la Resolución 631 del 2015. Los soportes de acreditación del laboratorio CIMA, pueden ser consultados en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

2.3.1.6.2 Fase de Campo

- **Verificación de Sitios de Monitoreo de Calidad del Agua**

Una vez en campo, se verificó que los puntos de monitoreo escogidos preliminarmente contaban con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad, con el fin de ajustar o no las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.

- **Toma de Muestras por parte del Laboratorio**

La caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas que serán interceptadas por el proyecto vial se realizó mediante una campaña de monitoreo de calidad del agua correspondiente.

En cada monitoreo, las muestran fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras. Las técnicas analíticas empleadas para determinar el valor de cada uno de los parámetros se presentan en el Capítulo 5 numeral 5.1.6 y de forma específica en los informes de laboratorio en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

En las actividades de campo se realizó la medición de aquellos parámetros que son desde el punto de vista de análisis, dependientes de las condiciones del entorno y modificables al momento de realizar la toma de una muestra. Estos parámetros son: Temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto.

Las muestras puntuales para el análisis de los demás parámetros fueron tomadas en envases sin ningún tipo de residuo y acondicionadas para la preservación de las muestras según los requerimientos de las técnicas analíticas implementadas para la detección y cuantificación de los agentes o compuestos en laboratorio (Tabla 2.12). Estas fueron selladas y posteriormente refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. Finalmente, el análisis de las muestras para cada uno de los parámetros se llevó a cabo por medio de procedimientos analíticos en laboratorio, teniendo como referencia los American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizadas por APHA & AWWA (2005) y técnicas adaptada de literatura.

Tabla 2.12 Metodología de análisis

Parámetro	Método
Físicos	
Conductividad	SM 2510 B
Temperatura Muestra	SM 2550 B
pH	SM 4500 O C
Químicos	
Acidez	SM 2310 B
Alcalinidad total	S.M 2320 B
Arsénico total	SM 3030K - EPA 200-8- ICM/MS
Bario total	SM 3030 E 3111 D
Cadmio total	SM 4040 E, 3111 B
Capacidad buffer	TITULOMETRICO
Cobre total	SM 303 E, 3111 B
Cobalto total	SM 3030 E, 3111 B
Color real	SM 2120 C
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B
DBO_5 (demanda bioquímica de oxigeno)	SM 5210 B, ASTM D-888-12 Método C
DQO (demanda química de oxígeno)	SM 5220 C
Dureza cálcica	SM 3500-Ca B
Dureza total	SM 2340 C
Fenoles totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D
Fósforo total	S.M 4500 - P B, E
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Númeral 4, Método C
Mercurio orgánico	SM 3112 B
Mercurio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno orgánico	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 B, C
Níquel total	SM 3030 E, 3111 B
Plata total	SM 3030 E. 3111 B
Plomo total	SM 3030 E, 3111 B
Selenio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos suspendidos inorgánicos	SM 2540 D
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Turbiedad	SM 2130 B
Zinc total	SM 3030 E, 3111 B
Sólidos disueltos aprox.	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	SM 2540 F
Oxígeno disuelto	SM 4500 C
Bacteriológicos	
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado
Coliformes totales	SM 9223 B

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

2.3.1.6.3 Fase de Poscampo

Los resultados obtenidos para calidad del agua, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos y mínimos permisibles por la normatividad ambiental vigente.

2.3.1.7 Usos del Agua

2.3.1.7.1 Fase de Precampo

Previo a la salida de campo, se elaboró mediante cartografía base, un diagnóstico ambiental preliminar en el cual se evidenciaron los puntos que debían ser visitados en campo para la identificación de los usos actuales sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce), lo cual a su vez permitió establecer el plan de trabajo en campo (tiempos y recursos).

La identificación de los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua que serán interceptados por el proyecto se efectuó mediante el análisis de la información registrada en el POMCA del río Pamplonita y los actos administrativos que establecen los objetivos de calidad y las metas de reducción de carga contaminante para cuerpos receptores en los municipios de Norte de Santander.

El primer documento de análisis agua corresponde a la Resolución 0097 de 10 de abril de 2007 en la cual se establecieron los Objetivos de Calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, la Resolución 0118 del 27 de abril de 2007 que corrigió el Artículo 1 de la Resolución 0097 del 10 de abril de 2007 y estableció los Objetivos de Calidad para cada uno de los cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011; así mismo se consideró el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de CORPONOR convenio 0036 de 2011.

2.3.1.7.2 Fase de Campo

Se realizó en campo un inventario de los usos y usuarios del agua actuales y potenciales existentes sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce). Para ello se utilizó un formato de campo con la información principal a recolectar, identificando aquellos puntos donde por presencia de viviendas o actividades productivas, se considere probable la utilización del recurso, y las áreas donde se identifique la presencia de acueductos veredales o municipales.

Así mismo, a partir de la aplicación de los formatos en consulta con la comunidad de las veredas en el área de influencia (Anexo_5.3.1_Ficha_veredal), se identificaron los conflictos actuales y/o potenciales que se presentaron en cuanto al uso y disponibilidad del recurso hídrico.

2.3.1.7.3 Fase de Poscampo

Una vez procesada la información obtenida en campo y consultada a CORPONOR, se realizó el respectivo análisis cuantitativo y cualitativo de los usos principales del agua, los tipos de tratamiento existentes, información de usuarios, y vertimientos asociados.

La determinación de los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, se realizó a partir del comportamiento hidrológico y de información obtenida de consultas directas a la comunidad y de la revisión de estudios regionales y demás información obtenida en CORPONOR, referente al Planes De Ordenamiento Y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita, definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones, entre otros.

2.3.1.8 Hidrogeología

2.3.1.8.1 Objetivos

- **Objetivo General**

  Realizar la caracterización del componente hidrogeológico de la unidad funcional 1 (UF1) de la vía Cúcuta-Pamplona.

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar información secundaria regional y local relacionada con el componente hidrogeológico (fuentes: SGC, IDEAM, IGAC, MINAMBIENTE, entre otros).
- Analizar la información existente hidrogeológica, hidrológica, geofísica, geoquímica y de caracterización de las aguas subterráneas sobre el área de estudio.
- Realizar inventario de puntos de agua consistente en pozos, aljibes, surgencias de flujos subsuperficiales (llamados también flujos hipodérmicos e interflujo), resurgencias (filtraciones difusas), afloramientos antrópicos y manantiales presentes en el área de estudio, determinando el nivel freático, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y números de usuarios.
- Identificar regionalmente las unidades hidrogeológicas captadas a partir de las unidades geológicas presentes e identificar los tipos de acuíferos.
- Estimar el flujo de agua subterránea, subsuperficial y posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales.
- Identificar las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
- Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación para proteger la calidad del mismo.
- Evaluar el riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas.

2.3.1.8.2 Alcance

El alcance del presente capítulo está enfocado en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona de influencia hidrogeológica de la

unidad funcional 1 (UF1), de manera que se pueda establecer una línea base que servirá de referencia para el posterior monitoreo de este recurso en términos de calidad y cantidad.

Como producto final de los diferentes análisis se entrega una valoración de los potenciales impactos que por la construcción de la vía a cielo abierto pudieran sufrir los puntos de agua identificados en el inventario. Esta valoración será hecha mediante un análisis de sensibilidad que toma en cuenta condiciones hidrogeológicas de los manantiales y los tipos de estructuras a construir.

De manera análoga, pero para el túnel Pamplona, se entrega un análisis en términos probabilísticos que valora el potencial impacto que la excavación del túnel pudiera tener sobre los puntos de agua identificados en su zona de influencia. Esto se hace aplicando el método DHI (Drowdawn Hazard Index).

2.3.1.8.3 Metodología

En los siguientes numerales se menciona el procedimiento seguido para obtener el resultado final, sin entrar en el detalle de la metodología técnica, la cual se trata de forma detallada en cada capítulo que trata dicho alcance.

- **Recopilación y análisis de información secundaria**

En la fase inicial se recopilará y analizara la información técnica secundaria existente, relacionada con aspectos geológicos, geotécnicos estructurales, geomorfológicos, hidrogeológicos y en general, toda la información suministrada por UVRP relacionada con estructuración y diseños de las obras de la UF1 incluyendo perforaciones, planos, entre otra información de importancia. Adicionalmente se obtiene información de fuentes oficiales como planchas geológicas y memorias explicativas del Servicio Geológico Colombiano (en adelante SGC) (Plancha 110 escala 1:100.000); del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (en adelante IDEAM, con los datos de estaciones en el área de estudio, Estudio Nacional del Agua 2014); del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Metodologías, Resoluciones, etc.) entre otras entidades ambientales para el interés del presente estudio. También se utilizaron: Cobertura Vegetal Corine Land Cover (imagen rapieye año 2017), Modelo de Elevación Digital del Terreno (imagen Alos-palsar del 2011) y ortofotos del proyecto (año 2018).

- **Marco conceptual**

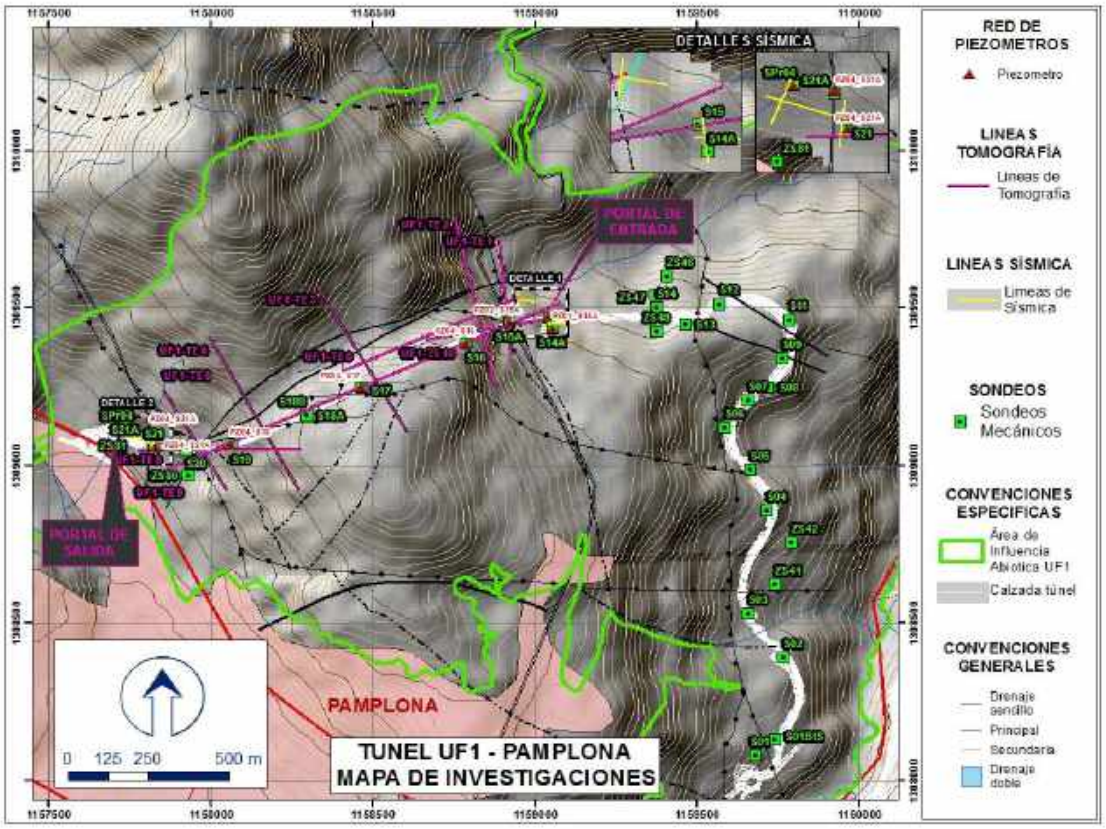
Corresponde al marco que rige en gran parte el presente estudio. Se toma en cuenta el estado del arte para cada temática desarrollada. En particular, para la clasificación de los puntos de agua se ha tomado como referencia el desarrollo conceptual entregado por la UVRP e Hidrogeocol y presentado a la ANLA en el marco del estudio del EIA de la Unidad Funcional 2 (UF2). Por lo que en el presente estudio se reproducen y aplican estos conceptos.

- **Recopilación y análisis de información primaria**

Dentro de la información primaria recopilada durante las diferentes campañas de investigación realizadas por Sacyr construcción para el túnel y vía a cielo abierto se obtuvo y analizó la siguiente información:

- 13 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la traza del túnel Pamplona, con alcance hasta la cota del túnel.
- 21 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la vía a cielo abierto.
- 9 piezómetros instalados en correspondencia con el eje del túnel Pamplona
- 9 líneas de prospección geoeléctrica con alcance hasta la cota del túnel Pamplona. Se ejecutaron secciones a lo largo de la traza del túnel y secciones paralelas al eje.
- 7 líneas de prospección sísmica de refracción,
- Datos geomecánicos obtenidos de los núcleos de las perforaciones (RQD, Co, modulo, entre otros).
- 12 ensayos de permeabilidad tipo slug ejecutados en perforaciones mecánicas,
- 2 pruebas de bombeo
- 20 ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y 9 tipo Lefranc ejecutados en las perforaciones mecánicas.

Figura 2.4 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1



Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Toma de información de campo**

Se realizaron varias campañas de reconocimiento de puntos de agua, la primera realizada el mes de noviembre de 2017, la segunda el mes de Abril de 2018 y la tercera en los meses de mayo y junio del 2018.

Esta fase del estudio se dividió en dos comisiones de campo integradas por profesionales y personal capacitado con el fin de recolectar información de carácter hidrogeológico representada especialmente en el inventario de puntos de agua que incluyó la medición del nivel del agua subterránea en los piezómetros.

La actividad de inventario de puntos de agua se realizó siguiendo el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS), elaborado por el IDEAM, SGC y MINAMBIENTE.

- **Procesamiento de la información**

En oficina, se procesó la información recolectada y levantada, con el fin de que cada dato pudiese ser usado en la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual, análisis de la afectación potencial de las obras y la definición del área de influencia hidrogeológica.

- **Análisis de la Hidrogeoquímica del Agua**

Este análisis se basa en resultados de muestreo fisicoquímicos de puntos de agua y está encaminado a comprender los procesos de flujo del agua desde que se infiltra en el subsuelo hasta que se descarga nuevamente a superficie. Durante el tránsito del agua en las unidades hidrogeológicas sus características pueden cambiar por la disolución de iones, razón por la cual se analiza su concentración.

- **Elaboración del Modelo Hidrogeológico Conceptual**

El modelo conceptual busca abstraer de la realidad los aspectos más importantes y representativos desde el punto de vista hidrogeológico, para plasmarlos en una base más sencilla manejable tanto a nivel hidrogeológico como a nivel computacional, buscando siempre representar el medio hidrogeológico de forma fiel a la realidad.

Con base en la información de carácter primario y secundario disponible sobre el área de estudio, la recopilada durante las investigaciones hidrogeológicas de campo (inventario de puntos de agua) y aquella de tipo hidroquímica se elabora un Modelo Hidrogeológico Conceptual del área de estudio, identificando la relación existente entre las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas, los tipos de drenaje dominantes, las principales zonas de carga y descarga, así como la dirección preferencial de flujo subterráneo.

- **Elaboración del Modelo numérico del flujo subterráneo**

De manera similar a lo que sucede con el modelo hidrogeológico conceptual, el cual se toma como referencia; el modelo numérico debe entenderse como un acercamiento a la realidad que trata de simular de la mejor manera posible y con base en la información a disposición, el comportamiento de los flujos subterráneo teniendo en cuenta la construcción del túnel Pamplona.

Para el caso específico del túnel Pamplona las simulaciones numéricas realizadas se han ejecutado involucrando los puntos de agua en superficie.

Para la elaboración del modelo numérico se utilizó el método de elementos finitos, código Feflow 7.0 (Wasy AG, Berlin) que aplica la ley de Darcy en todas sus partes. La cual es actualmente una de las herramientas de cálculo más utilizadas y reconocidas por la comunidad científica internacional en estudios hidrogeológicos realizados en contextos geológicos y estructurales complejos como aquel donde se construirá el túnel Pamplona.

No obstante, dada la complejidad geológica, estructural y por lo tanto de distribución de flujos en el contexto geológico presente en la zona de estudio, el modelo numérico realizado

se cruza con otras metodologías en el tema específico de valoración de potenciales afectaciones a los puntos de agua por la presencia del túnel Pamplona, como por ejemplo el método DHI (Drowdawn Hazard Index), de esta manera no se confía este importante resultado a una sola herramienta de cálculo.

- **Definición del Área Influencia y Análisis de la Afectación Potencial y Medidas**

Todas las actividades y análisis realizados mediante la anterior metodología están enfocados a definir un área de influencia hidrogeológica. De forma posterior a la definición de esta área, se realiza también un análisis con el objeto de identificar la potencial afectación del recurso hídrico subterráneo (incluyendo puntos de agua) por las obras que integran el nuevo corredor vial.

Finalmente, de evidenciarse alguna afectación en cantidad o calidad del agua subsuperficial y subterránea, se plantean medidas de manejo sobre los cuerpos impactados.

- **Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos**

Para el análisis de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos se utilizó el método G.O.D. (Foster et al., 2002; Foster, 1987), muy eficaz en contextos análogos al objeto en estudio, que toma en cuenta tres datos fundamentales: a) el tipo de confinamiento del agua subterránea o tipo de acuífero (G), b) características litológicas de la zona no saturada (O) y c) la profundidad del agua subterránea (D). Se eligió este método frente a otros existentes, por ejemplo, DRASTIC, SINTACS, COP o EPIK, especialmente por la confiabilidad de los datos a disposición tomando en cuenta la extensión del área de estudio.

- **Valoración del riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteada**

Este análisis específico toma en consideración las principales obras que conforman el proyecto y valora la posibilidad de que ocurra algún daño causado por la presencia de condiciones peligrosas en alguna parte de este. El riesgo representa la probabilidad e importancia de que un posible peligro se haga realidad en términos de contaminación.

El objetivo del proceso para identificar y evaluar riesgos es obtener un mayor conocimiento acerca de los tipos de sustancias y productos transportados, así como de las principales fuentes de potencial contaminación. El requisito principal de una identificación y evaluación de riesgos es adquirir un entendimiento del modelo físico del sitio, la vulnerabilidad de los acuíferos, la localización de las aguas subterráneas amenazadas para la contaminación y los tiempos de exposición a una contaminación. Estos factores son tenidos en cuenta en la valoración de riesgo realizada.

- **Elaboración de la Red Monitoreo**

En términos generales, son objetivos de una Red de Monitoreo para aguas subterráneas identificar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua, su estado y

variación estacional en cantidad y calidad, los efectos de los procesos naturales y los impactos antrópicos y la estimación de tendencias en cantidad y calidad.

Con base en lo anterior, para concluir y realizar seguimiento del análisis realizado, se elabora una red de monitoreo, especificando los puntos para el monitoreo, incluyendo periodicidad y parámetros a medir a lo largo de la construcción y operación del proyecto vial.

2.3.1.9 Geotecnia

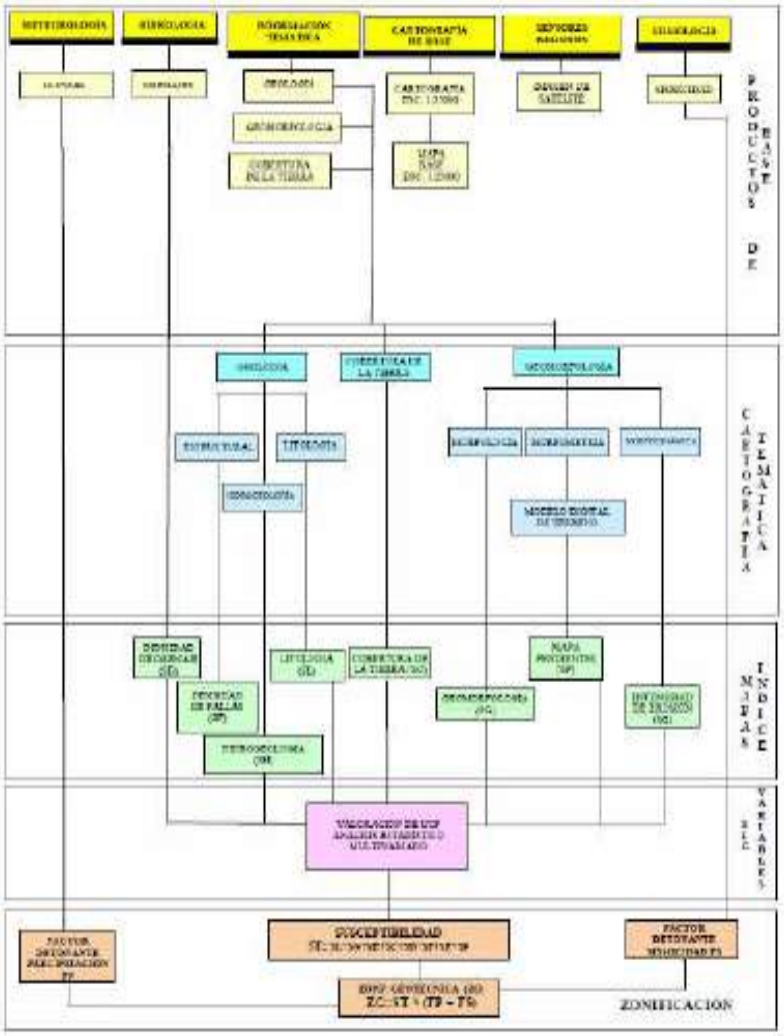
Para la UF1 la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción de la vía, para lo cual, en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes, precipitación y amenaza sísmica, y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999). Ver Figura 2.5.

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).
- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluye curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.
- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
- Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
- Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semi cuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.
- Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

Figura 2.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semi cuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables
Categoría de susceptibilidad Peso

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad. La zonificación geotécnica se presenta en mapas a escala 1:25000.

2.3.1.10 Atmosfera

2.3.1.10.1 Meteorología

Para la caracterización climatológica del área de estudio se utilizó la información disponible de las estaciones del IDEAM, que contaban con registros históricos amplios y se encuentran distribuidas espacialmente cerca o al interior del área de influencia del proyecto, información que se encuentra en el Anexo 5.1.5 Atmosférico. Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaron estas estaciones, y la información de los parámetros de acuerdo con lo requerido en la Resolución 751 del 2015.

- Temperatura superficial, promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb).
- Precipitación: media diaria, mensual y anual; y su distribución en el espacio.
- Humedad relativa: media, máximas y mínima mensual.
- Viento: Dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.
- Radiación solar
- Nubosidad
- Evaporación

A partir de esta información, en el Capítulo 5 numeral 5.1.9 se analizaron para cada una de las estaciones los datos registrados para cada uno de los parámetros requeridos en la Resolución 751 del 2015 y, se determinó el comportamiento general para el área de influencia del proyecto. En cuanto a los parámetros de temperatura y precipitación, no solo se determinó su distribución temporal, sino también su distribución espacial mediante la generación del mapa de isoyetas e isotermas.

Para determinar los parámetros que no se encontraban registrados en la información climatológica, como la presión atmosférica se aplicó la ecuación recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2016).

$$P=101,3((293-0,0065z)/293)^{5,26}$$

Donde,

P= Presión atmosférica (kPa)
Z=Elevación sobre el nivel del mar (m)

- **Zonificación Climática**

En cuanto a la zonificación climatológica, cuya base es la correlación existente entre los gradientes de temperatura y altitud topográfica, se realizó con base en la información de los valores medios multianuales de los parámetros precipitación y temperatura de las diferentes estaciones. En el Anexo 5.1.5 Atmosférico se presenta la información insumo para la generación de los mapas de isotermas e isoyetas, los cuales al cruzarse, a través de herramientas de ARCGIS, dieron como resultado unidades espaciales cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal, y que pueden clasificarse de acuerdo a las categorías que se presentan en la Tabla 2.14, dichas categorías corresponden a las propuestas por el IDEAM et al., (2007) en el documento "Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia".

Tabla 2.14 Rangos de Zonificación Climática

Denominación Termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura media anual	Rangos de precipitación anual mm/año
Cálido	0 – 800	T> 24ºC	0 – 500
Templado	801 – 1.800	18 – 24ºC	501 – 1.000
Frío	1.801 – 2.800	12 – 18ºC	1.001 – 2.000
Muy frío	2.801 – 3.700	6 – 12ºC	2.001 – 3.000
Extremadamente frío y/o nival	3.701 – 4.500 y > 4500	1,5 – 6ºC y < 1,5ºC para nival	3.001 – 7.000
			> 7000

Fuente: IDEAM et al., (2007).

Cabe resaltar que para la generación de las isotermas se utilizó la relación existente entre la altura topográfica y el gradiente vertical de temperatura, que permitió realizar un análisis estadístico de regresión para expresar los valores de temperatura, en función de la altura sobre el nivel del mar, usando un modelo digital de elevación de mediana resolución. En cuanto a las isoyetas, se realizó mediante el software ArcGIS, seleccionando Kriging como método de interpolación.

Finalmente, para el desarrollo del balance hídrico, se utilizaron los registros de precipitación y temperatura de las estaciones seleccionadas para aplicar la metodología de Thornthwaite (2005) para el cálculo de la evapotranspiración potencial y su posterior uso en la determinación del déficit y los excesos hídricos.

2.3.1.10.2 Identificación de Fuentes de Emisión

- **Fase Precampo**

Se realizó una identificación preliminar de fuentes de emisión existentes en el área de estudio, asentamientos poblacionales, y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo.

- **Fase de Campo**

Se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos que fueron definidas a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes.

2.3.1.10.3 Calidad del Aire

- **Fase Precampo**

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria concerniente a estudios realizados sobre la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, en donde se requieren permisos de emisiones atmosféricas (instalaciones de trituración, planta de asfalto, frentes de explotación minera, entre otros).

Se contempló la realización de monitoreos de la calidad del aire en zonas aledañas al proyecto identificadas como las más sensibles (asentamientos poblacionales principalmente) y/o zonas críticas de contaminación. Para el desarrollo de los muestreos de la calidad del aire, se contrató al laboratorio CIMA acreditado por el IDEAM, tanto para toma de muestras como para análisis, los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.5 Atmosférico.

- **Fase de Campo**

Los contaminantes que se midieron fueron: partículas suspendidas totales (PST), material particulado (PM10), dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), teniendo en cuenta lo establecido en el Protocolo de monitoreo y seguimiento de calidad del aire del IDEAM, y Resolución 601 de 2006.

- **Fase Poscampo**

Los resultados obtenidos para calidad del aire, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos por la normatividad ambiental vigente.

2.3.1.10.4 Ruido

- **Fase Precampo**

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria que relacionaran los niveles de ruido ambiental existentes en el municipio de Pamplona, en el departamento de Norte de Santander, tales como los planes de ordenamiento y desarrollo municipales, planes de gestión ambiental regional, y planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas, entre otros, depurando y analizando aquella información útil para el proyecto.

De igual forma, se identificaron asentamientos poblacionales, viviendas e infraestructura socioeconómica, que se consideró potencial fuente generadora de ruido o puntos susceptibles a presentar impactos por alteración en los niveles de presión sonora, para ser visitados en campo y como puntos preliminares de monitoreo de ruido.

- **Fase de Campo**

Se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes generadoras de ruido y puntos susceptibles a presentar impactos por generación de ruido que fueron definidos a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes de contaminación.

- **Fase de Poscampo**

Se generó el documento relacionado con el ruido ambiental, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Resolución 751 del 2015, integrando para ello la información primaria recolectada y la información secundaria consultada para las fuentes generadoras de ruido presentes en la zona, anexando los respectivos formatos de campo diligenciados.

En el caso de los monitoreos de ruido, se realizó el informe de análisis de resultados integrándolo al documento de caracterización ambiental, y presentando los mapas de isófonas. Los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.5. Atmosférico, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

2.3.2 Medio Biótico

La metodología para cualificar, cuantificar e integrar los componentes relacionados con el medio biótico en el área de influencia de la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se efectúa teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el MAVDT, en la metodología general para la presentación de estudios Ambientales y en los Términos de referencia para la elaboración del EIA en Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015. Así mismo la metodología se enmarca en los lineamientos metodológicos del Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios ambientales, otorgado a ConCol Consultores S.A.S. mediante la Resolución 00168 del 13 de febrero de 2017 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

2.3.2.1 Zonas de Vida

La caracterización ecológica del área de estudio del proyecto se efectuó mediante el Sistema de Clasificación de las Formaciones Vegetales o Zonas de Vida Naturales del Mundo, el cual fue elaborado por el Dr. Leslie Holdridge y se fundamenta en la relación que existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud. Este Sistema se basa en un modelo matemático, expresado en una configuración tridimensional, denominada Diagrama Bioclimático. Dado lo anterior, para

obtener la información de las zonas de vida para el área de estudio se utilizará como referencia el mapa de Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia de Espinal, publicado por el IGAC, 1977.

Para determinar las zonas de vida del área de estudio, inicialmente se estableció la temperatura media y la precipitación total anual, con la información de las estaciones climáticas más cercanas, con esto se fijó la biotemperatura promedio anual. Después, se identificó el punto donde se interceptaron las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el cual se encontraron los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado. Posteriormente se observó el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, finalmente, se interpolaron estos datos para toda el área y se representaron las zonas de vida se señalaron mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guion: el primer grupo, en minúsculas, correspondieron a las iniciales del nombre dado a la humedad, el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura.

2.3.2.2 Ecosistemas Terrestres

Teniendo en cuenta la Resolución 0256 de 2018, por el cual se adopta la actualización del manual de compensaciones ambientales del medio biótico, y bajo los lineamientos establecidos en el Manual de compensaciones del medio biótico, en donde se requiere actualización de los factores de compensación teniendo en cuenta los ajustes cartográficos del mapa de ecosistemas de Colombia en escala 1: 100.000. (Ideam, 2017), la construcción del mapa de ecosistemas para el presente estudio, se llevó cabo teniendo como base el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), publicado por el IDEAM.

Sin embargo, este mapa no cuenta con la memoria técnica de elaboración oficial, razón por la que fue necesario realizar la solicitud al IDEAM, de los lineamientos técnicos y criterios determinantes para la construcción del mapa a escala 25.000. Es así como, a través de comunicación electrónica, el IDEAM, remitió el APARTE DE DOCUMENTO MEMORIA TÉCNICA DEL MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES, MARINOS Y COSTEROS DE COLOMBIA (MEC), ESCALA 1:100.000. (Ver Anexo 5.2.1 F- Comunicaciones).

Con base en lo anterior, se realizó la identificación de Ecosistemas a escala 1:25.000 para el área de estudio, siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el borrador de la Memoria técnica suministrada por el IDEAM.

En dicha metodología, se relacionan elementos básicos para la representación cartográfica de los ecosistemas como son: Clima, Geomorfopedología y Cobertura de la Tierra, y están enmarcados en grandes unidades caracterizadas por el tipo de plantas y animales que alberga, como son los Biomas.

La concepción de los biomas utilizada en la versión 2017 del MEC es tomada del Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad (1997) elaborado por el I. Humboldt y corresponde a una adaptación del Sistema Walter (1980), el cual define el bioma como un

ambiente grande y uniforme de geo-biósfera, el cual corresponde a un área homogénea en términos biofísicos, la cual abarca un conjunto de ecosistemas más específicos. (IDEAM, 2017).

Adicionalmente el MEC, incorpora el análisis por regiones biogeográficas, determinadas por el Instituto Alexander Von Humboldt, como Unidad Biótica, con el propósito de incluir el componente biótico al análisis de ecosistemas, con el fin de aportar a las decisiones de uso y conservación, pues identifica características de su biodiversidad tales como endemismos, rareza, riqueza y fenómenos evolutivos o ecológicos que nos dan herramientas para comprender la funcionalidad e importancia de un ecosistema dentro de un territorio en particular. La utilidad de un mapa de ecosistemas para la gestión y monitoreo de la biodiversidad va a depender de la capacidad de este para reflejar las diferencias en el componente biótico identificando variación en el patrón geográfico de su distribución. (IavH, 2017)

2.3.2.2.1 Determinación de biomas

Para el presente estudio se identificaron tres Grandes Biomas, el Orobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical y Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical.

En primer lugar, el Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical, se encuentra relacionado al Hidrobioma del Rio Pamplonita.

El Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se encuentran definido por ambientes montañosos del país que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m y que no presentan déficit hídrico que afecte la vegetación. Para su identificación se asumieron los pisos climáticos templado, frio, muy frio, extremadamente frio y nival para las provincias de humedad húmedo, semihúmedo y superhúmedo de la clasificación climática de Caldas Lang. En la
Tabla 2.15, se muestra la clasificación de biomas dentro de este Gran Bioma.

Tabla 2.15 Clasificación del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical

Tipo de Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Franja altitudinal de ubicación (m s.n.m.)	Piso climático de Caldas	Provincia de humedad de Lang
Orobioma subandino	800 - 1.800	Templado	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo
Orobioma andino	1.800 – 2.800	Frío	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo
Orobioma de páramo	Por encima de 2.800	Muy frío	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo

Fuente: (IDEAM, 2017)

Por otro lado, el Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical, se encuentra definido por ambientes montañosos que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m., se ubican principalmente en cañones y presentan largos periodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, que es recuperado en los meses lluviosos. Para la identificación de estos Orobiomas se consideró los pisos climáticos Templado, Frío y Muy frío junto con las provincias de humedad Árido y Semiárido.

Tabla 2.16 Claificación del Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical

Tipo de Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical	Franja altitudinal de ubicación (m s.n.m.)	Piso climático de Caldas	Provincia de humedad de Lang
Orobioma azonal subandino	800 a los 1.800	Templado	Árido y Semiárido
Orobioma azonal Andino	1.800 a los 2.800	Frío	Árido y Semiárido
Orobioma azonal de páramo	Por encima de 2.800	Muy frio y Extremadamente frio	Árido y Semiárido

Fuente: (IDEAM, 2017)

La clasificación climática fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018) y la clasificación de Lang (1915). Los insumos para la clasificación son la elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (ºC).

- Rangos de clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM son los siguientes:

Tabla 2.17 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM

Determinación termal	Rangos altitudinales (m.s.n.m)	Rangos de temperatura
Cálido	0 – 800	>24ºC
Templado	800 – 1.800	24 ºC - 18 ºC
Frío	1.800 – 2.800	18 ºC - 12 ºC
Muy frío	2.800 – 3.700	12 ºC - 6 ºC
Extremadamente	3.700 – 4.500	6 ºC – 1,5 ºC
Nival	>4.500	<1,5 ºC

Fuente: IDEAM, 2014

- Rangos de clasificación climática de Lang, cuyo producto son seis (6) provincias de humedad son los siguientes:

Tabla 2.18 Clasificación climática de Lang

Factor Lang (P/T)	Provincia de humedad	Símbolo
0-20	Desértico	D

20,1-40	Àrido	A
40,1-60	Semiárido	Sa
60,1-100	Semihúmedo	Sh
100,1-160	Húmedo	H
>160	Superhúmedo	SH

Fuente: IDEAM, 2014

2.3.2.2.2 Determinación de Unidades Bióticas

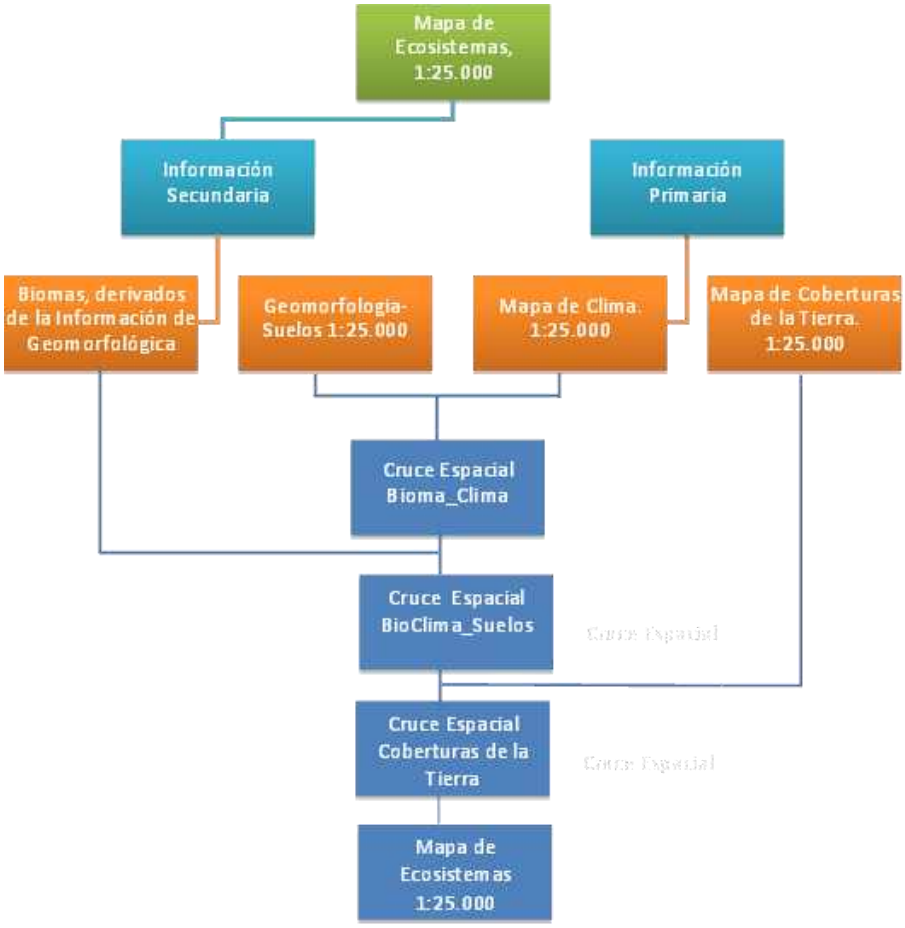
Para la determinación de las Unidades Bióticas, se adoptó la regionalización del MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES, MARINOS Y COSTEROS DE COLOMBIA (MEC), ESCALA 1:100.000, ya que esta clasificación se realiza a partir de la modelación de la diversidad Beta de las especies. Es así como para el área de estudio se presentan las unidades bióticas Altoandino Cordillera Oriental y Catatumbo.

2.3.2.2.3 Determinación de ecosistemas

El marco conceptual del mapa de Ecosistemas de Colombia es jerárquico y de integración interdisciplinar, en donde se involucran elementos bióticos y abióticos en el marco de una caracterización nacional. Para la caracterización regional a escala 1:25.000 del presente estudio, se siguieron los lineamientos jerárquicos, interdisciplinarios, integrando información concordante a la escala de trabajo 1:25.000 de Geoformas, Suelos, Biomas, clima y Cobertura de la Tierra.

El mapa de ecosistemas tiene como propósito plasmar la síntesis de las relaciones ecológicas más significativas que tienen lugar en un determinado espacio geográfico. La leyenda del mapa constituye una síntesis de los diferentes tipos de ecosistemas y facilita la comprensión de los procesos genéticos responsables de la estructura biofísica y funcionamiento de los ecosistemas a escala 1:25.000. En la Figura 2.6, se presenta el Diagrama metodológico para la realización del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000, en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

Figura 2.6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.2.3 Cobertura de la Tierra

Mediante la interpretación de un mosaico de imágenes Rapideye de 2016 Multiespectral de 5 bandas, de resolución espacial 5m y con el apoyo de la ortofotografía Lidar de resolución espacial 0,04m, se elaboró el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000. Teniendo en cuenta que la imagen Lidar presenta una mayor resolución los polígonos dentro de esta imagen fueron delimitados con base en esta imagen.

En el mapa de cobertura de la tierra se presenta de manera integral y sintética la información referente a las unidades de cobertura de la tierra conforme a la metodología Corine Land Cover para Colombia CLCC y la leyenda estructurada a escala 1:25.000. Incluyendo las modificaciones realizadas a la leyenda por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3, 4, 5 y 6, con la finalidad de construir un mapa temático a escala 1:25.000, acorde a las

necesidades del proyecto. La metodología para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra se adelantó mediante la ejecución de las siguientes fases:

2.3.2.3.1 Fase Precampo

La metodología para el mapeo de coberturas de la tierra tiene su base en la interpretación visual de imágenes de satélite con la ayuda de ordenador (PIAO- Photo Interpretation Assisté par Ordinateur), teniendo como base los elementos pictórico-morfológicos de las imágenes digitales de sensores remotos. Es importante precisar que la metodología no incluye procesamiento digital de imágenes asociado a clasificaciones supervisadas y no supervisadas.

Para la digitalización de la interpretación visual se utilizó el software ArcGIS en su módulo ArcMap, el cual facilita en su módulo Editor, realizar edición a la capa de coberturas. La definición de las unidades de cobertura y uso del suelo se realizó tomando como guía la metodología CLCC a escala 1:100.000 (IDEAM, Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, 2010).

El marco metodológico de CLCC establece la organización de los datos en una estructura de geodatabase la cual permite tener un control en la disposición y almacenamiento de los datos y facilita la realización de los controles de calidad temático, topológico y semántico del archivo digital.

Las características de las imágenes con cubrimiento en el área de estudio utilizadas en la interpretación se presentan en la Tabla 2.19, se empleó un área mínima cartografiable de 1,56 ha (considerando la escala 1:25.000 semidetallada) siguiendo los lineamientos establecidos por el IGAC para la determinación del tamaño mínimo de la Unidad Cartográfica en un mapa de cualquier escala. (Melo Wilches, 2005). Sin embargo, en algunos sectores se interpretaron unidades con un mayor detalle dados los requerimientos del proyecto.

Tabla 2.19 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra

No.	Imagen/ Sensor	Cubrimiento	Año	Resolución Espacial
1	Ortofotomosaico Lidar	Municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios	2016	0,04 m
2	Rapideye	Área de intervención en los Municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios	2016	5 m

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

2.3.2.3.2 Fase Campo

Previamente durante el proceso de interpretación de las coberturas, se identificaron las áreas con mayores dificultades en la determinación que no pudieron ser resueltas con

ayuda de información secundaria como drenajes, curvas de nivel, entre otros recursos, o aquellas que por experiencia de control de calidad requerían ser verificadas, conformándose un conjunto de áreas para verificación de campo. El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de estas unidades de cobertura que presentan mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requieren realizar un control temático.

El trabajo de campo presentó tres etapas: la preparación del trabajo de campo, la verificación en campo de la información interpretada y la realización de las correcciones encontradas como resultado de las comprobaciones respectivas.

Para la toma de puntos de control se empleó el mapa digital previamente elaborado en la fase precampo, incorporando observaciones específicas, toma de puntos de control mediante GPS y registro fotográfico de cada punto con la ayuda de aplicaciones cartográficas. (PDA).

2.3.2.3.3 Fase Poscampo

Con base en el mapa de coberturas de la tierra preliminar (fase de precampo) y los puntos de control registrados en campo, se llevó a cabo la actualización cartográfica, de esta manera se modificaron polígonos y se rectificó la definición de las unidades de cobertura. Luego de la actualización se verificaron y consolidaron las bases de datos, se realizó el proceso de validación de topología y consistencia lógica, se calcularon áreas y se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra final, de acuerdo a la metodología CLCC 2010 adaptada para Colombia y a las especificaciones cartográficas dadas por la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

La determinación del uso actual del suelo se desarrolla dentro del numeral 5.1.4 Suelos y uso de la tierra.

2.3.2.4 Flora

El propósito de este ítem es la caracterización florística y estructural de la flora terrestre para los ecosistemas inventariados, del AI de la UF 1, partiendo de la descripción de las coberturas de la tierra a escala 1:25.000; además de hacer el establecimiento de parcelas temporales de muestreo, las cuales son una representación estadística en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema; identificando la presencia de especies en veda, endémicas, amenazadas, con valor científico y cultural.

Además, se realizaron los cálculos de volumen de aprovechamiento forestal, presente para cada una de las coberturas vegetales de cada ecosistema; mediante el muestreo estadístico.

2.3.2.4.1 Caracterización Florística y Estructural

Para la caracterización de la vegetación se realizó la cuantificación de la diversidad florística y análisis estructural a partir del desarrollo de tres etapas: Una inicial, donde con base en

cartografía e información existente de la zona se establecieron posibles puntos de muestreo y se concretaron detalles previos al trabajo de campo; la segunda, donde se definieron los puntos de muestreo, el establecimiento de parcelas y la toma de datos; y una última etapa relacionada con el procesamiento y análisis de la información.

En este sentido, el objetivo de este proceso metodológico es recopilar la información básica sobre los métodos de muestreo y análisis utilizado en estudios de coberturas vegetales, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y legales establecidos actualmente por parte de las entidades ambientales. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la caracterización de la vegetación de los ecosistemas naturales identificados en el área de estudio a escala 1:25.000.

2.3.2.4.2 Fase de Precampo o Alistamiento

El objetivo de la revisión de la información secundaria existente para el AI de la UF 1 se enfoca en obtener un diagnóstico del componente flora del área de influencia, en donde se revisaron documentos y publicaciones científicas, trabajos de diferente índole realizados en la región por entidades de orden nacional, departamental y municipal: Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Y Esquema De Ordenamiento Territorial (EOT), cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, imágenes satelitales, documentación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Instituciones Nacionales y demás documentos.

De igual manera esta fase consistió en la planificación del inventario forestal e implicó las siguientes actividades:

a. Gestión formato de inicio de actividades de recolección con fines de estudios ambientales, presentado al MADS.
b. Revisión de cartografía base en relación con centros poblados, vías de acceso, cuerpos de agua, permisos de acceso y áreas de orden público.
c. Verificación de la versión actualizada del área de intervención.
d. Elaboración del listado de especies potenciales en veda, endémicas, vulnerables o en riesgo.
e. Ubicación de los sitios de muestreo conforme a la metodología.
f. Programación de actividades de campo.
g. Determinación del diseño de muestreo a utilizar

- **Diseño de muestreo**

  - Tipo de muestreo para caracterización de las unidades florísticas

El tipo de muestreo correspondió a un muestreo estratificado sistemático, en el cual la estratificación corresponde a los ecosistemas naturales identificados en el área de influencia. (Bosque ripario del Orobioma medio de los Andes, arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes, Bosque ripario del Orobioma bajo de los Andes, Bosque

fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes y arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes.

- Forma de las unidades de muestreo

La unidad de muestreo tradicional usada en los inventarios forestales de caracterización, es la parcela y su utilización origina una distribución aproximada de la variabilidad de la población, teniendo en cuenta el criterio de área, ya que las coberturas inventariables siempre se dividen en pequeñas áreas que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre la población estudiada.

- Coberturas boscosas

Las parcelas o unidades de muestreo temporales establecidas se realizaron de forma rectangular (100 m x10 m), por ser las más prácticas en el campo y empleadas en inventarios forestales en bosques naturales bajo condiciones tropicales y a su vez garantizan el menor efecto de borde, implementándose los planteamientos metodológicos de (Rangel & Velázquez, 1997) y (Villarreal H. et al, 2004), los cuales se basan en la propuesta de (Gentry, 1982). En la Tabla 2.20 se describen las unidades de muestreo para la vegetación terrestre. Ver Tabla 2.20.

Tabla 2.20 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF1

Vegetación Terrestre	Estados Sucesionales	Unidad de Muestreo
Bosques	Fustales	Se estableció un área de muestreo de 1.000 m^2(0,1 ha), en parcelas de 100 m x 10 m, se realizaron las parcelas necesarias para cumplir con una representatividad estadística en función del área, con una probabilidad del 95% y un error de muestreo % no mayor al 15%.
	Latizal	Se estableció un área de muestreo en parcelas de 5 m x 5 m (0,025 m^2)
	Brinzal y renuevo	Se estableció un área total de muestreo en parcelas de 2m x 2m (0,004 m^2)

Fuente: Resolución 0168 02/17 ANLA a Consultoría Colombiana S.A.

- Categorías de crecimiento de regeneración natural

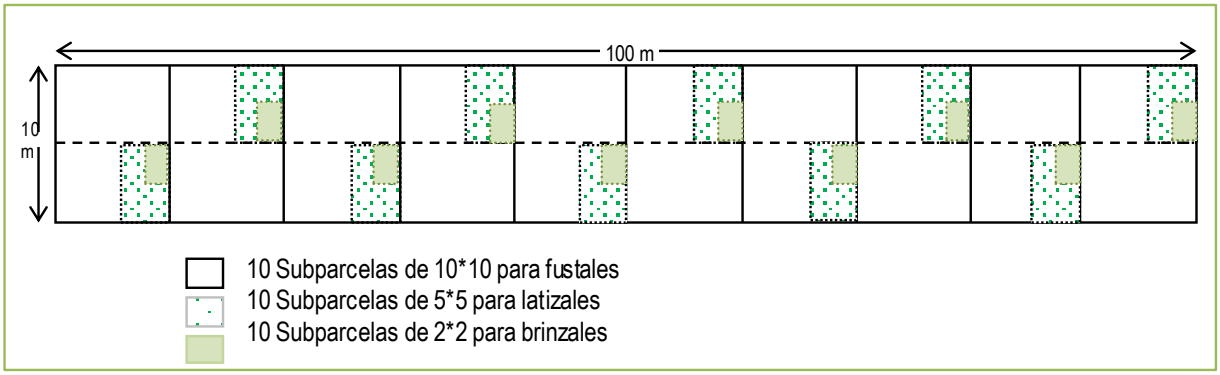
Para el análisis y levantamiento de la información concerniente a regeneración natural se utilizaron las categorías de crecimiento establecidas en la Tabla 2.21.

Tabla 2.21 Categorías de la regeneración natural

Categoría de tamaño		Altura	DAP
Renuevo o plántula	CT1	0 - 0,30m	No aplica
Brinzal	CT2	0,30 - 1,5m	No aplica
Latizal	CT3	> 1,50 m	< 10 cm

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)

Figura 2.7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas



Fuente: Modificado de (Vallejo et. al , 2005)

- Coberturas arbustivas

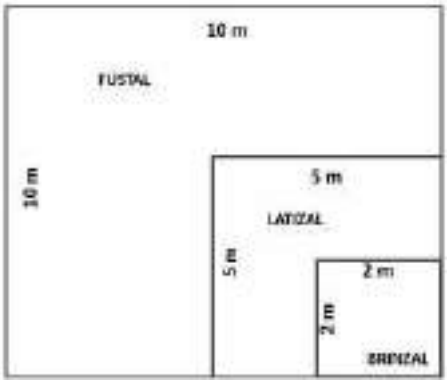
Para la vegetación correspondiente a arbustales y vegetación secundaria baja, se utilizaron parcelas de 10 m x 10m (0,01 ha) para la medición de fustales, de 5 m x 5 m (0,025 ha) para la medición de latizales, mientras que para especies en estado brinzal se realizaron parcelas de 2 m x 2 m (0,0004 ha), este tamaño de parcela es sugerido en la metodología establecida por (Quesada, 2000) y (CATIE et al , 1998), para este tipo de coberturas el criterio de tamaño y área de muestreo se detalla en la . (Ver Tabla 2.22).

Tabla 2.22 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF1.

Unidad florística	Categoría	Unidad de Muestreo
Arbustal	Fustal	Parcelas de muestreo en cuadrantes de 10 x 10m (0,01 ha).
	Latizal	Parcelas de muestreo de 5 m x 5 m (0,025 ha)
	Brinzal	Parcelas de muestreo de 2 m x 2 m (0,0004 ha)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 2.8 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales.

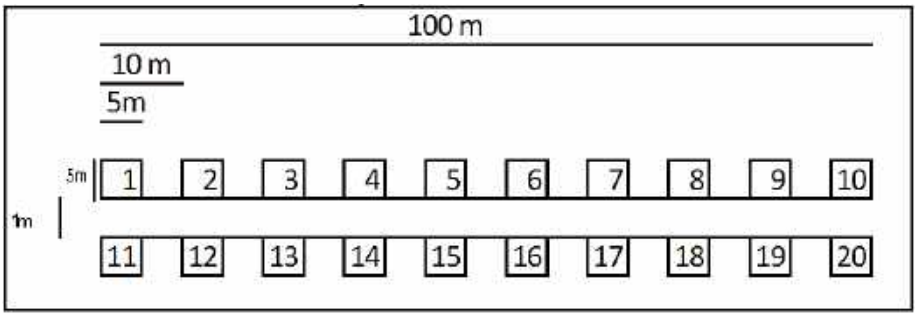


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Coberturas de herbazales

En esta cobertura, se estableció un transecto de vegetación de 100 metros de longitud, donde se ubicaron 20 cuadrantes de 5 m x 5 m (0,0025 ha) tal y como se observa en la Figura 2.9, se midieron los estratos arbustivos, herbáceos y rasantes, siendo estos dos últimos los más representativos de esta cobertura.

Figura 2.9 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de herbazales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- Tamaño de la unidad de muestreo

El tamaño de la muestra está relacionado a la cantidad de parcelas a levantar para dar cumplimiento a lo dispuesto en la resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en el numeral 5.2.1.1 "*los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%"…*".

El problema al realizar un inventario forestal es determinar antes del muestreo el valor del CV% (coeficiente de variación) para determinar el número de parcelas y para ello se hace necesario realizar un inventario piloto o premuestreo con el fin de obtener un valor confiable de la variación de la muestra. No existen reglas definidas para hacerlo en cuanto a número de muestras, forma, etc., más bien la experiencia ganada en labores similares va conformando los criterios que pueden conducir al proceso.

En primer lugar, con base en la cartografía temática de ecosistemas, es posible ubicar **n** número de parcelas distribuidas a través de todo el bosque, de manera que la muestra sea representativa, es decir, que capte la variación verdadera del bosque o coeficiente de variación. En general el CV% del volumen puede ir desde 35% para bosques homogéneos hasta 250% para bosques muy heterogéneos.

El premuestreo efectuado para el presente estudio, se realizó a través de técnicas del método estadístico y su cálculo se realizará a partir del número de parcelas empleadas para la caracterización de la cobertura de la tierra, a través de la siguiente relación matemática:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$$

Dónde:

n = número de parcelas
t = constante de Student
CV = Coeficiente de variación
E% = Error de muestreo relativo (15%)

En la formula anterior para el cálculo de n surge un problema: ¿cuál será el valor de t? Freese, propone un proceso iterativo que calcula n con base en los grados de libertad de la muestra inicial. Con esto es posible obtener un nuevo valor de n, con el cual se asocia un nuevo valor de t y así sucesivamente, este proceso termina cuando el número de n (parcelas) sea igual, parecido o repetitivo y aquí termina el cálculo; se pueden presentar valores oscilantes, escogiendo entonces un valor promedio entre el más alto y el menor obtenido por iteración, dependiendo.

Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 2.23. La distribución de t-student utilizada se presenta se encuentra en el Anexo (5.2.1-A)

Tabla 2.23 Parámetros estadísticos

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: *Xi*= valor observado de unidad i-ésima de la muestra *n*= número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \sum \frac{Xi^2}{n}}{n-1}}$
Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N= Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n= Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$

Fuente: Aecom –ConCol. 2018

- Calculo del error de muestreo

Una vez levantada la información en campo de parcelas por cada ecosistema y para cumplir los requerimientos de los términos de referencia para el proyecto, se realizó el cálculo de los estadígrafos sobre el volumen total de las parcelas por ecosistema de acuerdo con la metodología para la realización de inventarios forestales a nivel semidetallado tomado del documento: Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Bajo los parámetros estadísticos relacionados en la Tabla 2.23. Algunas parcelas levantadas para el premuestreo fueron usadas para los cálculos del muestreo para cada ecosistema. Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%.

Para el ecosistema de Herbazal, se hizo uso de la técnica de la interpretación de la curva de acumulación de especies a partir de los estimadores CHAO 1 y 2, Jack 1 y 2, Bootstrap, con el fin de encontrar representatividad de la muestra.

Para el ecosistema de Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de alcanzar la representatividad estadística requerida en los M-M-INA-02, se utilizó la parcela A1 (fuera del AI), en razón que las parcelas levantadas dentro del AI (I6 - E6 -I7 – G155 -E7 -I8), presentaron una alta variabilidad, lo cual es reflejo de la heterogeneidad del ecosistema; es preciso aclarar que la parcela A1, se localiza sobre el mismo ecosistema localizada a una distancia de 340 metros del extremo Norte del AI, por lo tanto, se consideró viable la utilización de la misma para dar cumplimiento al Numeral, 5.2.1.1 Ecosistemas Terrestres – Requerimientos adicionales para Flora. "*Los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor al 15%*".

2.3.2.4.3 Fase de Campo

- **Localización de las Unidades de Muestreo**

Sobre la base cartográfica del mapa de ecosistemas se plasmó el diseño estadístico, en el terreno se ubicaron las unidades de muestreo o parcelas empleando un Colector de mano JUNO SD (una computadora de campo que permite el geoposicionamiento de alta sensibilidad con Precisión de 1 a 5 metros tras corrección diferencial en tiempo real).(Ver Fotografía 2.1), se georeferenció el punto inicial y final del eje respectivo de cada unidad muestreada, de tal manera que correspondan a las coordenadas estipuladas en la cartografía dentro del AI de la UF 1.

Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD

Fuente: Aecom-ConCol, 2018.

Demarcación: para efectuar la demarcación, se localizó el vértice de la unidad de muestreo o parcela y a partir de él se trazó el eje central de la unidad de muestreo o línea guía, utilizando estacas, jalones o cintas. (Ver Fotografía 2.2)

Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- **Captura de la información**

La información dasométrica de cada elemento fue capturada utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), es un conjunto de herramientas que permiten recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online. Optimiza el proceso de recopilación de datos con ODK Collect sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS, fotos, vídeos, códigos de barras y audio a un servidor online. En el Anexo 5.2.1.1 se pueden consultar los formularios utilizados para el levantamiento en campo.

- **Medición de variables**

Las variables dasométricas tenidas en cuenta para el inventario forestal fueron:

- Para individuos fustales

  - Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
  - Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso. (Ver Fotografía 2.3), se tuvieron en cuenta las recomendaciones para medición del diámetro propuestos por (Melo, Vargas, 2003).
  - Número del árbol: El trabajo de inventario forestal en campo, fue desarrollado por varias cuadrillas, realizando las labores respectivas de forma paralela en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo se conformó por un ingeniero forestal y dos auxiliares de campo; con el fin de tener organización con la información y trabajo de campo, a cada una de las cuadrillas se les asignó una letra del alfabeto (Ver Tabla 2.24), esta codificación hace parte de la marcación de las parcelas.
  - Altura total: Longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.
  - Altura comercial: altura del fuste aprovechable, desde el tocón hasta donde inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño o lesión

Tabla 2.24 Codificación de cuadrillas

Cuadrilla	Letra de Identificación
1	A
2	B
3	C
4	D
5	R
6	F
7	G
8	H
9	I
10	L
11	M

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Para individuos Regeneración natural

  - Categoría de crecimiento: Latizal, brinzal, renuevo.
  - Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
  - Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso
  - Altura total: longitud del individuo desde el suelo hasta su ápice.

- **Marcación de la parcela e individuos**

Para identificar las parcelas, se realizó una marcación alfanumérica con pintura de aceite blanca, que permite una identificación rápida y evidente de la siguiente manera (P1, P2...),

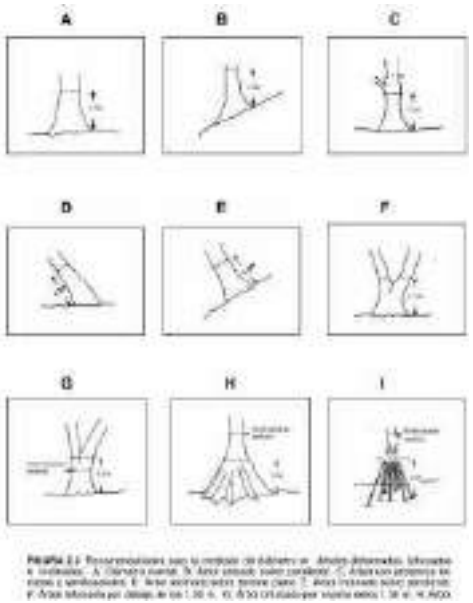
se marcaron numéricamente de forma consecutiva acompañado del código de la comisión correspondiente. (Ver Fotografía 2.4).

Así mismo para la marcación de los individuos de tipo fustal y latizal, se usó pintura de tránsito pesado color blanco con el fin de garantizar la permanencia de esta. Para la marcación se generará una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales fueron marcados con una "X". Los individuos de tipo brinzal no fueron marcados debido al tamaño de estos.

Fotografía 2.3 Medición del DAP

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 2.10 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.



Fuente: (Melo, Vargas, 2003)

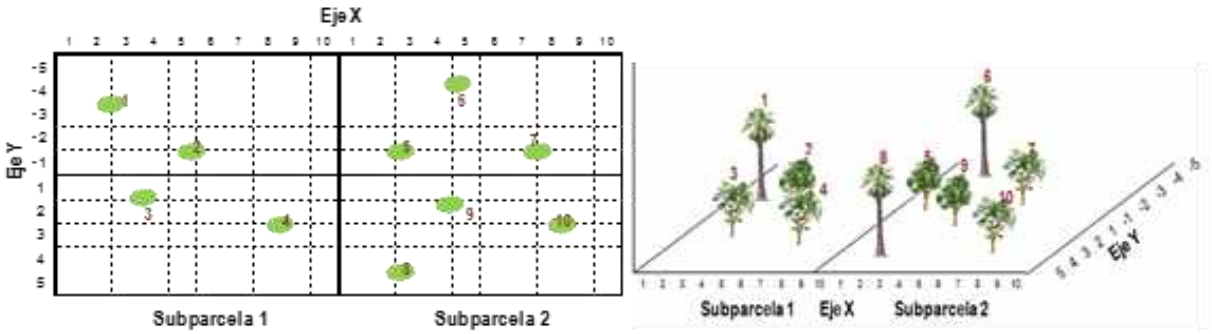
Fotografía 2.4 Identificación de las parcelas e individuos fustales

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Perfil de vegetación**

Con el fin de obtener los datos necesarios para realizar los perfiles de vegetación, dentro de cada una de las diez (10) subparcelas de 10 m x 10 m, se tomó la posición espacial bajo un plano de coordenadas cartesianas donde se ubican espacialmente los individuos pertenecientes a la categoría de fustales, en la Figura 2.11 se observan dos (2) subparcelas con el fin de graficar el desarrollo del trabajo en campo. En el formulario de Perfil de caracterización, se registran los datos de ubicación de cada uno de los árboles presentes en las 10 subparcelas, marcando con un punto el lugar en el que se localiza cada individuo.

Figura 2.11 Localización de individuos para perfil de vegetación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Identificación, Colección y Manejo del Material para la Clasificación Taxonómica**

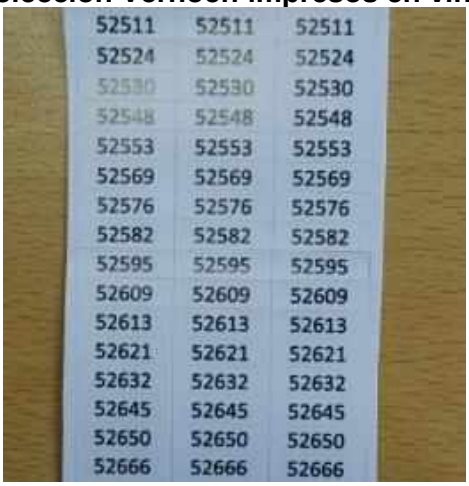
Al momento de la colecta se diligenció completamente la etiqueta de campo (Ver Figura 2.12) la cual se adhirió a uno de los números de colección Verhoeff (Ver Figura 2.13) generados en la fase de precampo, la muestra botánica se guardó en una bolsa plástica independiente junto a la etiqueta de campo (Ver Fotografía 2.5) finalmente se colocó en un costal de fibra para su transporte al sitio donde será prensada. Solo se guardó una (1) muestra botánica por bolsa plástica de colección.

Figura 2.12 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En cada una de las unidades muestréales, se recolectaron un máximo de tres (3) muestras botánicas por individuo de las especies de plantas vasculares encontradas. Para cada individuo recolectado se registró color de las hojas, flores, indumento y frutos, así como olor y textura. Todos los individuos recolectados se prensaron y preservaron empleando etanol al 70%, utilizando las técnicas clásicas de herbario, para obtener así colecciones idóneas para el debido ingreso a la colección del Herbario Nacional Colombiano (COL).

Figura 2.13 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Fotografía 2.5 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En la etiqueta de campo se deben registrar todos los datos posibles que complementen la información representada en el ejemplar, en este sentido la etiqueta hace parte integral de la muestra botánica, se diligenció en lápiz de manera que la tinta no pueda borrarse al alcoholizar la muestra) y se incluyó en la bolsa de colecta, posteriormente será agregada al montaje de prensado y secado del material.

- **Prensado de las muestras botánicas**

Con el fin de que las muestras botánicas se conserven en las mejores condiciones una vez colectadas se prenso el mismo día o a lo sumo al día siguiente. Desde la colecta en campo hasta el momento del prensado las muestras estuvieron siempre en bolsas plásticas

individuales para que se mantengan hidratadas. Para el prensado de las muestras se usaron hojas sencillas de papel periódico de formato 56 x 29 cm doblado por la mitad (Ver Fotografía 2.6).

Fotografía 2.6 Montaje para el prensado de material botánico

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- **Alcoholizado, embalaje y transporte del material vegetal**

Una vez el material se encuentra prensado se realizó la cadena de custodia del material, posteriormente las muestras se apilaron hasta hacer un paquete de unos 20 o 30 cm de altura, este paquete se envolvió con tres (3) hojas dobles de papel periódico dispuestas en "T", de manera que uno de los lados del paquete se mantenga descubierto y se ató con pita de polipropileno usando un nudo en cruz, tal y como se amarra una caja.

Este paquete posteriormente fue llevado a una bolsa plástica de calibre cuatro (4). Posteriormente se adiciono alcohol al 70% de forma que los paquetes queden completamente impregnados y quede un pequeño sobrenadante un alrededor de un 1 cm en el fondo de la bolsa. Posteriormente se sacó el aire de la bolsa y se sella con doble nudo utilizando pita de polipropileno y con cinta industrial.

- **Fase de Laboratorio**

Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos, Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (2015)) y complementando con monografías y comparaciones directas con los ejemplares depositados en COL, en Field Museum Herbarium. Adicionalmente, se comparó el ejemplar recolectado con las imágenes de los ejemplares tipo disponibles en Global Plants (https://plants.jstor.org/).

- **Fase de oficina y/o procesamiento de la información**

  - Cálculos dasométricos

Se realizó el cálculo de las variables dasométricas, área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener sus promedios por parcela y tener la base de información para los

análisis estadísticos. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Tabla 2.25 Cálculo de variables dasométricas

Variable	Fórmula	Descripción
Área Basal Ab	$AB = \frac{\pi}{4} \times (\mathrm{DAP}*)^2$	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm^2 o m^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno.
Diámetro medio cuadrático (DAP *)	$DAP = \sqrt{\sum DAP\, i^2}$	constituye una variable que representa el diámetro equivalente al árbol de área basal media, esta medida es más apropiada que el diámetro a la altura del pecho (DAP), para representar directamente el nivel de ocupación del espacio, utilizado para calcular el diámetro de árboles con bifurcaciones
Volumen	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ Ab= Área basal hc=Altura comercial (m) ht=Altura total F_f=Factor de forma balanceado (0.7)	Este parámetro es la resultante más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma. El factor de forma o mórfico a emplearse, corresponde a 0,7 de acuerdo a lo documentado en el libro "Compilación de Tablas de Volumen para árboles en pie" preparado por el Ingeniero Forestal Francisco N Posada del INDERENA, Subgerencia de Bosques y Aguas, División Administración de Bosques (mayo/89) y el documento "Manual de Inventario Forestal para Bosques Tropicales" de la FAO 1974, los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0,7. El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen total y comercial, teniendo en cuenta las alturas comerciales y totales respectivamente

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- Análisis florístico y estructural

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procedió a determinar la composición florística de cada uno de los ecosistemas definidos inicialmente. El estudio de la estructura se realizó a partir del análisis de la estructura vertical y horizontal de la vegetación inventariada. Para el análisis de la estructura vertical se usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo, Vargas, 2003). El análisis de

la estratificación del perfil del bosque, se realizará identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo a la altura total de la vegetación inventariada, para esto, se diferencian estratos o pisos forestales. Así mismo, se construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, Vargas, 2003), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y en las comunidades forestales sus tendencias de desarrollo, útil para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque, mediante este se calculan los índices abundancia, frecuencia y dominancia y la suma relativa de estos para hallar el índice de Valor de Importancia (IVI), así mismo se calculan índices para determinar la distribución de las especies, como el grado de agregación de las especies e índices para análisis de biodiversidad como Margaleft, Shannon & Wiener y el coeficiente de mezcla, razón por la que se ha aplicado para evaluar las coberturas vegetales inventariadas en el AI de la UF 1. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26 Parámetros estructurales e índices de diversidad

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Densidad	Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema.	$D = \frac{N° \ de \ árboles}{Área \ total \ del \ muestreo \ (ha)}$
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.	$A_a = N° \ de \ individuos \ por \ especie$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.	$A_r = \frac{N° \ de \ individuos \ por \ especie}{N° de \ individuos \ en \ el \ área \ muestreada} \times 100$
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.	$F_a = \frac{N° \ de \ unidades \ de \ muestreo \ en \ que \ ocurre \ una \ especie}{N° \ total \ de \ unidades \ de \ muestreo} \times 100$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$F_r = \left(\frac{F_a \ de \ una \ especie}{\sum F_a}\right) \times 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.	$D_a = \sum de \ las \ áreas \ basales \ de \ todos \ los \ individuos \ una \ especie \ tomados \ en \ la \ muestra$
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.	$D_r = \frac{Área \ basal \ total \ por \ especie}{\sum Áreas \ basales \ en \ el \ área \ muestreada} \times 100$
Índice de Valor de Importancia IVI	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.	$I.V.I.= A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ Ar%: Abundancia relativa Fr%: Frecuencia relativa Dr.%: Dominancia relativa
Estratificación Ogawa	Según UNESCO 1980 este método detecta la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior.	
Coeficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M.= \frac{N° \ de \ especies}{N° \ de \ individuos}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Grado de agregación	Determina la distribución espacial de las especies.	$G_a = \frac{D\ (Densidad\ observada)}{d\ (Densidad\ esperada)}$ $D = \frac{N°\ total\ de\ árboles\ por\ especie}{N°\ total\ de\ parcelas\ muestreadas}$ $d = -\log\left(\frac{1-F}{100}\right)$ $F = frecuencia\ absoluta\ de\ la\ especie$ Conforme a este sistema los valores de D/d significan: $^{D}/_{d} > 1$: indica tendencia al agrupamiento $^{D}/_{d} > 2$: significa que la especie tiene una distribución agregada $^{D}/_{d} < 1$: indica que la especie se encuentra dispersa
Clases diamétricas	Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos.	Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y se establecen mediante la aplicación de la siguiente formula: Número del intervalo = 1+3,32*log(N) Donde N = Número de ind.
Estructura vertical - Método cualitativo – Perfil	consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los árboles, así como su especie correspondiente. El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m.	
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991). Los rangos de los subestratos se establecieron a partir de las alturas mínimas y máximas de los individuos por ecosistemas.	
Diagramas estructurales	En el caso de las coberturas de herbazales, se presentan diagramas estructurales con los valores de cobertura (%) según los estratos definidos. Sirven para dar una idea gráfica de la	En el caso de árboles y arbustos la cobertura será determinada de la siguiente manera: $C1 = \frac{1}{2}[D1 * D2]$ De donde: C1= Cobertura de copa de cada individuo en m2 D1= Diámetro mayor D2= Diámetro menor

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	dominancia energética según disposición vertical. La cobertura se obtiene por el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativas en los bajos	Finalmente, se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de especie y se hace la relación con respecto al área total muestreada. (Rangel & Velázquez, 1997)
Regeneración natural	La regeneración natural según LAMPRECHT (1990), implica el desarrollo de un estado más productivo del bosque; de esta manera un buen desarrollo de la regeneración determina que se presenten unas cantidades suficientes de semillas viables, así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.	$$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$$ Dónde: RN%=Regeneración natural relativa. A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural. F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural. CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.
Volumen	Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.	$$VOL = A_b \times h_c \times F_f$$ Dónde: $A_b = Área\ basal(m^2)$ $$A_b = 0.78 \times DAP^2$$ $DAP = Diamétro\ a\ la\ altura\ del\ pecho$ $(medido\ a\ 1.30\ m\ del\ nivel\ sel\ suelo)$ $DAP\ Cuadrático$ $= \sqrt{\sum DAP^2}\ \ldots n, para\ individuos\ con\ más\ de\ un\ fus$ $VOL = Volumen\ (m^3)$ $h_c = Altura\ comercial\ (m)\ o\ h_t = Altura\ total$ $F_f = Factor\ de\ forma\ (0.7)$ $para\ especies\ nativas\ de\ bosque\ natural.$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Índice de Simpson	Permite medir la riqueza y densidad de las especies	$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.	$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de diversidad de Shannon & Wiener	Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$H' = -\sum Pi\ Ln\ Pi \quad y \sum Pi = 1$ Dónde: Pi=abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
Curva de acumulación de especies	Es una herramienta útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño, representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en donde el eje Y está definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. En teoría, las funciones de acumulación de especies alcanzan una asíntota, la cual se asume que equivale a la riqueza real, sujeta al error de muestreo (incertidumbre) derivado del ajuste a los datos observado (Soberón & Llorente, 1993). En tal contexto, con la curva de acumulación de especies se puede evaluar la representatividad del muestreo y dar fiabilidad al inventario realizado. Esta se utilizó en el caso de cobertura de herbazales, debido a la imposibilidad de registrar el total de individuos en aquellas especies con hábito herbáceo.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Fase de Laboratorio**

Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos, Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (2015)) y complementando con monografías y comparaciones directas con los ejemplares depositados en COL, en Field Museum Herbarium. Adicionalmente, se comparó el ejemplar recolectado con las imágenes de los ejemplares tipo disponibles en Global Plants (https://plants.jstor.org/).

- **Fase de oficina y/o procesamiento de la información**

  - Cálculos dasométricos

Se realizó el cálculo de las variables dasométricas, área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener sus promedios por parcela y tener la base de información para los análisis estadísticos. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Tabla 2.27 Cálculo de variables dasométricas

Variable	Fórmula	Descripción
Área Basal Ab	$AB = \frac{\pi}{4} \times (\mathrm{DAP} *)^2$	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm^2 o m^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno.
Diámetro medio cuadrático (DAP *)	$DAP = \sqrt{\sum DAP\, i^2}$	constituye una variable que representa el diámetro equivalente al árbol de área basal media, esta medida es más apropiada que el diámetro a la altura del pecho (DAP), para representar directamente el nivel de ocupación del espacio, utilizado para calcular el diámetro de árboles con bifurcaciones
Volumen	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ Ab= Área basal hc=Altura comercial (m) ht=Altura total F_f=Factor de forma balanceado (0.7)	Este parámetro es la resultante más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma. El factor de forma o mórfico a emplearse, corresponde a 0,7 de acuerdo a lo documentado en el libro "Compilación de Tablas de Volumen para árboles en pie" preparado por el Ingeniero Forestal Francisco N Posada del INDERENA, Subgerencia de Bosques y Aguas, División Administración de Bosques (mayo/89) y el documento "Manual de Inventario Forestal para Bosques Tropicales" de la FAO 1974, los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0,7. El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen total y comercial, teniendo en cuenta las alturas comerciales y totales respectivamente

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- Análisis florístico y estructural

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procedió a determinar la composición florística de cada uno de los ecosistemas definidos inicialmente. El estudio de la estructura se realizó a partir del análisis de la estructura vertical y horizontal de la vegetación inventariada. Para el análisis de la estructura vertical se usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo, Vargas, 2003). El análisis de la estratificación del perfil del bosque se realizará identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo a la altura total de la vegetación inventariada, para esto, se diferencian estratos o pisos forestales. Así mismo, se construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, Vargas, 2003), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y en las comunidades forestales sus tendencias de desarrollo, útil para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque, mediante este se calculan los índices abundancia, frecuencia y dominancia y la suma relativa de estos para hallar el índice de Valor de Importancia (IVI), así mismo se calculan índices para determinar la distribución de las especies, como el grado de agregación de las especies e índices para análisis de biodiversidad como Margaleft, Shannon & Wiener y el coeficiente de mezcla, razón por la que se ha aplicado para evaluar las coberturas vegetales inventariadas en el AI de la UF 1. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.28 Parámetros estructurales e índices de diversidad

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Densidad	Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema.	$D = \frac{N° \ de \ árboles}{Área \ total \ del \ muestreo \ (ha)}$
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.	$A_a = N° \ de \ individuos \ por \ especie$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.	$A_r = \frac{N° \ de \ individuos \ por \ especie}{N° de \ individuos \ en \ el \ área \ muestreada} \times 100$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.	$F_a = \frac{N° \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N° \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$F_r = \left(\frac{F_a \text{ de una especie}}{\sum F_a}\right) \times 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.	$D_a = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos una especie tomados en la muestra}$
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.	$D_r = \frac{\text{Área basal total por especie}}{\sum \text{Áreas basales en el área muestreada}} \times 100$
Índice de Valor de Importancia IVI	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.	$I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ Ar%: Abundancia relativa Fr%: Frecuencia relativa Dr.%: Dominancia relativa
Estratificación Ogawa	Según UNESCO 1980 este método detecta la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas	

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior.	
Coeficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M. = \frac{N° \ de \ especies}{N° \ de \ individuos}$
Grado de agregación	Determina la distribución espacial de las especies.	$G_a = \frac{D \ (Densidad \ observada)}{d \ (Densidad \ esperada)}$ $D = \frac{N° \ total \ de \ árboles \ por \ especie}{N° \ total \ de \ parcelas \ muestreadas}$ $d = -\log\left(\frac{1-F}{100}\right)$ $F = frecuencia \ absoluta \ de \ la \ especie$ Conforme a este sistema los valores de D/d significan: $^{D}/_{d} > 1$: indica tendencia al agrupamiento $^{D}/_{d} > 2$: significa que la especie tiene una distribución agregada $^{D}/_{d} < 1$: indica que la especie se encuentra dispersa
Clases diamétricas	Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos.	Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y se establecen mediante la aplicación de la siguiente formula: Número del intervalo = 1+3,32*log(N) Donde N = Número de ind.
Estructura vertical - Método cualitativo – Perfil	consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los árboles, así como su especie correspondiente. El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m.	
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991). Los rangos de los subestratos se establecieron a partir de las alturas mínimas y máximas de los individuos por ecosistemas.	
Diagramas estructurales	En el caso de las coberturas de	En el caso de árboles y arbustos la cobertura será determinada de la siguiente manera:

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	herbazales, se presentan diagramas estructurales con los valores de cobertura (%) según los estratos definidos. Sirven para dar una idea gráfica de la dominancia energética según disposición vertical. La cobertura se obtiene por el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativas en los bajos	$C1 = \frac{1}{2}[D1 * D2]$ De donde: C1= Cobertura de copa de cada individuo en m2 D1= Diámetro mayor D2= Diámetro menor Finalmente, se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de especie y se hace la relación con respecto al área total muestreada. (Rangel & Velázquez, 1997)
Regeneración natural	La regeneración natural según LAMPRECHT (1990), implica el desarrollo de un estado más productivo del bosque; de esta manera un buen desarrollo de la regeneración determina que se presenten unas cantidades suficientes de semillas viables, así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ Dónde: RN%=Regeneración natural relativa. A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural. F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural. CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.
Volumen	Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ Dónde: $A_b = Área\ basal(m^2)$ $A_b = 0.78 \times DAP^2$ $DAP = Diamétro\ a\ la\ altura\ del\ pecho$ $(medido\ a\ 1.30\ m\ del\ nivel\ sel\ suelo)$ $DAP\ Cuadrático$ $= \sqrt{\sum DAP^2}\ \ldots n, para\ individuos\ con\ más\ de\ un\ fus$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
		$VOL = Volumen\ (m^3)$ $h_c = Altura\ comercial\ (m)\ o\ h_t = Altura\ total$ $F_f = Factor\ de\ forma\ (0.7)$ $para\ especies\ nativas\ de\ bosque\ natural.$
Índice de Simpson	Permite medir la riqueza y densidad de las especies	$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.	$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de diversidad de Shannon & Wiener	Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$H' = -\sum Pi\ Ln\ Pi \quad y \sum Pi = 1$ Dónde: Pi=abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
Curva de acumulación de especies	Es una herramienta útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño, representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en donde el eje Y está definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo **Fuente especificada no válida.**. En teoría, las funciones de acumulación de especies alcanzan una asíntota, la cual se asume que equivale a la riqueza real, sujeta al error de muestreo (incertidumbre) derivado del ajuste a los datos observado (Soberón & Llorente, 1993). En tal contexto, con la curva de acumulación de especies se puede evaluar la representatividad del muestreo y dar fiabilidad al inventario realizado. Esta se utilizó en el caso de cobertura de herbazales, debido a la imposibilidad de registrar el total de individuos en aquellas especies con hábito herbáceo.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Usos de las Especies**

La metodología usada para la identificación y posterior análisis de las especies de importancia económica, ecológica y cultural corresponde a una evaluación cuantitativa de la importancia del uso de las plantas, mediante la metodología de sumatoria de usos (Boom, 1990), el número de usos es sumado dentro de cada categoría de uso, para evaluar el valor de uso de una especie. Esta es la forma más rápida de cuantificar datos etnobotánicos y ha sido la más usada hasta el momento (Marín, et al., 2005). La ventaja principal de esta metodología es la rapidez de su aplicación y que suministra información cuantitativa

confiable para grandes áreas. La metodología consiste en que cada uso mencionado por los diferentes auxiliares de campo se suma al valor total de la importancia de cada especie, independientemente de la categoría de uso. Las categorías de uso utilizadas se toman con base en las definidas por (Cárdenas, et al., 2002) y corresponden a las relacionadas en la Tabla 2.26, se considera que la categorización de los usos responde a una importancia económica y cultural de las especies.

Tabla 2.29 Categorías de uso e importancia para las especies de flora

Categoría de Uso	Definición
Alimento (Al)	Incluye especies cultivadas y del bosque, usadas como comestibles.
Artesanal (Ar)	Incluye especies utilizadas como fibras para cestería, pulpa para elaboración artesanal de papel, maderas para talla, semillas y recipientes.
Aserrío (As)	Especies maderables empleadas en procesos de transformación industrial como ebanistería, chapas, triplex y otros.
Colorante (Cl)	Plantas usadas para obtener tintes naturales.
Combustible (Cm)	Plantas utilizadas para leña o carbón.
Construcción (Ct)	Especies usadas en la edificación de viviendas, como vigas, cercas, techos, amarres, etc.
Cultural (Cu)	Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales.
Forraje (F)	Plantas que sirven para alimento animal.
Medicinal (M)	Plantas usadas para tratar o prevenir enfermedades.
Ornamental (O)	Incluye especies con uso actual o potencial en el ornato y decoración de espacios.
Psicotrópicas (P)	Incluye especies que producen efectos sobre el sistema nervioso.
Tóxico (T)	Incluye especies empleadas como venenos para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o animales.
Otros (Ot)	Incluye especies con usos específicos y que no pueden ser catalogadas en las otras categorías de uso definidas en este trabajo.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Categorías de amenaza, vedas y endemismos**

Para evaluar el nivel de amenaza de las especies florísticas en el área de estudio, se realizó la respectiva consulta de la normatividad ambiental (Resolución 01912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0316 de 1976 del INDERENA y Resolución 0801 de 1977 del INDERENA, así como a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN versión 2015.4 y los listados contenidos en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015), y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006. Por último, se consultó el listado de las especies en peligro y/o vulnerables de flora y fauna que se encuentran en estado de veda, suministrado por COPORNOR, mediante el radicado 12867 CORPONOR (Ver Anexo 5.2.1).

2.3.2.5 Aprovechamiento Forestal

Se dará cumplimento a los lineamientos establecidos en la Resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en lo correspondiente al aprovechamiento forestal define que se debe realizar: "*inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura*

vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...".

En este sentido para las áreas naturales intervenidas, el volumen de aprovechamiento forestal se estimó a partir de los estadígrafos obtenidos mediante el levantamiento de parcelas del inventario forestal a los ecosistemas naturales intervenidos. (Ver Tabla 2.30)

Para los ecosistemas antrópicos, se hizo el censo al 100% de todos los árboles ubicados dentro del área de intervención del proyecto; en este se inventariaron los árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm (DAP≥10 cm). Cada árbol fue georreferenciado y marcado con pintura amarilla, con un número consecutivo y en formularios se registraron datos como: nombre común, DAP, altura total y altura comercial de cada individuo. (Ver Tabla 2.30)

Tabla 2.30 Levantamiento de información según ecosistema

ECOSISTEMAS INTERVENIDOS	TIPO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	MUESTREO ESTADISTICO
Arbustal denso alto	
Arbustal denso bajo	
Bosque de galería	
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	
Arbustal denso alto	
Bosque de galería y/o ripario	
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Censo Forestal al 100% de los individuos con DAP >10CM
Arbustal denso bajo	
Construcciones rurales	
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
Pastos arbolados	
Pastos enmalezados	
Pastos limpios	
Red vial	
Zonas comerciales	
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	
Arbustal denso alto	
Bosque de galería y/o ripario	
Mosaico de pastos con espacios naturales	
Mosaico de pastos y cultivos	
Pastos arbolados	
Pastos enmalezados	
Pastos limpios	
Red vial	
Zonas comerciales	
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	
Pastos arbolados	
Pastos limpios	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

2.3.2.6 Epifitas

Para llevar a cabo la caracterización de las especies de epífitas vasculares y no vasculares, las cuales se encuentran en veda nacional de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 (INDERENA), se aplicaron diferentes metodologías de muestreo, según las características de las especies evaluadas.

Los procedimientos base para esta caracterización se dividieron como se menciona a continuación:

2.3.2.6.1 Fase Precampo

Durante esta fase, se realizó la revisión de información secundaria de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola, presentes en el área de intervención del proyecto. Para lo cual, se realizaron las siguientes actividades:

- Conformación del equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo estuvo conformado por 5 comisiones, cada una por un profesional especialista en plantas vasculares, un profesional en plantas no vasculares y un auxiliar de campo cada uno. A cada una de las cuadrillas se les asignó un identificador (Tabla 2.31), con el fin de marcar los árboles que fueran revisados por cada una de ellas. La marcación de árboles se realizó de forma alfanumérica consecutiva anteponiendo el identificador, para lo cual se utilizó pintura de tránsito pesado, con el fin de garantizar la permanencia del marcado.

Tabla 2.31 Identificación de las comisiones en campo

COMISIÓN	IDENTIFICADOR
1	EPI-A
2	EPI-B
3	EPI-C
4	EPI-D
5	EPI-E

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Preparación de los formularios de campo

Los profesionales validaron los formularios de campo necesarios para abarcar las áreas de muestreo, los cuales fueron diligenciados de forma digital mediante el uso de una Tablet.

- Cartografía (mapas temáticos)

Previo a la salida de campo, se elaboraron mapas de la zona de estudio que ayudaron a la orientación en campo, y que también fueron subidos a la Tablet. La información contenida en cada plano básicamente consistió en: área de intervención, información veredal o centros poblados, vías de acceso, drenajes y localización de los puntos de muestreo en las diferentes coberturas de la tierra por cada zona de vida.

2.3.2.6.2 Fase Campo

Esta fase, consistió con la caracterización de las especies objeto de estudio dentro del área de intervención y que se verán afectadas por las diferentes obras constructivas del proyecto. A continuación, se describe la metodología que fue empleada:

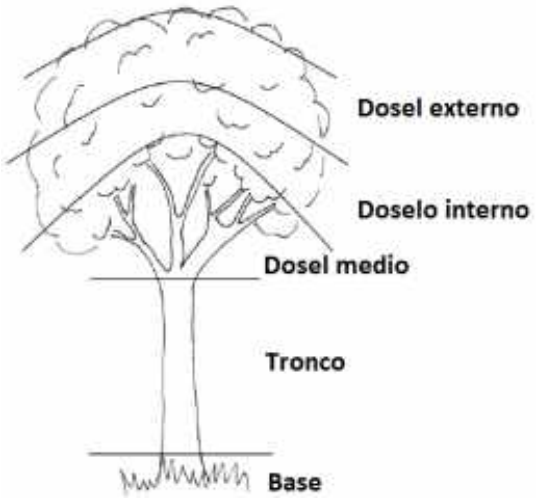
- Caracterización de epífitas vasculares y no vasculares

La caracterización de las especies de interés se realizó en parcelas de muestreo de 100 x 10 m, donde se revisaron 8 forófitos por cada hectárea a afectar, priorizado en las coberturas naturales en cada zona de vida presentes en el área de intervención del proyecto (Ver Anexo 5.2.1 – G). A continuación, se describe la metodología que se siguió en campo para la captura de la información:

Se registró el forófito previamente marcado con la identificación señalada en la Figura 2.14, en el capturador de datos en la Tablet, utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), que es un conjunto de herramientas que permitió recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online, optimizando el proceso de recopilación de datos con ODK Collect, sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS y fotografías.

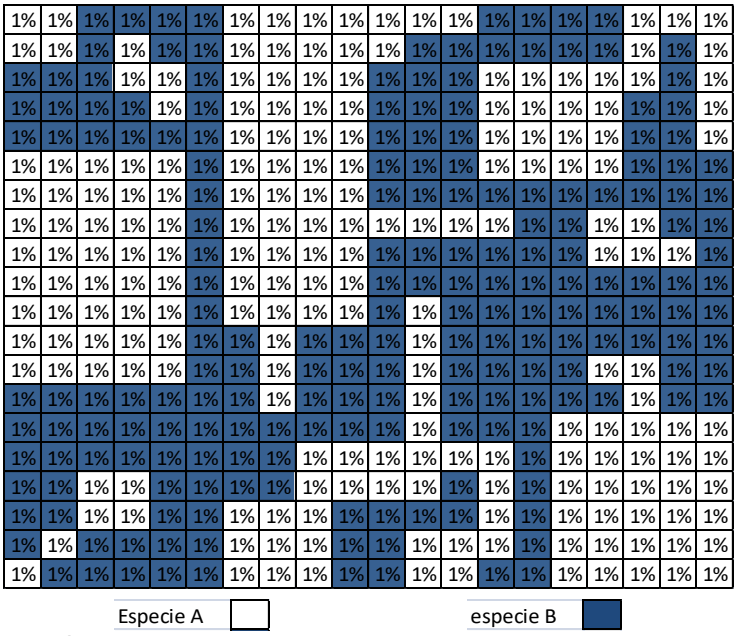
A partir de los estratos verticales sugeridos por Johansson (1974), se registraron datos de abundancia (número de individuos) de las epífitas vasculares en los cinco estratos (1: base, 2: tronco, 3: dosel interno, 4: dosel medio 5: dosel externo), mientras que para las epífitas no vasculares se registró la cobertura en cm^2, teniendo en cuenta la base y el tronco hasta los 2 m de altura, la cual se midió con una plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadriculas de 1 cm^2 (Total: 600 cm^2) (Modificado de Iwatzuki, 1960; Wolf, 1993) (Figura 2.14 y Figura 2.15).

Figura 2.14 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018. Adaptado de Johansson 1974.

Figura 2.15 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm²) de las especies no vasculares



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

A las morfoespecies presentes en cada forófito, se tomó una muestra botánica siempre y cuando se desconociera su identificación taxonómica. Para el caso de las epífitas vasculares se registraron características como color de las hojas, flores, indumento y frutos, entre otras, y para el caso de las epífitas no vasculares se tuvo en cuenta olor, textura, forma de crecimiento y tipo de organismo, entre otras.

- Muestreo de especies vasculares y no vasculares de hábito terrestre y rupícola

Partiendo del hecho que las plantas vasculares y no vasculares pueden tener diferentes hábitos de crecimiento, en cada uno de los puntos de muestreo se realizó una parcela de 50 x 2 m donde se hizo un levantamiento cada 10 m, con el fin de identificar las especies de interés con hábito de crecimiento terrestre o rupícola. Así, para el caso de las plantas vasculares se registró el número de individuos por morfoespecie y para el caso de las no vasculares se utilizó la plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadriculas de 1cm² para cuantificar su abundancia.

- Colecta, prensado y secado del material colectado de especies vasculares epífitas, terrestres y/o rupícolas

Para el caso de muestras de gran tamaño, se tomaron muestras fértiles de tal manera que ocuparon una hoja de papel periódico, se recolectaron con una parte del rizoma, tallo, hojas y sus estructuras reproductivas (flores y frutos). Para el caso de ejemplares botánicos de porte pequeño, se recolectaron desde su raíz, para aquellas que crecen en macolla se

recolectó toda o parte de la macolla incluyendo sus raíces y tubérculos, en caso de especies estoloníferas se tomó muestra de los tallos subterráneos. Para el caso de las especies de la familia Orchidaceae, adicionalmente a la recolección de las hojas, flores y frutos, se recolectaron los bulbos, los rizomas, las raíces u otras partes subterráneas que fueron importantes para su identificación.

Una vez fue tomada la muestra botánica, se depositó en una bolsa plástica independiente con el formato de etiqueta diligenciado y asociando cada colección en la libreta de campo. Cada muestra se depositó en un costal de fibra buscando acomodarlas de manera que se mantuvieran en las mejores condiciones, no se dejaron muestras a la intemperie.

Después del día de trabajo en campo, se procedió al prensado del material. Para ello, cada muestra se dispuso entre hojas de papel periódico de formato 60 x 30 cm doblado por la mitad, acomodando las hojas dejando ver tanto el envés como el haz y dejando las estructuras reproductivas en el primer plano de la muestra. Cada muestra se marcó en el papel con lápiz de cera con el número de colección asociado a los datos tomados en la libreta de campo.

El material prensado se apiló en paquetes de 20 a 30 cm de altura y con la ayuda tres o cuatro hojas dobles de papel periódico fueron envueltos, de manera que la cara abierta de las hojas de periódico en las que se encuentran las muestras se mantuviera descubierta, de esa forma sobre este paquete se ejerció presión y con la ayuda de una cuerda se procedió a su amarre, con un nudo en cruz lo más ajustado posible. Se juntaron hasta tres paquetes por bolsa de formato 100 x 70 de calibre 5 a 7, una vez acomodadas las muestras, sobre estas se esparció alcohol al 75%, hasta que quedó empapado todo el material, luego se selló la bolsa de alcoholizar con doble nudo utilizando cuerda de nylon.

- Colecta, transporte y preservación especies no vasculares epifitas, rupícolas y terrestres

    - Colecta

Considerando la morfología de las plantas no vasculares, para la toma de muestras, con ayuda de una navaja o cuchillo se retiró de la superficie (corteza del árbol, roca, suelo) en un tamaño representativo (palma de la mano) la muestra, en lo posible con sus estructuras reproductivas. Éstas se dispusieron en bolsas de papel de tamaño variable, debidamente marcadas con los datos de la parcela, marcado del forófito y fecha de colecta, paralelo a este proceso se realizó el registro de datos en la libreta de campo y se tomó el correspondiente registro fotográfico.

    - Transporte y preservación

Las muestras colectadas en el día y depositadas en las bolsas de papel, se transportaron en una malla o bolsa de fique, evitando cualquier afectación al material para mantenerlos en buenas condiciones. Luego en la noche las bolsas de papel se dejaron abiertas debidamente organizadas en una caja de cartón mientras fueron transportadas a su destino final.

La determinación de material vegetal se realizó a partir de claves taxonómicas provenientes de literatura especializada tales como: Bernecker (1999), Burghardt & Gradstein (2008), Chaparro & Aguirre (2002), Churchill & Linares (1995), Costa (2008), Feldberg & Heinrichs (2006), Fulford (1963, 1966), Gradstein (1994, 2001), Silva (2007), Uribe & Aguirre (1995, 1997) y Gradstein & Uribe & (2011), entre otros.

2.3.2.6.3 Fase Postcampo

Una vez finalizada la fase de campo, se procedió a:

- Consolidación y depuración de las bases de datos a partir del trabajo en campo en el lenguaje para base de datos (archivo en Excel) con el listado de especies y su correspondiente abundancia en el muestreo.

- Ajustes de nombres científicos en las bases de datos.

- Para cada uno de los grupos taxonómicos (plantas vasculares y plantas no vasculares), se realizaron análisis de composición, riqueza y abundancia de las especies presentes en las áreas de intervención. En lo que respecta a la riqueza y abundancia de especies, ya sean epífitas, rupícolas o terrestres se determinaron las familias, géneros y especies más abundantes.

Como herramienta estadística se utilizó el programa Past versión 3.06 (Hammer et al, 2015) para el análisis de los índices de diversidad. Los índices utilizados fueron:

Índice de diversidad de Margalef: transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S=k_N donde k es constante (Magurran, 1988, Moreno 2001).

$$D = \frac{s-1}{\ln N}$$

S = número de especies.
N = número total de individuos.

Índice de equidad Shannon-Wiener: expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988).

$$H' = -\Sigma p_i \ln p_i$$

Índice de dominancia Simpson: manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988; Peet 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ (Lande, 1996).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Una vez identificadas las especies objeto de estudio, se realizó una revisión en los diferentes listados internacionales como nacionales que indican algún grado de amenaza. En los apéndices CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies de flora y fauna silvestres) se encuentran las listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva, los listados rojos de la UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza) de especies amenazadas, la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible donde se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, se dictan otras disposiciones.

2.3.2.7 Fauna

La metodología se dividió en tres etapas de caracterización: la primera está basada en la recopilación de información secundaria, la segunda en la caracterización y muestreo de la fauna en campo y la tercera en el análisis de la información primaria y secundaria recopilada. La descripción de cada una de ellas se muestra a continuación:

2.3.2.8 Recopilación de Información Secundaria

Para la caracterización de la fauna del Área de Influencia (AI) de la UF1, se siguió la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010), el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal, et al., 2006), así como los términos de referencia señalados en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos.

En esta fase preliminar se hizo una caracterización a gran escala mediante información secundaria obtenida en diferentes fuentes bibliográficas y sistemas de información geográfica, este punto tiene como finalidad establecer las especies de potencial presencia en el área de estudio, las metodologías a utilizar en la fase de campo, el esfuerzo de muestreo necesario para cada grupo faunístico y las técnicas de muestreo a utilizar.

Esta primera fase se divide en las siguientes etapas:

- Revisión y recopilación de la información existente en las diferentes fuentes especializadas.

- Determinación en conjunto con los especialistas de flora, los sitios de monitoreo o de observación de la fauna, con el fin de contar con áreas comunes de muestreo (en lo posible).

- Procesamiento de la información secundaria obtenida a través de bibliografía, con información relacionada con preferencias tróficas, hábitos, migraciones, preferencia de hábitat, amenazas y endemismos.

La determinación de la composición de la fauna silvestre con probable distribución en el área de estudio se realizó teniendo como principal fuente de información las publicaciones de trabajos y estudios con registros en el departamento del Norte de Santander, así como bibliografía especializada para cada grupo.

Estas estrategias combinadas, derivaron en la construcción de una lista potencial de especies de fauna silvestre para el área objeto de estudio (Anexo 5.2.2.2. Especies fauna potenciales UF1), considerando la distribución regional y el rango altitudinal de vida por especie entre los 2200 a 2600 msnm, como criterios principales. La consulta y actualización taxonómica de las especies se realizó en diversas fuentes bibliográficas de orden nacional, regional y local; así como su estado de conservación actual y tipo de hábitat característico (Tabla 2.32).

A continuación, se presentan las fuentes consultadas para cada uno de los grupos taxonómicos estudiados

Tabla 2.32 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
Anfibios	*Revisión de las bases de datos disponibles en línea:* – (ICN/ Anfibios) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org *Revisión de bibliografía científica especializada:* – ACOSTA-GALVIS, A. R. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana, 1 (3), 289-319. – ANGULO, A., RUEDA-ALMONACID, J. V., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., & LA MARCA, E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá D.C.: Conservación Internacional. Serie de Manuales de Campo No.2 Panamericana Formas e Impresos. – DUELLMAN, W., & TRUEB, L. 1986. Biology of the amphibian. New York: Mcgraw-Hill Book Company.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	– RUIZ-CARRANZA, P. M., ARDILA-ROBAYO, M. C., & LYNCH, J. D. (1996). Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 20 (77), 365-415. *Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de anfibios en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por*: – ACOSTA GALVIS, A. 2017. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea. Recuperado el 12 de 12 de 2017, de www.batrachia.com: http://www.batrachia.com. – FROST, DARREL R. 2017. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA. *Identificación de los anfibios amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:* – IUC. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017 <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22 Diciembre 2017. – RUEDA-ALMONACID J. LYNCH J. & AMÉZQUITA A. (eds.). 2004. Libro Rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C. 384 pp. – MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”. Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de http://www.cites.org/esp/app/appendices.php. *Revisión de estudios regionales y locales:* - Armesto, O.; J, B, Esteban & R, Torrado. 2009. Fauna de anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte De Santander, Colombia. Herpetotropicos vol. 5(1):57-63. - Acevedo, A. A.; R, Franco & D. A. Carreo. 2016. Diversity of Andean amphibians of the Tamá National Natural Park in Colombia: a survey for the presence of Batrachochytrium dendrobatidis. Animal Biodiversity and Conservation 39.1 (2016). - Lampo, M.; D, Sánchez.; F, Nava-Gonzalez.; C, Z, García & A, Acevedo. 2011. La desaparición de los sapitos Arlequines (atelopus) en Venezuela:

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	Introducción y propagación del hongo Quítrido *batrachochytrium dendrobatidis. Interciencia 2011, 36 (12).* - Acevedo- Rincon, A, A.; R, Franco-Pallares.; K, L, Silva-Perez. 2014. Nuevos registros de especies del género Pristimantis (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. Rev. Biodivers. Neotrop 4 (2): 162-9. - Acevedo, A. A.; D, B. Waker.; R, Márquez.; K. Silva.; R, Franco & A, Amézquita. 2013. Two New Species of Salamanders, Genus Bolitoglossa (Amphibia: Plethodontidae), from the Eastern Colombian Andes. Zootaxa 3609 (1): 069–084. - CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. - Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
Reptiles	*Revisión de las bases de datos disponibles en línea:* – (ICN/ Reptiles) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales. – SIB, S. d. (2017). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Diciembre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia http://www.tremarctoscolombia.org *Revisión de bibliografía científica especializada:* – AVILA-PIRES, T. 1995. Lizards of Braziliam Amazonia (Reptilia:Squamata). ZoologischeVerhandelingen – AYALA, S., & CASTRO, F. (Inédito). Los lagartos de Colombia. Departamento de Microbiología división de salud Universidad del Valle, Cali-Tulane University International Center for Medical Research. – PÁEZ, V. P., MORALES-BETANCOURT, M. A., LASSO, C., CASTAÑO-MORA, O. V., & BOCK, B. C. 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Bogotá: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – RUEDA-ALMONACID, J., CARR, J., MITTERMEIER, R. A., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., MAST, R. B., VOGT, R. C. 2007. Las tortugas y crocodilianos de los países andinos del trópico. Bogotá: Serie de guías

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	tropicales de campo No. 6, Conservación Internacional, Editorial Panamericana. – SÁNCHEZ, C., CASTAÑO, O., & CÁRDENAS, G. 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En O. Rangel (Ed.), Diversidad Biótica I (págs. 277-325). Bogotá D.C., Colombia: Guadalupe Ltda. Universidad Nacional de Colombia. INDERENA, Fundación FES. *Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de reptiles en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:* – IUC. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017 – UETZ, P., & JÍRI. 2015. The EMBL ReptileDatabase. Obtenido de http://reptile-database.reptarium.cz/ *Identificación de los reptiles amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:* – IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2017. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 12Dic2017. – Castaño-Mora, O. (2002). Libro rojo de los Reptiles de Colombia. Bogotá: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. – MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”. Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de http://www.cites.org/esp/app/appendices.php *Revisión de estudios regionales y locales:* – Cáceres-Martínez CH, Acevedo Rincón AA, Sierra Leal JA, González-Maya JF. Kinosternon scorpioides scorpioides (Testudines: Kinosternidae): nuevo reporte en el nororiente de Colombia. Acta biol. Colomb. 2017;22(2):242-245. – Armesto, L, O.; D, R, Gutiérrez.; R, D, Pacheco & A, O, Gallego. 2011. Reptiles from the municipality of Cúcuta (norte de Santander, Colombia). bol.cient.mus.hist.nat. 15 (2): 157 – 168. – CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F.,

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
Aves	*Revisión de las bases de datos disponibles en línea:* – ICN/ Aves (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/). Recuperado en Noviembre de 2017. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Octubre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org *Revisión de bibliografía científica especializada:* – BIRDLIFE INTERNATIONAL 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on Oct 2017. – CHAPARRO-HERRERA, S., ECHEVERRY-GALVIS, M. Á., CÓRDOBA-CÓRDOBA, S. & SUA-BECERRA, A. 2014. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana 14: 113–150. – HILTY, S.L. & W. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. Traducción al español por H. Álvarez-López. American BirdConservancy, Sociedad Antioqueña de Ornitología y Universidad del Valle, Cali – MCMULLAN, M. &DONEGAN, T. 2014. Field Guide to the Birds of Colombia. ProAves Colombia. – NARANJO, L. G., J. D. AMAYA, D. EUSSE-GONZÁLEZ & Y. CIFUENTES-SARMIENTO (Editores). 2012. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 708 p. – RENJIFO, L. M., GÓMEZ, M. F., VELÁZQUEZ-TIBATÁ, J., AMAYA-VILLAREAL, A. M., KATTAN, G. H., AMAYA-ESPINEL, J. D., & BURBANO-GIRÓN, J. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. – RESTALL, R., C. RODNER & M. Lentino. 2007. Birds of Northern South America: an identification guide. Vol. 1. 880 p. Londres y Yale, University Press. – RODA, J., FRANCO A. M., BAPTISTE M. P., MÚNERA C. & GÓMEZ D. M. 2003. Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia. Pp. 352. – RODRÍGUEZ MAHECHA, J. V. & J. I. HERNÁNDEZ CAMACHO. 2005. Loros de Colombia. Conservation International Tropical Field Guide Series

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	No. 3. – SALAMAN, P. G., DONEGAN, T. & CARO, D. 2009. Lista de aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana 8:1-89. *Identificación de las especies de aves amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:* – IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017. – MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones". Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de aves en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por: – IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2017.3. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017. – Bird Life International. http://www.birdlife.org. Downloaded on 22Oct2017. Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de http://www.cites.org/esp/app/appendices.php. *Revisión de estudios regionales y locales:* – Gallardo, A, O.; J, S, Zuleta & L, R, Peña. 2013. Folleto de aves de Pamplona –Norte de Santander, Colombia. Biólogos, Grupo de investigación de Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia. – Setina, V & D, J, Lizcano, D, M, Brooks & L, F, Silveira. Population density of the helmeted curassow (*Pauxi pauxi*) in Tamá National Park, Colombia. The Wilson Journal of Ornithology 124(2):316–320, 2012. – Armesto, L, O.; R, A, Torrado-Vargas & J, B, Esteban-Llanares. Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb., Vol. 18 nº 1, 2013. – Cáceres, L. F., Moreno, C., Murillo, J. A. y Briceño, E. R. (eds). 2015. Aves Amenazadas en el departamento de Santander. Estrategia regional para su conservación. Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). San Gil, Colombia. pp – CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D.,

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
Mamíferos	*Revisión de las bases de datos disponibles en línea:* – (ICN/ Mamíferos) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Octubre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/ – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org *Revisión de bibliografía científica especializada:* – SOLARI, S. MUÑOZ-SABA, Y. RODRIGUEZ- MAHECHA, J.V, RAMÍREZ-CHAVES, H, E Y TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical 20(2):301-365. – RAMIREZ – CHAVES H & SUAREZ- CASTRO A. 2014. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio Nacional. Notas Mastozoológicas. Sociedad Colombiana de Mastozoología vol 1 Num 2 - 2014 – EISENBERG J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Volume 1: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. 449 p. Chicago, USA. – EMMONS, L.H Y FEER, F. 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. The University of Chicago Press. Chicago. – ALBERICO, M., CADENA, A., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana, 1: 43 – 75. – PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS & D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp. – MORALES-JIMÉNEZ, A. L., F. SÁNCHEZ, K. POVEDA, & A. CADENA. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Guía de campo. Bogotá, Colombia. 248 pp. – TIRIRA, D. G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuadro. p 576. – RODRIGUEZ – MAHECHA J.V., J.I. HERNÁNDEZ-CAMACHO, T.R. DEFLER, M. ALBERICO, R.B. MAST, R.A. MITTERMEIER & A. CADENA. 1995. Mamíferos colombianos: Sus nombres comunes e indígenas. Occasional Papers in Conservation Biology, 3: 1-56.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	– WILSON, D. E.; D. M. REEDER, (Eds.) 2005. Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins UniversityPress, v. 1 y 2 2,142 pp – VOSS, ROBERT S.; EMMONS, LOUISE. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the AMNH; Nº. 230 – LINARES O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad conservacionista Abdudon de Venezuela, Caracas, Venezuela. 691 p. *Para Marsupiales se sigue a:* – CUARTAS-CALLE, C & MUÑOZ-ARANGO. J., 2003. Marsupiales, caenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología. – GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp. *Para roedores a:* – PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS & D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp. *Para primates a:* – DEFLER, T. R. 2004. Primates de Colombia. Serie de guías tropicales de campo. Conservación Internacional Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 543 pp. – DEFLER, T. R. 2010. Historia natural de los primates colombianos -- 2a. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2010. 612 *Para quirópteros a:* – MANTILLA-MELUK, H., JIMÉNEZ-ORTEGA, A.M., BAKER, R.J. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 56 pp. – MANTILLA-MELUK, H., RAMÍREZ-CHAVEZ, H., JIMENEZ- ORTEGA, A.M Y RODRÍGUEZ-POSADA, M. E. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. Therya 5 (1):229-255. – MUÑOZ, J. 2001. Los Murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ed Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia391 pp – VELAZCO, P. M. 2005. Morphological Phylogeny of the bat Genus *Platyrrhinus Saussure*, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. Fieldiana. Zoology, New Series 105 Publication 1535: 1-53.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	– GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp. – SOLARI. S, MARTÍNEZ-ARIAS. V; (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). THERYA, Vol.5(1): 167-196 DOI: 10.12933/therya-14-180 *Para verificar las especies de murciélagos migratorios a:* – SAAVEDRA- RODRIGUEZ C & ROJAZ- DÍAZ V. 2009. Murciélagos migratorios en Colombia, en Plan Nacional de las especies migratorias, (Naranjo L & Amaya J, eds). 1 Edición Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia. Bogotá. Págs 51 a 62. *Para Felinos a:* – PAYÁN GARRIDO, E. Y SOTO VARGAS, C. 2012. Los Felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. 48 pp. Se identifican los mamíferos amenazados teniendo en cuenta las categorías globales de la IUCN (2017) y las categorías nacionales descritas en el libro rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez - Mahecha et al (eds), 2006 y en la Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). *Revisión de estudios regionales y locales:* – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. – Gallardo AO, lizcano DJ. Organización social de una colonia del murciélago *Carollia brevicauda* en un refugio artificial, Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):241-250. – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Deasarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo. – Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón & L, R, Sánchez-Montaño. 2015. Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora:Ursidae) y de *Nasuella olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 839–842. – Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón & J, F, González-Maya. 2016. Diversidad y patrones de actividad de los medianos y grandes

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	mamíferos del Parque Nacional Natural Tamá y su zona de amortiguación, Colombia. Therya, 2016, Vol. 7 (2): 285-298

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

2.3.2.8.1 Fase de campo

Para la caracterización de la fauna silvestre en el Área de Influencia (AI) de la UF1 Variante Pamplona, entre el 11 al 14 de noviembre de 2017, se realizó un muestreo estratificado; de acuerdo con las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área. Con ayuda de la información cartográfica y fotografías aéreas de la zona se escogieron sitios probables de muestreo teniendo en cuenta las coberturas de las tierras presentes, los accesos viales y la disposición a lo largo del área de influencia. Los sitios que se definieron fueron validados en campo y ajustados según las coberturas presentes, los permisos de entrada a los predios y la seguridad.

Con respecto a la selección de las coberturas, se partió de la clasificada según Corine Land Cover para Colombia (Capitulo 5.2 Biótico Flora. Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia), pero para la caracterización de la fauna silvestre y su respectivo análisis se definieron hasta el nivel dos, ya que es un territorio ampliamente transformado y con coberturas muy pequeñas; situación que impidió la realización a cabalidad de los métodos de campo empleados para la caracterización de aves y mamíferos como lo son trampas Sherman y redes de niebla.

Por esta razón, para realizar los muestreos de fauna se agruparon las siguientes coberturas: Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación (Territorios Artificializados), Pastos y Áreas agrícolas heterogéneas (Territorios agrícolas) y Bosques y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Bosques y Áreas seminaturales) debido a la afinidad estructural y a la oferta de recursos que brindan los hábitats a la fauna silvestre presente en el área. En la Tabla 2.33, se muestran las coberturas presentes el AI.

Ahora bien, en relación a las coberturas denominadas Zonas urbanizadas y los Cultivos permanentes, no se realizaron muestreos en ellas, ya que dichas coberturas vegetales tienen una representatividad del 0.40% y 0.07% respectivamente en el área de influencia de la UF1.

Tabla 2.33 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna

NIVEL		Símbolo	Fotografía
1	2		
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	*Zi*	Coordenadas: Este: 1160211; Norte:1309227. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	*Pa*	Coordenadas: Este: 1159795; Norte: 1308154. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	*Aah*	Coordenadas: Este:1159244; Norte: 1309278. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	*Bos*	

NIVEL		Símbolo	Fotografía
1	2		
			Coordenadas: Este1159257; Norte: 1308552. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	*Avha*	Coordenadas: Este: 1159773; Norte: 1309289. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de anfibios y reptiles para su caracterización en el AI (Tabla 2.34, Figura 2.16 y Figura 2.17; Anexo 1A.GDB Fauna UF1).

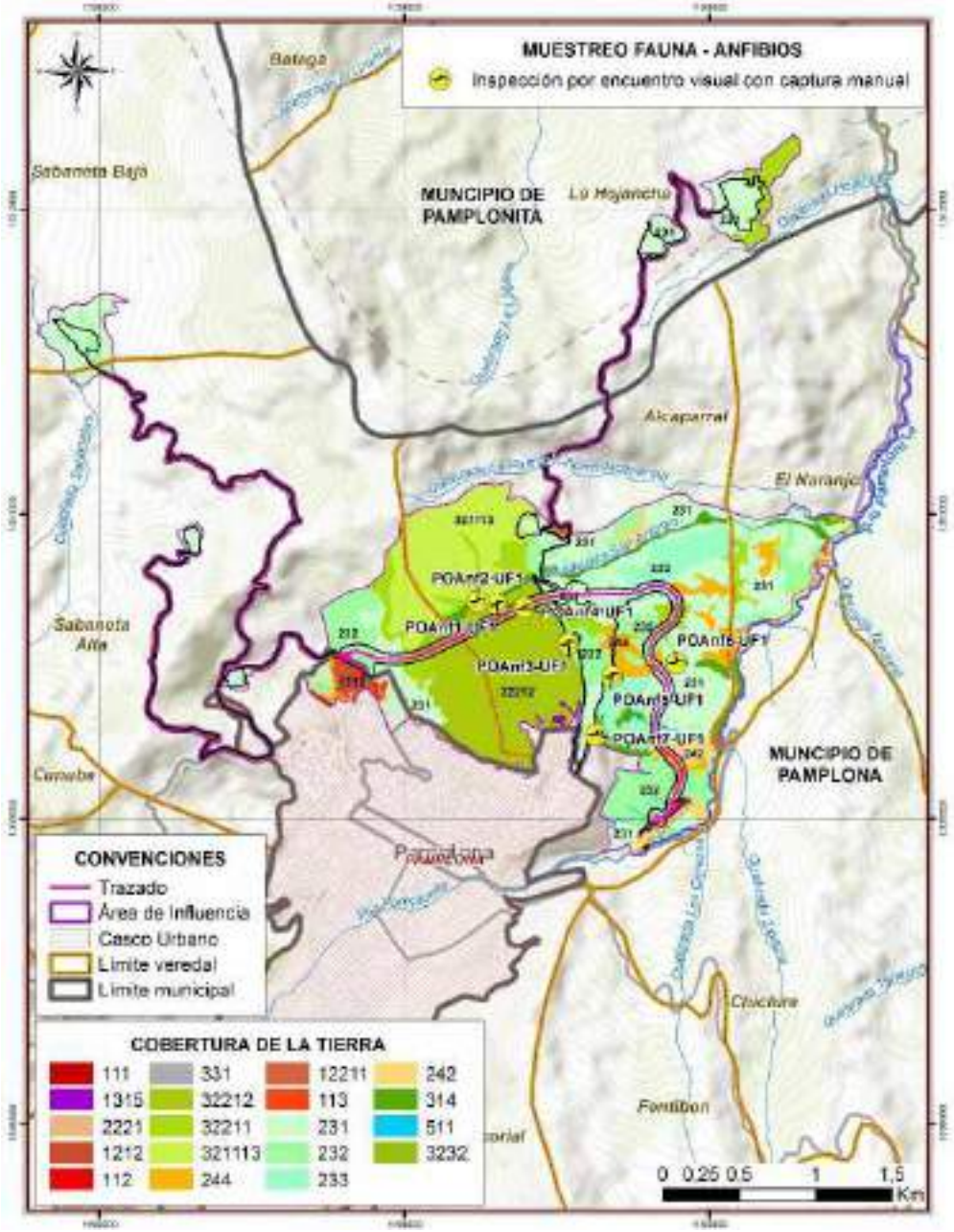
Tabla 2.34 Puntos de muestreo del grupo de Anfibios y Reptiles registrados en la UF1

	Método	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				Este	Norte
ANFIBIOS Y REPTILES	Inspección por encuentro visual con captura manual	*POAnf1-UF1	*Avha*	1158607	1309405
		*POAnf2-UF1	*Avha*	1158481	1309429
		*POAnf3-UF1	*Avha*	1159077	1309147
		*POAnf4-UF1	*Avha*	1158789	1309384
		POAnf5-UF1	*Pas*	1159363	1308933
		POAnf6-UF1	*Pas*	1159785	1309022
		POAnf7-UF1	*Bos*	1159257	1308552
		*PORep1-UF1	*Avha*	1158607	1309405
		*PORep2-UF1	*Avha*	1158481	1309429
		PORep3-UF1	*Avha*	1158723	1309413
		PORep4 -UF1	*Pas*	1159104	1309078
		PORep5-UF1	*Pas*	1159807	1308980
		PORep7-UF1	*Pas*	1159462	1308299
		PORep8-UF1	*Pas*	1159795	1308154
		PORep9-UF1	Pas	1159300	1308889
*Puntos con éxito de captura					

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

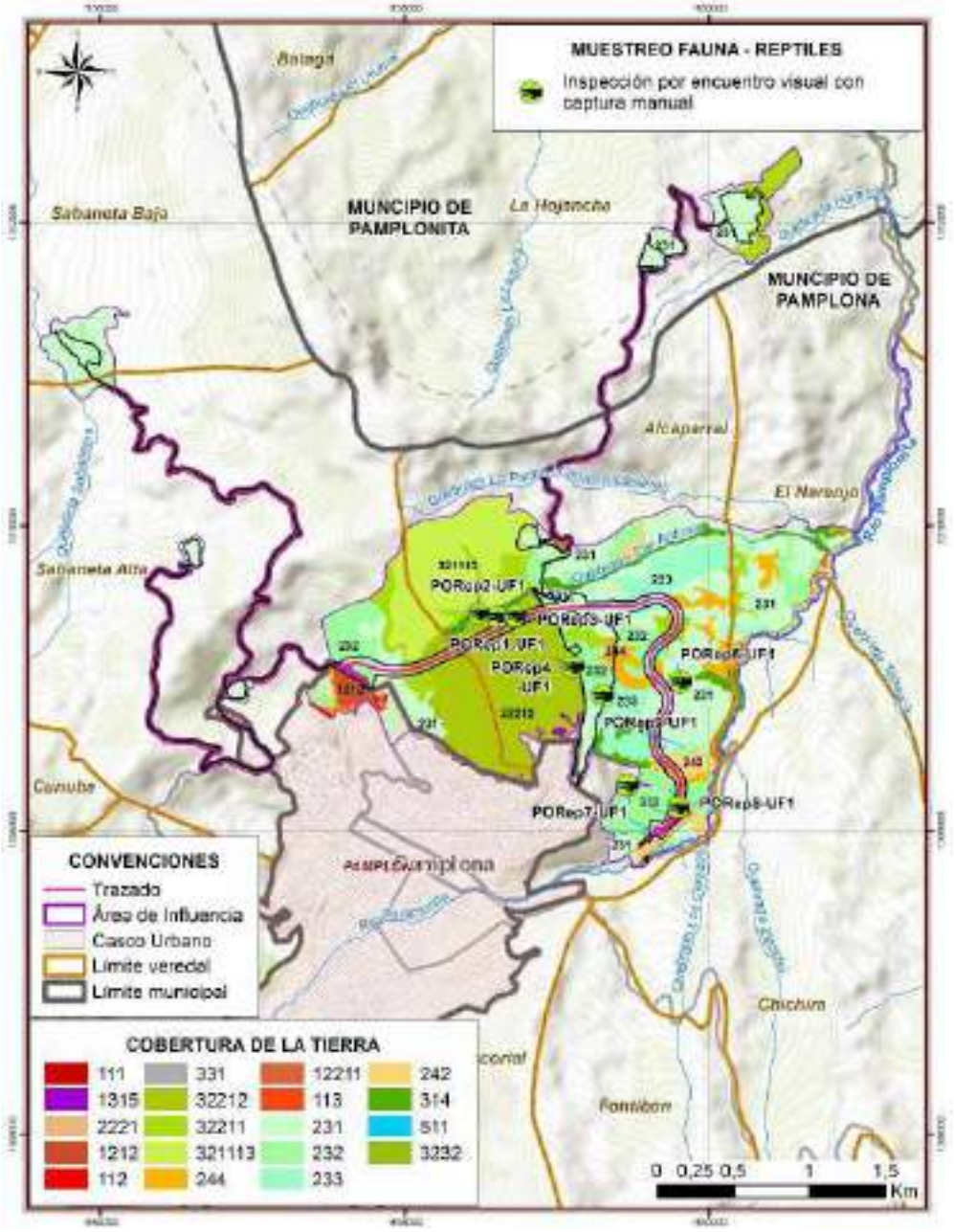
Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la Tabla 2-27 y Figura 2-16 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura 2.16 Sitios de muestreo de Anfibios



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Figura 2.17 Sitios de muestreo de Reptiles



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de aves para su caracterización en el AI de la UF1 (Tabla 2.35, Figura 2.18; Anexo 1A GDB Fauna UF1).

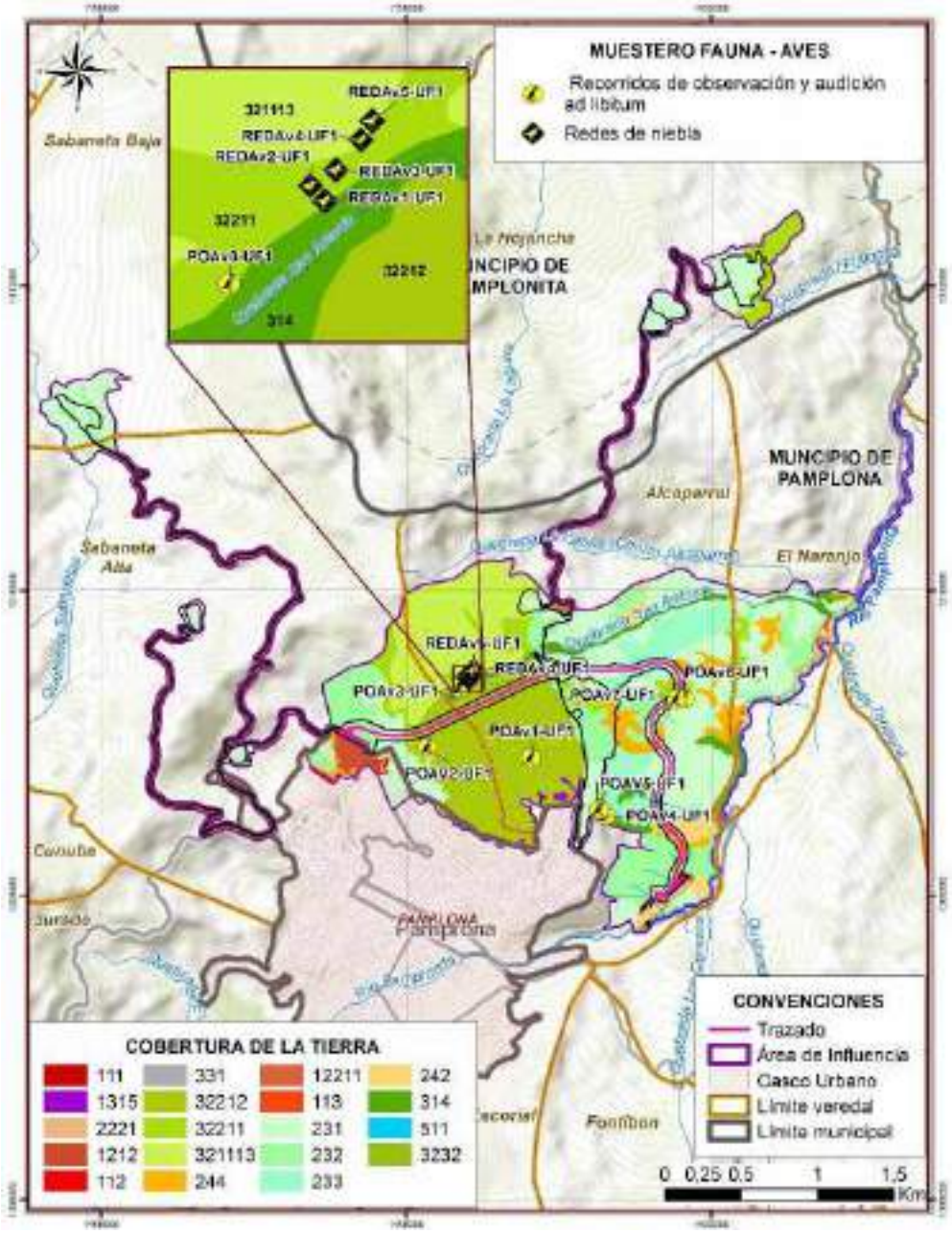
Tabla 2.35 Puntos de muestreo del grupo de aves registradas en la UF1

	Método	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				Este	Este
AVES	Recorridos de observación y audición ad libitum	*POAv1-UF1	*Avha*	1158823	1308906
		*POAV2-UF1	*Avha*	1158140	1308970
		*POAv3-UF1	*Avha*	1158350	1309369
		*POAv4-UF1	*Pa*	1159310	1308521
		*POAV5-UF1	*Bos*	1159266	1308564
		*POAv6-UF1	*Avha*	1159823	1309292
		*POAv7-UF1	*Avha*	1159773	1309289
	Redes de niebla	*REDAv1-UF1	*Avha*	1158410	1309421
		REDAv2-UF1	*Avha*	1158401	1309431
		REDAv3-UF1	*Avha*	1158417	1309441
		REDAv4-UF1	*Avha*	1158433	1309460
		REDAv5-UF1	*Avha*	1158440	1309472
*Puntos con éxito de captura					

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la tabla 2-28 y figura 2.18 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura 2.18 Sitios de muestreo de Aves



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de mamíferos para su caracterización en el AI (Tabla 2.36 , Figura2.19, Figura2.19 y Anexo 1A.GDB Fauna UF1).).

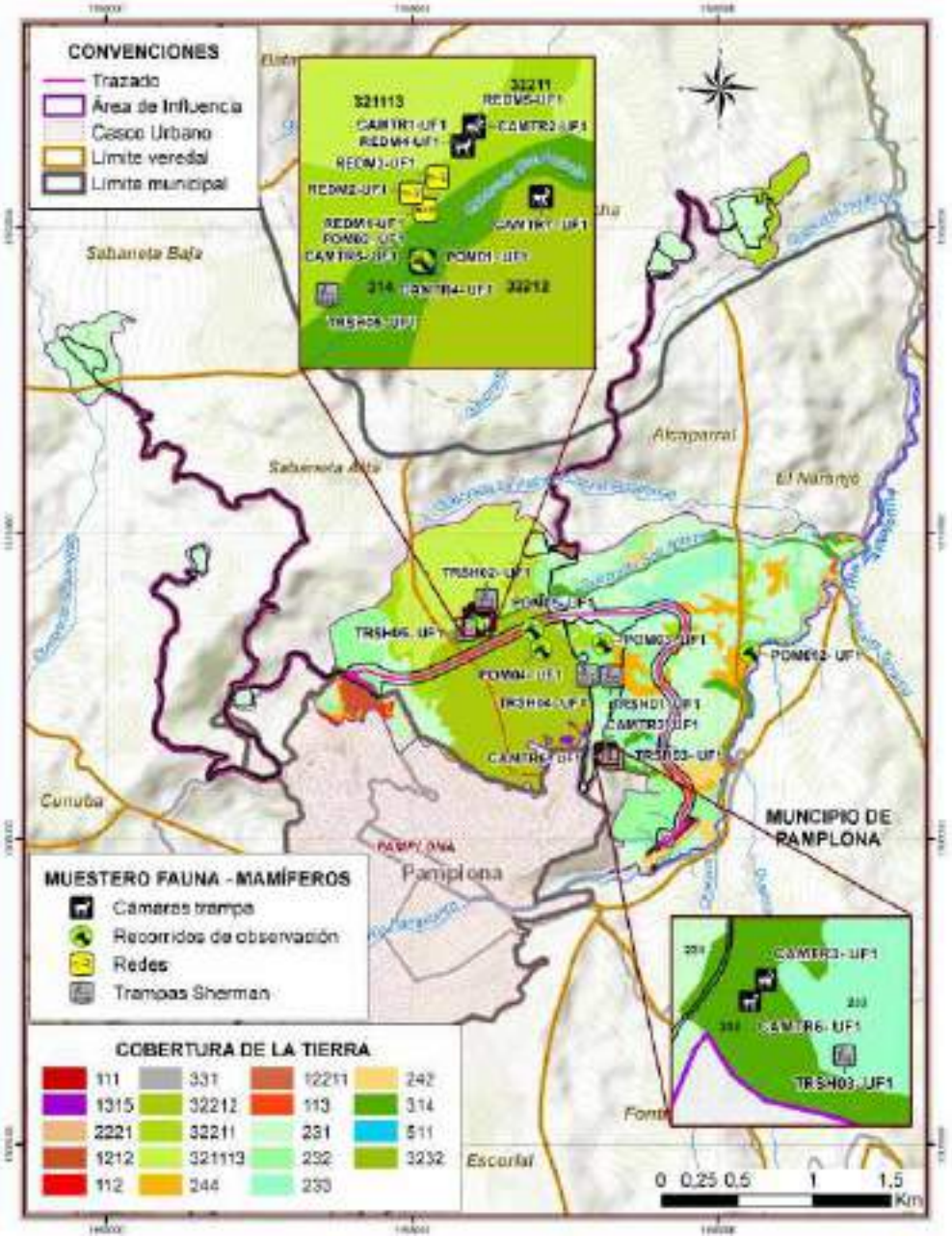
Tabla 2.36 Puntos de muestreo del grupo de mamíferos registrados en la UF1

	Método de Muestreo	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				ESTE	NORTE
MAMÍFEROS	Redes	REDM1-UF1	*Avha*	1158410	1309421
		REDM2-UF1	*Avha*	1158401	1309431
		REDM3-UF1	*Avha*	1158417	1309441
		REDM4-UF1	*Avha*	1158433	1309460
		REDM5-UF1	*Avha*	1158440	1309472
	Cámaras trampa	*CAMTR1-UF1	*Avha*	1158433	1309460
		*CAMTR2-UF1	*Avha*	1158440	1309472
		CAMTR3- UF1	*Bos*	1159266	1308564
		CAMTR4- UF1	Bos	1158409	1309389
		CAMTR5- UF1	Bos	1158407	1309390
		CAMTR6- UF1	*Bos*	1159257	1308552
		CAMTR7- UF1	*Avha*	1158481	1309429
	Recorridos de observación	POM01- UF1	Bos	1158409	1309389
		*POM02- UF1	Bos	1158407	1309390
		*POM03- UF1	*Avha*	1159244	1309278
		POM04- UF1	*Avha*	1158846	1309245
		*POM05- UF1	*Avha*	1158788	1309370
		*POM012- UF1	*Zi*	1160209	1309227
	Trampas Sherman	TRSH01- UF1	*Pa*	1159304	1309061
		TRSH02- UF1	*Avha*	1158488	1309564
		TRSH03- UF1	*Pa*	1159310	1308521
		TRSH04- UF1	*Pa*	1159146	1309070
		TRSH05- UF1	*Avha*	1158350	1309369
*Puntos con éxito de captura					

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la tabla 2.29 y figura 2.19 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura2.19 Sitios de muestreo de Mamíferos



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

2.3.2.8.2 Metodología aplicada en campo

Teniendo en cuenta la información recopilada de cada uno de los grupos de vertebrados el presente estudio sigue el tratamiento taxonómico de la siguiente manera:

- **Anfibios y Reptiles**

Teniendo en cuenta la información recopilada de cada uno de los grupos de vertebrados en estudio el presente estudio sigue el tratamiento taxonómico de la siguiente manera:

Anfibios: Las especies se encuentran organizadas de acuerdo con el sistema de clasificación de Frost et al., (2006) y para los últimos cambios taxonómicos Frost (2017) (Amphibian Species of the World).

Reptiles: Se tiene en cuenta los documentos de Peters & Orejas-Miranda (1986), Peters & Donoso-Barros (1986) y Uetz y P. Jirí Hošek (2015) (The Reptile Database revisada en 2017). Las revisiones más específicas se hicieron basadas en Ayala (1986).

Ahora bien, los recorridos se hicieron con trabajos diurnos y nocturnos, con horas de actividad en la mañana (8:00-11:00), en la tarde (15:00- 17:00) y noche (18:00 a 21:00) cuando fue posible, cada recorrido fue realizado por un (1) biólogo en las coberturas mencionadas anteriormente. Cuando se hicieron los muestreos nocturnos fueron enfocados en los posibles lugares de reproducción.

Durante los recorridos de observación se hicieron búsquedas minuciosas en los microhábitats presentes a lo largo de los recorridos (Fotografía 2.7), como debajo de piedras, troncos caídos, hojarasca acumulada, dosel bajo, huecos en troncos en pie, grietas en rocas, orilla de quebradas, entre otros, con el fin de aumentar la probabilidad de encuentro de individuos. También se prestó atención a los cantos de los machos reproductivos de las especies de anuros.

Fotografía 2.7 Búsqueda de individuos de anfibios y reptiles.

Coordenadas: Este: 1159606; Norte 1308620.
Vereda Alcaparral (Pamplona).
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Durante cada recorrido, una vez detectado un individuo (de manera visual o auditiva), se procedió a tomar el registro fotográfico en el sitio original de encuentro, luego fueron capturados, siempre que fuera posible, fotografiados e identificados en campo (Anexo 5.2.2.3 Plantilla de registros diarios). Los especímenes se liberaron en el mismo sitio en donde fueron encontrados. Adicionalmente, por cada individuo escuchado, observado y/o

capturado se tomó la coordenada geográfica con ayuda de un GPS y se levantó información sobre el microhábitat y cobertura vegetal.

- **Aves**

El estudio de la avifauna se llevó a cabo, mediante la combinación de dos métodos basados en Stiles y Roselli (1998) y Stiles y Bohórquez (2000), aplicando técnicas de captura con redes de niebla y la realización de recorridos de observación y audición ad libitum (detección visual y auditiva).

En este contexto, a continuación, se describe la metodología que se empleó para hacer el registro de la avifauna en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona:

- Captura con redes de niebla

La instalación de las redes de niebla estuvo condicionada por el alto grado de intervención antrópica, lo cual permitió la instalación de cinco redes de niebla de 12 x 3 metros, ojo de malla de 12 mm, en horas de la mañana 7 a 10 am. Las redes se colocaron a una distancia variable lo suficientemente concentradas como para no tardarse más de 10 minutos en revisarlas, haciendo dicha revisión cada 20 minutos, de acuerdo con lo sugerido por Córdoba et al. (2004) y Ralph et al. (1997).

Una vez capturadas, las aves fueron retiradas cuidadosamente de la red para evitar mayor perturbación. Para todo espécimen capturado e identificado se registró fecha, hora, se obtuvo el registro fotográfico (Anexo 5.2.2.3 Plantilla de registros diarios). Todos los especímenes fueron liberados en el mismo sitio de captura, asegurando el buen estado de salud de los mismos (Fotografía 2.8 y Fotografía 2.3).

Fotografía 2.8 Instalación de redes de niebla

Coordenadas: Este: 1158410; Norte: 1309421. Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fotografía 2.9 Extracción de individuos de las redes de niebla

Coordenadas: Este: 1158410; Norte: 1309421.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Recorridos de Observación

Los recorridos para detectar especies de aves mediante detección visual o auditiva, es considerada como la técnica central para evaluar de forma costo/efectiva la biodiversidad de aves en las regiones tropicales (Terborgh et al. 1990; Parker et al. 1991; Bibby et al. 2000; Gregory et al. 2004; Herzog et al. 2016) y la más utilizada en evaluaciones rápidas de la biodiversidad en Colombia (Villareal et al. 2004).

Un (1) biólogo especialista en aves realizó siete (7) recorridos (cada uno de un kilómetro) en tres (3) días en las coberturas vegetales presentes en el área de influencia del proyecto. Cada recorrido fue realizado durante las horas de mayor actividad de las aves; es decir, en la mañana entre las 06: 00 y las 11: 00 horas, y al finalizar la tarde entre las 15: 00 y las 18: 00 horas, cuando fue posible, se realizaron observaciones libres (*Ad libitum*) con el fin de detectar especies y bandadas mixtas no registradas en los recorridos.

Se utilizaron textos guía de aves como: Field Guide to the Birds of Colombia (McMullan & Donegan, 2014), Guía de aves de la Orinoquia colombiana (McNish, 2007), Guía de aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001) y Birds of the Northern of South America (Restall, Rodner & Lentino 2007), facilitando de esta manera la identificación de las especies en campo.

- **Mamíferos**

Para caracterizar la estructura y composición de los mamíferos en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, fue necesario hacer uso de diferentes metodologías, con el fin de registrar especies terrestres y voladoras.

- Captura trampas Sherman

Para el monitoreo y registro de mamíferos medianos y pequeños no voladores, se instalaron 50 trampas Sherman (Fotografía 2.10) en las coberturas vegetales seleccionadas, durante tres (3) días seguidos, en transectos colocando 10 trampas por cada estación. Las trampas fueron ubicadas a nivel del suelo, cubiertas con hojarasca para camuflarlas entre la vegetación y así incrementar el éxito de captura. Los sitios identificados para su instalación se determinaron mediante la observación de los senderos, madrigueras y sitios propicios para el uso y tránsito de las especies, evitando que las trampas quedaran expuestas a la radiación solar directa y evitar la muerte de los individuos por calor excesivo. Para cebar las trampas se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla.

Fotografía 2.10 Ubicación de trampas Sherman

Coordenadas: Este: 1159244; Norte: 1309278.
Vereda Alcaparral (Pamplona).
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las trampas fueron colocadas el día uno (1) en la mañana, georreferenciadas y cebadas el mismo día. Estas fueron revisadas al día siguiente, repitiendo el proceso hasta cumplir las 72 horas por punto de muestreo. En el caso de obtener capturas, las trampas fueron retiradas y lavadas con agua y cepillo, luego fueron colocadas en la misma estación, pero en diferente lugar. Los animales capturados se introdujeron en bolsas de tela y se les tomaron medidas morfométricas convencionales como: longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, longitud del antebrazo y peso. Todos los mamíferos fueron identificados preliminarmente en campo con ayuda de guías y liberados, en el mismo lugar en el que fueron capturados

- Captura redes de Niebla

Para la captura de mamíferos voladores (Quirópteros) se instalaron cinco (5) redes, durante tres (3) días consecutivos a partir de las 17:30 hasta las 20:30 aproximadamente en puntos que se consideraron relevantes en las coberturas de interés, tales como corredores de

vuelo, bordes de las coberturas vegetales o las zonas de transición entre dos (2) coberturas y zonas húmedas (Fotografía 2.11). Las redes fueron revisadas cada 20 minutos.

Fotografía 2.11 Instalación de redes de niebla

Coordenadas: Este: 1158401; Norte: 1309431.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Cámaras trampa

Para la captura de medianos a grandes mamíferos se implementó la instalación de siete (7) cámaras trampa, durante tres (3) días. Estas cámaras permiten el reconocimiento de animales grandes y medianos que son difíciles de observar directamente, por sus hábitos nocturnos o esquivos.

Para la ubicación de las cámaras trampa se realizó un recorrido previo para la identificación de madrigueras y senderos de fauna, así como cuerpos de agua cercanos; adicionalmente, se consideró el grosor del árbol o el sustrato en el que se ubicaron (procurando que fueran rectos y de grosor medio). Al momento de programar las cámaras trampa, se tuvo en cuenta las condiciones ambientales del punto (temperatura, humedad, fase lunar), ajustándose al patrón de movimiento de las especies en estudio. Luego de identificados los puntos, se procedió a la instalación de las cámaras trampa, su activación, georreferenciación y marcaje.

Se colocaron en la mañana del día uno (1) y fueron cebadas algunas con carne, fruta y esencias comestibles. Una vez se retiraron las cámaras se descargó la información a un computador para su análisis e identificación (Fotografía 2.12).

Fotografía 2.12 Instalación de cámaras trampa

Coordenadas: Este: 1158433; Norte: 1309460.
Vereda Alcaparral (Pamplona).
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Recorridos de Observación

Se realizaron recorridos *ad libitum*, tanto diurnos como nocturnos, en los cuales se registraron las especies observadas. Se fotografiaron los animales cuando fue posible. Se georreferenciaron los puntos y se registró la mayor cantidad de información ecológica y etológica (tamaño de grupo, interacciones, dieta, sustrato, tipo de árbol, comportamiento, vocalizaciones, etc.). Asimismo, durante los recorridos se registraron evidencias indirectas tales como vocalizaciones, tomando sólo aquellas que fueron claramente identificables y zonas de importancia ecológica para los animales como madrigueras, comederos, zonas de descanso, etc.

Los métodos indirectos se basaron fundamentalmente en la identificación, interpretación y análisis de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades. Los rastros son señales o pistas de la actividad de un animal en cualquier lugar, estos pueden ser voluntariamente ubicados por los animales tales como señales de marcaje (señales químicas, territorio, heces, orina), indicios de actividad reproductiva (estro, celo, feromonas), indicios de actividad física (uñas, cuernos, astas), entre otros, o pueden ser dejados involuntariamente por ellos, tales como heces, huellas, madrigueras, comederos, hozaderos, restos, etc.

Los rastros proporcionan información valiosa sobre la presencia y estado de un individuo o una población particular, que de otra manera sería muy difícil de obtener, en ocasiones puede ser el único método que permite inferir la presencia de una especie de mamífero en la zona. Una vez detectado el rastro se procede a fotografiar siempre con un objeto de medida conocida y a identificar hasta el máximo nivel taxonómico posible a través de guías especializadas, experiencia previa de los investigadores y de los auxiliares de campo (Anexo 5.2.2.3 Plantillas de registro diario), ver Fotografía 2.13.

Fotografía 2.13 Recorridos de observación y búsqueda de rastros

Coordenadas: Este: 1158788; Norte: 1309370.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Entrevistas

Con el fin de tener conocimiento de los usos que se le da a la fauna silvestre (herpetos, aves y mamíferos), se elaboraron encuestas semiestructuradas a la población residente en el área de estudio (Anexo 5.2.2.5 Entrevistas de fauna). Es importante resaltar que este último método de levantamiento de información en campo ayuda a enriquecer el listado de especies, aunque no permite conocer la abundancia de las mismas. (Fotografía 2.14).

Fotografía 2.14 Realización de entrevistas

Coordenadas: Este: 1159310; Norte: 1308521.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.2.8.3 Análisis de la Información

A continuación, se presenta el análisis de la información a partir de la información secundaria y la información levantada en campo.

- **Efectividad del muestreo**

Con el fin de establecer la representación en la comunidad de las especies registradas mediante el muestreo directo; se analizó la tasa de encuentro de especies en el muestreo, mediante la realización de curvas de acumulación de especies; a partir de las cuales se estimó la máxima riqueza esperada en la comunidad de acuerdo con el comportamiento de la curva a través del muestreo.

Una vez preparadas las matrices de datos, se construyeron las curvas de acumulación de especies con el fin de establecer qué porcentaje de la biodiversidad fue detectado mediante las técnicas de muestreo empleadas. A continuación, se describen los estimadores más utilizados para este análisis:

Tabla 2.37 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo

Parámetro	Fórmula	Descripción
S obs (Observado)	$\mathbf{E(S) = \sum_{1}^{n} 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}}$ E(S) = Número de especies encontradas en el tamaño n de muestra N = Número total de individuos en la muestra n = Tamaño de muestra estandarizado Ni = Número de individuos en la i-ésima especie	Representa la cantidad de especies en promedio que se puede esperar en cada muestra si la forma en que se acumulan es aleatoria. Es decir, estima la tasa de encuentro de acuerdo con los datos experimentales, y genera una curva con la riqueza que se presentaría para cada muestra n.
Chao 1	$\mathbf{S_{chao} = S_{obs} + \frac{F^2}{2D}}$ S obs = riqueza observada F = Singletons D = Doubletons	Estima la riqueza máxima esperada en la comunidad de acuerdo con la tasa de acumulación observada a través de las muestras. Se basa en la aparición de *Singletons* (especies con un solo registro en el muestreo) *y Doubletons* (Especies con dos registros en el muestreo).
Chao 2	$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$ L= Número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas) M= Número de especies que ocurren exactamente dos muestras	Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras)
ICE	$ICE = 1 - F_1/N_{rare}$ Donde: *F1* es la frecuencia de especies con exactamente un solo individuo (singletons).	Incidence-based Coverage Estimator of species richness) Basado en el número de incidencias (ocurrencias) de las especies “infrecuentes”. El nivel de incidencia para el cual una especie se considera “infrecuente” debe ser definido por el investigador

Parámetro	Fórmula	Descripción
	N rare es el número total de especies raras (con menos de 10 individuos en toda la muestra).	(se suele recomendar usar 10 como valor umbral).
Jacknife 1	$\mathbf{S_{Jack\ 1} = S_{Obs} + L\frac{m-1}{m}}$ S obs = riqueza observada L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra m = Número de muestras	Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m.
Jacknife 2	$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$ S obs = riqueza observada L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra m = Número de muestras	Se basa en el número de especies que ocurren solamente en la muestra, así como en el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.
Bootstrap	$S_{Bootstrap} = S_{Obs} + \sum(1-p_j)^n$ S obs = riqueza observada pj = proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j	Este estimador de la riqueza de especies se basa en pj, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Finalmente se compara la riqueza registrada con la riqueza máxima esperada para la comunidad, a través de una proporción de ésta última. Adicionalmente, la riqueza máxima esperada también constituye un estimador de qué tan diversa es la comunidad sin llegar a conocer todas las especies, y permite la comparación con estudios que tengan una diferente intensidad de muestreo, dado que se estima la riqueza encontrada en cada muestra.

Los datos para la construcción de las curvas de acumulación se obtienen desde el análisis hecho en el programa EstimateS V 9.

- **Análisis de la diversidad alfa y beta**

La biodiversidad se refiere a la variabilidad de los elementos vivientes, que se da a lo largo de muchos niveles de organización, y en todo tipo de ambientes, de manera que se presenta desde lo molecular hasta los ecosistemas (Moreno, 2001). Sin embargo, en este caso se analiza la variabilidad entre especies, el nivel de organización más ampliamente analizado en el campo biológico.

Por otra parte, las especies no se encuentran aisladas en un entorno, sino que varían en diferentes escalas geográficas, en este sentido, la diversidad alfa hace referencia a aquella

variabilidad a nivel local entre unidades del paisaje que se consideren homogéneas, mientras que la diversidad beta se refiere al recambio de especies entre las unidades consideradas (Moreno, 2001).

La biota en una unidad puede caracterizarse a través de propiedades como la riqueza y estructura; cuantificables mediante el uso de estimadores, que hacen una aproximación al estado de la comunidad, en cuanto a la cantidad de especies, y la abundancia proporcional entre ellas. Los siguientes son los índices más utilizados para el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades de fauna silvestre:

Tabla 2.38 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna

Propiedad	Índice	Fórmula	Descripción
Riqueza	Riqueza específica	S= Nº de especies	Número total de especies en la comunidad
Estructura	Dominancia de Simpson (1-D)	$\mathbf{D} = \frac{\sum_{i=1}^{S} \mathbf{n_i(n_i - 1)}}{\mathbf{N\,(N-1)}}$ S = número de i especies N = total de organismos presentes n = número de ejemplares por especie	Probabilidad de seleccionar dos individuos al azar, que sean de la misma especie. Se basa en la representatividad de las especies con mayor abundancia, sin tener en cuenta, la contribución de las demás. Se trata de un indicativo del tipo de estructura, más que de diversidad de la comunidad. Es un estimador robusto, que se comporta bien con muestras pequeñas.
	Shannon-Wiener	$\mathbf{H'} = -\sum \mathbf{p_i \ln p_i}$ p_i= Abundancia proporcional de la especie i	Indica la incertidumbre de conocer la especie de un individuo tomado al azar, y se basa en la igualdad en dominancia de las especies de la muestra. Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras; e indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Es un índice de la estructura de la comunidad, que varía de cero a logaritmo natural de la riqueza
	Margalef	DMg= (s-1)/InN S=número de especies N= número total de individuos	Utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Los patrones de uso y el recambio de especies entre unidades, por su parte puede analizarse mediante la diferenciación, o inversamente mediante la similitud entre las coberturas. La diversidad beta se analiza a partir de la proporción de similitud entre ellas a través del índice de Bray-Curtis, que se basa en matrices de abundancias. El análisis permite determinar el grado de similitud entre grupos de cobertura, evaluado en una escala de 0 a 1, que varía proporcionalmente con la cantidad de especies compartidas (Moreno, 2001):

$$\boldsymbol{BC_{ij}} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde;
Cij= La suma de los valores más bajos solo para aquellas especies comunes para ambos sitios.
Si=Número total de especímenes contados en el sitio i.
Sj=Número total de especímenes contados en el sitio j.

Las gráficas con la del análisis de disimilitud de Bray-Curtis se realizó en el programa PAST v 3.1.

También se empleó el estimador de Whittaker, el cual se basa en datos cualitativos (presencia-ausencia de las especies) y describe la diversidad Gamma como la integración de las diversidades Beta y Alfa, por lo que Beta puede calcularse como la relación entre Gamma versus Alfa. Este índice ha probado ser el más robusto para medir reemplazo entre comunidades (Magurran, 1988).

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Donde:

β= Beta
S= número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)
α = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Las gráficas con la del análisis del estimador de Whittaker se realizó en el programa PAST v 3.1.

- **Asociación a coberturas de la tierra y estructura trófica**

Se realizó la asociación de los taxones a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto, con el objetivo de determinar aquellas coberturas de mayor importancia dentro del área estudiada. Adicionalmente, con base en información secundaria se establecieron grupos tróficos de acuerdo con el tipo de alimento de preferencia en las especies, lo cual se presenta en la caracterización del área de influencia. Para cuantificar su importancia dentro de la comunidad se establece el número de especies y registros

dentro de cada grupo. Adicionalmente se revisó la especificidad trófica de las especies registradas, de acuerdo con su disponibilidad en la bibliografía.

- Especies de interés: endémicas, casi endémicas, migratorias, amenazadas, de interés cultural y/o comercial

Dentro de las especies registradas en un área en particular; resultan de interés aquellas que presentan algún grado de vulnerabilidad ya sea por encontrarse en peligro de extinción, por su valor comercial, por presentar estrechos rangos de distribución o por su tendencia a la declinación poblacional. Por lo anterior se identificaron las especies probables amenazadas, endémicas, migratorias y/o de interés comercial.

La Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), con la ayuda de expertos en cada grupo, realiza una evaluación del estado poblacional de diferentes especies; las cuales clasifica en ocho diferentes categorías de acuerdo con su nivel de vulnerabilidad a la extinción:

Extinto (EX): Se asigna cuando no queda duda que el último individuo existente del taxón ha muerto.

Extinto en estado silvestre (EW): Se trata de un taxón cuyos ejemplares solo sobreviven en cautividad, y la búsqueda exhaustiva en su ambiente natural no ha detectado individuos.

En peligro crítico (CR): Se considera que el taxón presenta una probabilidad extremadamente alta de extinción en estado silvestre.

En peligro (EN): Se asigna cuando el taxón presenta un riesgo muy alto de extinción en su estado silvestre.

Vulnerable (VU): Se le considera bajo una probabilidad alta de extinción en estado silvestre.

Casi amenazado (NT): Se da cuando un taxón no cumple los criterios para catalogarse como amenazado de extinción (CR, EN, VU) pero se estima que lo haga en un futuro cercano.

Preocupación menor (LC): Este tipo de taxones son muy abundantes y de amplia distribución por lo que su probabilidad de extinción es muy baja.

Datos insuficientes (DD): Se asigna a taxones cuya distribución y abundancia no está bien estudiada; a pesar de que no es una categoría de amenaza, se ha recomendado darle la misma prioridad de conservación hasta que se tenga información suficiente para hacer una correcta evaluación.

Considerando como amenazadas solo las categorías de “en peligro crítico”, “en peligro” y “vulnerable”. Sin embargo, este ente internacional recomienda que las especies con datos deficientes o aquellas no evaluadas, tengan la misma prioridad de protección que las amenazadas hasta que se clarifique su estado de conservación.

Este esquema de clasificación ha sido adoptado a nivel nacional para evaluar el estado de las especies; no obstante, la categoría asignada puede diferir dependiendo de las condiciones particulares de la especie en el país. En este sentido, también se revisó la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Libros Rojos, que resumen la asignación de categorías de amenaza en el país, de acuerdo con la evaluación elaborada por expertos en cada grupo zoológico.

Por otra parte, la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 04 de octubre del 2017) también realiza un listado de especies con una alta vulnerabilidad, en este caso basado en su valor comercial real o potencial; las cuales ha incluido en tres diferentes apéndices de acuerdo con su riesgo de extinción y nivel de comercialización:

Apéndice I: Se incluye especies sobre las cuales recae un mayor riesgo de extinción, su comercialización se encuentra prohibida.

Apéndice II: Comprende especies que no se hallan bajo amenaza de extinción, pero su comercialización indiscriminada puede resultar en una disminución de su viabilidad poblacional.

Apéndice III: Presentan un nivel de amenaza bajo o nulo, sin embargo, su comercialización exige una reglamentación que asegure el aprovechamiento sostenible de la especie.

Las especies endémicas, caracterizadas por su baja capacidad de dispersión, altos requerimientos de hábitat o aislamiento geográfico sólo se presentan en una pequeña localidad y restringidos a un solo país; por lo que sus poblaciones generalmente son escasas y su éxito reproductivo bajo (Begon et al. 2006).

Para las especies endémicas, casi endémicas, amenazadas y casi amenazadas se buscó información sobre áreas de importancia para la cría, alimentación y reproducción.

La tendencia de disminución poblacional adicionalmente puede ser observada en las especies con hábitos migratorios, dado que la pérdida de hábitat en toda su ruta, las afecta en una amplia escala espacial (Fundación ProAves, 2009, Naranjo et al. 2012). Se revisó el reporte de especies migratorias para el área de influencia del proyecto, de acuerdo a la bibliografía disponible de cada especie.

2.3.2.9 Ecosistemas Acuáticos

Los métodos establecidos para la caracterización de comunidades hidrobiológicas en el área de influencia del presente estudio, tiene como objetivo la obtención de datos representativos acerca del estado de los ensamblajes acuáticos. Aspectos como su composición, estructura, diversidad, distribución espacial y temporal; así como, de su historia de vida: gremios tróficos, tipos de migraciones, hábitats, especies de importancia comercial y ecológica, así como especies bioindicadoras, en veda y amenazadas.

Los métodos aquí descritos, se enmarcan en los procedimientos y técnicas establecidas en los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (secciones 10200, 10300, 10400, 10500 y 10600) (APHA, AWWA & WEF, 2012), y de manera específica, se complementarán con métodos e información académica particular para cada región y tipo de hábitat.

Adicionalmente, la presente metodología, busca cumplir los requerimientos exigidos en los Términos de Referencia para Elaboración de Estudios Ambientales en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles- M-M-INA-02, (MINANBIENTE, 2015). Siendo además guiados por lo estipulado en la Metodología General de para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010).

2.3.2.9.1 Etapa de campo

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos se planteó el muestreo de fitoplancton, zooplancton, algas del perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas y peces, a realizar en estaciones de muestreo en los cuerpos de agua definidos de acuerdo con sus características y grados de intervención, con el propósito de determinar la composición, estructura y diversidad de todas las comunidades. Así mismo, establecer posibles relaciones con el estado físico – químico de las aguas y aplicar índices de bioindicación.

Antes de iniciar con la recolección de muestras de las diferentes comunidades hidrobiológicas se realizó un recorrido en el punto de muestreo con el fin de reconocer diferentes microhábitats o coriotopos, que permitieran la obtención de muestras representativas. A continuación, se presentan los métodos seguidos para el muestreo de los ensamblajes de la biota acuática:

- **Plancton (fitoplancton y zooplancton)**

  - Método de captura

La colecta de la muestra de los organismos planctónicos se realizó empleando redes que consisten en una malla en forma cónica con un recipiente en uno de sus extremos, el cual permite filtrar grandes volúmenes de agua, de esta forma los organismos suspendidos en aquel volumen de agua quedan concentrados en el recipiente (Fotografía 2.15).

El diámetro de poro de la malla es variable y diferente según la comunidad que se quiere estudiar: para las muestras de fitoplancton se utilizaron mallas con un poro de 20 µm, esto con el objeto de obtener una mayor representatividad de la comunidad planctónica al ser poco selectiva; para las muestras de la comunidad zooplanctónica se utilizó una malla con un tamaño de poro de 80 µm, con lo que fue posible colectar gran parte de los grupos representativos tales como rotíferos, cladóceros y copépodos (APHA, 2005).

El agua filtrada en las mallas fue tomada directamente del cuerpo de agua mediante un recipiente aforado con lo cual se evaluó un volumen de agua conocido que pasó a través de ella.

Fotografía 2.15 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)

Fuente: C.I.M.A., 2018.

- Preservación y transporte de muestras

Al terminar de filtrar, la malla fue lavada con un atomizador con agua, el material concentrado en el cono se almacenó en frascos de 500 ml. Las muestras de fitoplancton fueron preservadas en solución de Lugol, mientras que las muestras de zooplancton se preservaron en solución de formol al 10%. Cada muestra contó con etiquetas de campo que detallan los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado se transportó en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas.

- **Perifiton**

- Método de captura

Para el muestreo del perifiton se identificarán elementos del sustrato que sirvieran de puntos de fijación y establecimiento. Estos elementos fueron piedras, hojarasca y detritos. Se retiraron los elementos a muestrear con cuidado de no perder el material de estudio. Se realizó un raspado suave, superficial sobre el sustrato utilizando un cuadrante de 9 cm^2 y un cepillo (Fotografía 2.16). Se limpió suavemente el área del cuadrante y se almacenó la muestra en frascos de 500 mL. En sistemas lóticos se tomaron diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 90cm^2 (0,9 m^2) de área muestreada.

Fotografía 2.16 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)

Fuente: C.I.M.A.,2018

- Preservación y transporte de muestras

Las muestras fueron preservadas en solución de Lugol y almacenadas en frascos de 500 mL. El material colectado y preservado fue transportado en neveras y contenedores plásticos.

- **Macroinvertebrados acuáticos**

- Método de captura

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos en sistemas lóticos someros (profundidad ≤30cm), se empleó una red Surber (Fotografía 2.17). Este dispositivo consiste en dos marcos, cada uno de 30 cm de lado (900cm^2 de área), articulados entre sí a lo largo de un borde. Cuando ésta fue usada, los dos marcos se bloquearon formando un ángulo recto. Uno de los marcos delimitó el área del sustrato que fue muestreada, y el otro soportó la red que sirvió para colectar los especímenes que fueron removidos del área de muestreo. El muestreo consistió en situar el dispositivo en el sustrato del cuerpo de agua, paralelo al flujo de agua, con la red dirigida aguas abajo. Cuando el dispositivo estuvo en su lugar se removió suavemente todo el material que se encontraba dentro del marco para desprender los animales que estaban fijos a él. En total se tomarán diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 9000 cm^2 (0,9 m^2) de área muestreada (APHA, 2005).

Luego de colectar las muestras bénticas, se transfieren a una serie de tamices especialmente diseñados. Se debe verter la muestra lentamente en los tamices para evitar dañar o perder especímenes. Una serie de uno o dos tamices con aberturas de malla de 1 y 5 cm retuvieron los materiales más grandes tales como hojas, palos conchas y grava, mientras que permitía el paso de los organismos y materiales más pequeños a un tamiz US Standard No. 30 que presentaba una abertura de malla entre 0,595 y 0,600 mm (APHA, 2005).

Fotografía 2.17 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)

Fuente: C.I.M.A., 2018

- Preservación y transporte de muestras

Las muestras tamizadas fueron preservadas en etanol al 70% y almacenadas en frascos plásticos de 500 mL. Cada muestra fue marcada con etiquetas de campo que detallaban los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado fue transportado en contenedores plásticos.

- **Macrófitas acuáticas**

A continuación, se describen los métodos para la caracterización de esta comunidad. Sin embargo, se aclara que, por tratarse de cuerpos lóticos de montaña, que presentaban corriente rápida y sustratos poco estables, no se identificó esta comunidad en los sitios de muestreo.

- Método de captura

Para llevar a cabo la caracterización de macrófitas se llevan a cabo diferentes métodos de muestreo. Para determinar la composición, frecuencia, cobertura y densidad en pequeños parches de macrófitas, se emplean cuadrantes de 1 m^2 divididos en 16 subcuadrantes de 625 cm^2. El muestreo con cuadrantes consiste en el registro de la frecuencia de especies en tres (3) cuadrantes cada uno de un 1 m^2. De ser posible, las plantas deben ser colectadas en su pico de crecimiento cuando las flores y/o frutos están presentes. Se debe colectar toda la planta (tallos, rizomas, hojas, raíces, flores y frutos).

Fotografía 2.18 Toma de muestras de peces (red de mano)

Fuente: C.I.M.A., 2018

- Preservación y transporte de muestras

Luego de la colecta, el material debe ser prensado en campo. Se usa una nevera plástica con hielo triturado para el almacenamiento en campo y transporte (APHA, 2005). Finalmente, se rotulan los especímenes con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. De nuevo se resalta que no se registró desarrollo de dicha comunidad en los sitios de muestreo.

- **Peces**

- Métodos de captura
-

Para el muestreo de la comunidad íctica se contempló el empleo de diferentes artes de pesca, dependiendo de las características particulares del cuerpo de agua y con el objeto de obtener la riqueza máxima posible y así tener como resultado un listado representativo de especies y sus abundancias relativas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Los artes de pesca fueron los siguientes:

- Red de mano: Este arte de pesca consiste en un arco metálico el cual sostiene una red a manera de bolsillo; esta se sujeta por sus extremos y se sumerge a manera de barridos generalmente hacia las riberas de los ríos o en tapetes de macrófitas en sistemas lénticos, aumentando su efectividad en aquellos cuerpos donde la vegetación riparia es alta y la profundidad es baja. Para este método, se emplea una hora de arrastre de red por estación de muestreo.

- Atarraya: Se usan redes de 1.5 cm de ojo de malla con 2.5 m de diámetro y de 2.5 cm de ojo de malla con 4m de diámetro, hechas en Nylon y con pesas sintéticas en su extremo de abertura. Esta se lanza de manera que se sumerja de forma circular y llegue hasta el fondo del cuerpo de agua, colectando así todos los individuos que se encuentren en la columna de agua. Este arte al ser de baja selectividad permite obtener muestras altamente representativas si se usa con un ojo de malla pequeño y si es empleado en sitios donde la profundidad no sea alta y el sustrato esté libre

de elementos que impidan la caída de la red hasta el fondo. El esfuerzo de muestreo es de 30 lances realizados en cada una de las estaciones de muestreo o de acuerdo a la extensión que permita el cuerpo de agua.

- Red de Arrastre: Se emplean redes lastradas de dimensiones 4.5 m de largo por 1.50 m de alto y 9m de largo por 1.60 m de alto, con una línea de plomos en su base y una de flotadores hacia la superficie. Esta técnica permite barrer el fondo del cuerpo de agua a contracorriente hacia la orilla capturando así los peces que se encuentren a lo largo y ancho de la columna de agua. Este método de muestreo se debe utilizar preferiblemente en sustratos poco rocosos y poco profundos. En cada estación de muestreo se realizan arrastres por una (1) hora

Teniendo en cuenta las características de los cuerpos de agua evaluados, los cuales presentaron un sustrato predominantemente rocoso y poca profundidad, el muestreo de peces estuvo limitado al uso de redes de mano, pues ni la atarraya ni la red de arrastre pudieron ser manipuladas de forma correcta ni se identificaron sitios en los cuales fue posible aplicar el esfuerzo de muestreo propuesto.

Los muestreos con la red de mano, se llevaron a cabo entre las 6:00 y 18:00 horas, y contando con la compañía de un pescador, que tuviera conocimiento de las técnicas de pesca y supiera diferenciar entre especies, con el fin de tener acceso a información adicional sobre las mismas, como nombres comunes y usos.

- Preservación y transporte de muestras

En el caso de requerir la corroboración de alguna determinación taxonómica, se colectan máximo tres (3) individuos por morfotipo a verificar. Los individuos colectados son anestesiados en una solución de esencia de clavo de olor. Para el trabajo ictiológico la solución fijadora más ampliamente usada es el formol al 10% de concentración, neutralizado con borato de sodio con el fin de evitar la descalcificación de los ejemplares. Los individuos de pequeño tamaño (<40 mm de longitud total) pueden ser puestos directamente en la solución de formol al 10%, mientras que a individuos de tamaños superiores al referenciado, se les debe inyectar con una jeringa el formol a través del ano, realizando perforaciones en los costados de los individuos, hasta que el mismo adquiera una consistencia rígida, lo cual garantiza una fijación completa de los tejidos (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

Una vez los especímenes son fijados, pueden ser empacados en bolsas plásticas, preferiblemente de cierre hermético. Es muy recomendable envolver cada espécimen en gasa remojada con la misma solución de formol al 10%, dado que esto mantiene humedecido el material y no permitirá que se reseque, lo cual podría dañar el material (Maldonado-Ocampo, et al., 2005). Cada muestra debe contar con etiquetas de campo que cuenten con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. Las etiquetas deben ser preferiblemente en papel pergamino y escritas a lápiz o rapidógrafo de tinta indeleble. El material colectado y preservado es transportado en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas. Todo el material es depositado en una colección debidamente autorizada como la de Instituto de

Ciencias Naturales o El Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

2.3.2.9.2 Análisis de laboratorio

El análisis de las muestras obtenidas en campo, se realizó a través de la implementación de las metodologías del standard methods for the examination of wáter & wastewater 22nd edition (2012), como se muestra en la Tabla 2.39.

Tabla 2.39 Análisis establecido para Hidrobiológicos

Comunidad Hidrobiológica	Metodología
Plancton	SM 10200 F, G
Perifiton	SM 10300 C
Macroinvertebrados bentónicos	SM 10500 C
Peces	SM 10600 C

Fuente: APHA, 2012

El perifiton y las muestras de plancton se contaron mediante cámara Sedgewick Rafter de 1 mL de capacidad. La determinación taxonómica en cada una de las comunidades muestreadas se llevó a cabo mediante el uso de claves y guías de identificación taxonómica, con las cuales para la mayoría de los casos se identificó hasta género.

Para plancton y perifiton se realizó con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham & Needham (1962), Bicudo & Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al. (1982), Anagnostidis & Komarek (1986, 1989), Lopretto & Tell (1995); para bentos se utilizó bibliografía especializada como: Mc Cafferty (1983), Roldán (1988; 2003), claves de la APHA (1992) y Cummins & Merrit (1996) e Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

En el caso de la comunidad de peces la identificación se basa en características diagnósticas, tales como forma y posición de las aletas; características meristemáticas, tales como número de espinas de una aleta o el número de escamas de una serie especifica; la presencia de órganos distintivos, tales como barbillas, o la línea lateral y varias proporciones, tales como la relación de la longitud de la cabeza con respecto a la longitud total de cuerpo; por otro lado se debe tener en cuenta que las características diagnósticas pueden variar con la edad, el sexo, el estado de desarrollo y en general con el medio que habita el organismo.

Para el caso de la determinación taxonómica de los especímenes pertenecientes a la comunidad íctica, esta se lleva a cabo siguiendo con una serie de claves taxonómicas que permita generar una identificación acertada; dentro de estas claves se encuentran: Gery, 1977; Lasso et al., 2004, Maldonado, 2005; entre otros. La corroboración y clasificación taxonómica se realizó por medio del servidor web ITIS (INTEGRATED TAXONOMY INFORMATION SYSTEM). Con los resultados obtenidos se generó el reporte de laboratorio H-122.

2.3.2.9.3 Análisis de datos

Para la evaluación del estado de los ensamblajes de la biota acuática en el área de estudio, se analizó su diversidad como principal variable. La diversidad es un concepto que no ha sido definido fácilmente, ya que es frecuente encontrar el uso del término diversidad como sinónimo de riqueza o número de especies, lo cual es erróneo. En general, esta puede ser explicada como la riqueza y abundancia relativa de especies en una unidad de estudio definida en tiempo y espacio (Magurran, 2005).

Para describirla y evaluarla, desde los parámetros de composición y abundancia de cada comunidad acuática, se estimaron los índices de riqueza específica (S'), Dominancia de Simpson (1-D), Diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (J'). Adicionalmente, se realizaron comparaciones entre las diferentes estaciones, para cada comunidad acuática, usando análisis de clasificación (índices de similitud) y se estimó la Correspondencia Canónica (ACC), con el objeto de reconocer si hubo relación entre la distribución de las especies y los parámetros de calidad del agua. A continuación, se explican en detalle los conceptos y métodos desde los cuales se analizaron los datos obtenidos.

Específicamente, con los datos obtenidos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se estimó en índice de calidad biológica del agua BMWP/Col. Para los demás ensamblajes se realizará una interpretación teórica de la bioindicación de las aguas a partir de datos de historia natural de las especies reportadas por información secundaría.

Adicionalmente, para peces, además de realizar los análisis de composición y estructura de la comunidad, se analizó la información acerca de su importancia ecológica, presencia de especies migratorias (Zapata & Usma, 2013), endémicas (Herrera-Collazos, Herrera-R, DoNascimiento, & Maldonado-Ocampo, 2017), amenazadas (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012, Resolución 1912 de 2017, listados IUCN), de uso (Ajiaco-Martínez, Ramírez-Gil, Sánchez-Duarte, Lasso, & Trujillo, 2012) y en vedas (Álvarez-León, 2016).

- **Composición**

Se entiende como composición las especies que conforman una determinada comunidad, siendo así resultado de esta el listado de especies identificadas y su clasificación taxonómica correspondiente (Magurran, 2005).

- **Estructura**

Se evalúa desde los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de especies, describiendo la distribución de especies dentro de una comunidad o entre diferentes comunidades (Moreno, 2001). En una interpretación más amplia, incluye también patrones de interacción entre especies. Para el presente estudio fueron estimados los siguientes índices:

- Riqueza específica (S): se basa únicamente en el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

- Dominancia de Simpson (1-D): manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie (Moreno, 2001 y Magurran, 2004). La fórmula que representa el índice corresponde a:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

- Donde pi es la proporción del # de individuos de la especie i con respecto a N.

- Equidad de Pielou (J'): es una medida de qué tan similares son las especies en cuanto a sus abundancias (Magurran, 2005); ésta se calculará a través del índice J´, que estima la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada (Moreno, 2001 y Magurran, 1998). Su fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

- Donde H´ es el índice de Shannon y Hmax se refiere al ln (S) y S, es el # total de especies.

- Diversidad de Shannon (H'): expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las muestras están representadas en la muestra (Magurran, 2005). Se expresa por medio de la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

- Donde S es la riqueza; Ni, el # de individuos de la especie i; y N, el # total de individuos.

- **Análisis de clasificación**

La técnica aglomerativa para optimizar las distancias, considerada en el presente trabajo, se basará en el índice cuantitativo de Jaccard, calculado para las estaciones con respecto a la presencia y ausencia de especies en cada comunidad. El dendograma, o representación gráfica del contenido de similitud/distancia de una matriz, es el producto final de un proceso aglomerativo jerárquico y politético, que obedece a la ecuación lineal combinatoria de la técnica de ligamiento promedio UPGMA. La clasificación o división del dendograma en grupos y sub grupos es un paso subjetivo. En el presente caso se definieron límites bajo un umbral que no excedía el 50% de la distancia entre las estaciones o taxa (Dhi = 0,50). Los programas y mayores detalles se pueden consultar en (Ludwig & Reynolds, 1988) y (Sneath & Sokal, 1973).

- **Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)**

Este análisis se realizó con el objeto de evaluar las relaciones entre la composición y abundancia de las especies de la biota acuática con los parámetros fisicoquímicos evaluados para el componente de calidad del agua. El a ACC analiza tablas de frecuencias-variables continuas, es decir, tablas en las cuales las unidades estadísticas están descritas por dos grupos de variables, uno de frecuencias y otro de variables continuas, propuesto por Ter-Braak (1986) para estudiar la influencia de las condiciones del medio ambiente en la distribución de las especies.

El análisis canónico de correspondencias (ACC) propuesto por Ter-Braak (1986) para estudios medio-ambientales, es uno de los métodos que permite estudiar la relación entre un grupo de frecuencias y un grupo de variables continúas sobre un mismo conjunto de individuos. El grupo de frecuencias juega el papel de variables de respuesta y el grupo de variables continuas juega el papel de variables explicativas que son de tipo cuantitativo (Ter Braak, 1986).

- **Índice biológico BMWP/Col**

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido como un método simple de evaluar la calidad del agua empleando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. El método solo requiere llegar hasta el nivel taxonómico de familia y los datos son cualitativos (presencia/ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. La suma de los puntajes de todas las familias da un único valor para el BMWP. El puntaje promedio por taxón, conocido como ASPT (Average Score per Taxón) resulta ser particularmente valioso para la evaluación de sitios de muestreo puntuales y su rango va de 0 a 10; un valor bajo de ASPT asociado a un puntaje a su vez bajo en el BMWP indicara condiciones graves de contaminación (Roldán-Pérez, 2016).

Cabe hacer la aclaración que, la adaptación de este índice para Colombia se realizó para ríos de la región altoandina del departamento de Antioquia, con condiciones distintas a las encontradas en los ríos de los departamentos de Norte de Santander, por lo cual se usó la adaptación desarrollada por Sánchez-Herrera (2005), la cual se modificó específicamente para el río Pamplonita, correspondiente al área de estudio del presente proyecto (Sánchez-Herrera, 2005).

La escala de valores y su interpretación para el BMWP/Col es la siguiente (Tabla 2.40).

Tabla 2.40 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col

Clase	Puntuación	Calidad del agua	Color cartográfico
I	>150- 101 -120	Aguas limpias	
II	61 - 100	Aguas medianamente contaminadas	
III	36 - 60	Aguas contaminadas	
IV	16 - 35	Aguas muy contaminadas	

Clase	Puntuación	Calidad del agua	Color cartográfico
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldan, 2008.

Los puntajes dados para las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a su tolerancia son los siguientes (Tabla 2.41):

Tabla 2.41 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Perlidae, Oligoneuridae, Helicopsychidae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Lampiridae, Odontoceridae, Blepharoceridae, Psephenidae, Hidridae, Chordodidae, Lymnessidae, Polythoridae, Gomphidae.	10
Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Dytiscidae, Polycentropodidae, Hydrobiosidae, Gyrinidae.	9
Veliidae, Gerridae, Philopotamidae, Simulidae, Pleidae, Trichodactylidae, Saldidae, Lestidae. Pseudothelpusidae.	8
Baetidae, Calopterygidae, Glossossomatidae, Corixidae, Notonectidae, Leptohyphidae, Dixidae, Hyalellidae, Naucoridae, Scirtidae, Dryopidae, Psychodidae, Coenagrionidae, Planariidae, Hydroptilidae, Caenidae.	7
Ancylidae, Lutrochidae, Aeshnidae, Libellulidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnychidae, Nertidae, Pilidae, Megapodagrionidae, Corydalidae.	6
Hydropsychidae, Gelastocoridae, Belostomatidae, Nepidae, Pleucoridae, Tabanidae, Thiaridae, Pyralidae, Planorbidae.	5
Chrysomelidae, Mesovelidae, Stratiomidae, Empididae, Dolicopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae.	4
Hirudinea (Glossiphoniidae, Cyclobdellidae), Physidae, Hydrometridae, Hydrophilidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae.	2
Oligochaeta (Tubificidae).	1

Fuente: Roldan, 2008.

2.3.2.10 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Los ecosistemas estratégicos, áreas sensibles (o áreas protegidas), son aquellas áreas dentro del territorio que, gracias a su composición biológica, características físicas, estructuras y procesos ecológicos, proveen bienes y servicios ambientales imprescindibles e insustituibles para el desarrollo sostenible y armónico de la sociedad, lo cual es razón suficiente para propender por una mayor conservación de estos.

Las áreas protegidas se declaran con el objetivo de conservar la diversidad biológica, proteger los recursos genéticos, conservar las especies endémicas tanto de fauna como de flora y sus corredores biológicos asociados; adicionalmente tienen objetivos de carácter investigativo y científico, protector y económico, social e institucional tanto para el

departamento de Norte de Santander como para el municipio de Pamplona y Pamplonita, el cual hace parte del AI de la UF 1.

Con el objetivo de identificar las áreas de la zona de estudio que requieren manejo especial, se realizó la revisión de los diferentes documentos emitidos por las respectivas Autoridades Ambientales y entes territoriales en la región; tales como Declaratorias de Áreas Protegidas, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y Planes de Ordenamiento Territorial. Mediante los lineamientos, normas y mecanismos implementados por diferentes instituciones ambientales se tiene como finalidad dar un manejo sostenible a dichos ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, en pro de un uso sostenible y sustentable de los recursos.

Los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas se definieron con base en las consultas realizadas al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Pamplona, a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN con el fin de tener acceso al Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA del río Pamplonita y a los Planes de Manejo de las áreas protegidas. Igualmente, para los ecosistemas sensibles se consideró las áreas prioritarias de conservación establecidas en el documento CONPES 3680 aprobado el 21 de Julio de 2010, las áreas definidas en el Sistema de Información de Alertas Tempranas Tremarctos Colombia 3.0 y el Geovisor del Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC.

2.3.3 Medio Socioeconómico

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos por la autoridad ambiental colombiana actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS-, consolidados para el presente proyecto en el documento “Términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, Resolución 0751 de del 26 de marzo de 2015”; se debe informar, comunicar, discutir y concertar con los ciudadanos y comunidades organizadas así como con los grupos étnicos de las áreas de influencia, los alcances del proyecto y sus implicaciones ambientales y medidas de manejo propuestas.

De igual manera, se hace necesario recoger información pertinente que sustente el análisis del Medio Socioeconómico, que coadyuve en la elaboración de la caracterización y diagnóstico del estado actual de la zona, a fin de generar un estudio anclado en la realidad de las comunidades y que permita establecer propuestas de manejo acordes con sus dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales.

Lo anterior, ligado a un proceso participativo en el cual los grupos de interés, tanto comunidades de zonas rurales y urbanas, como líderes comunitarios, locales, municipales y regionales, transmitan a través de reuniones y talleres su conocimiento de la zona e identifiquen de manera veraz las afectaciones que la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas eventualmente generaría.

De igual manera, la metodología para el medio socioeconómico incluye el levantamiento de información primaria y secundaria, siendo estas dos (2) fuentes, parte importante en la

estructuración de la caracterización del componente del Medio Socioeconómico que se desarrolla en el marco de los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

En el presente documento se encuentran registrados el marco conceptual, marco legal y desarrollo de la metodología, estableciendo para tal fin una etapa de pre campo, una de campo y otra fase de postcampo, en las que se incluyen objetivos, actividades, instrumentos de recolección de información, cronograma y recursos empleados.

2.3.3.1 Marco Conceptual General

Área de influencia: Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Área de influencia preliminar: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental preliminar. Corresponde a una etapa inicial del proyecto y en la cual se elabora un área a partir de información secundaria y un conocimiento previo de las actividades del proyecto (Aecom-Concol).

Área de influencia definitiva: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental ajustada con la información primaria recopilada en campo (Aecom-Concol).

Impacto ambiental: Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Impactos significativos: Impactos cuyos efectos son de gran relevancia, dado que la alteración sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico) alcanza un nivel de importancia severo o crítico y que puede ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad en un ámbito específico (Aecom-Concol).

Evaluación ambiental preliminar: Análisis cualitativo y cuantitativo preliminar que se construye mediante la identificación y evaluación de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente, como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto. Se considera preliminar ya que se hace a partir del conocimiento del territorio con información secundaria y porque debe ser ajustada luego de la obtención de información de campo que permita verificar los supuestos planteados (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

Evaluación de impacto ambiental: Proceso formal empleado para predecir las probables consecuencias ambientales (positivas o negativas) de un plan, política, programa o

proyecto previo a su implementación, a menudo como parte del procedimiento normativo (licencia ambiental) (Impactos, 2015).

Ámbito de manifestación: El ámbito de manifestación es la división espacial de un elemento del medio (suelo, flora, comunidad), en unidades específicas que responden de forma diferenciada a un impacto dependiendo de las características propias de dicho elemento y su grado de susceptibilidad (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

Zona de intervención: Área en donde se realizan las obras de construcción de un proyecto para algún sector de la infraestructura como vías, energía, hidrocarburos, telecomunicaciones, almacenamiento, entre otros (Aecom-Concol).

Entidad territorial: De acuerdo con los artículos 286 y 287 de la actual Constitución Política de Colombia, se da este calificativo a los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas; que gozan de autonomía para la gestión de sus intereses dentro de los límites de la Constitución y de la ley (DANE).

Departamento: De acuerdo con el Artículo 298 de Constitución Política de Colombia, es una entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes (DANE).

Municipio: De acuerdo con el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 136 de junio 2 de 1994, es la entidad territorial fundamental de la división político-administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que le señalen la Constitución y las leyes de la República. Sus objetivos son la eficiente prestación de los servicios públicos a su cargo, la construcción de las obras que demande el progreso local, la ordenación de su territorio, la promoción de la participación comunitaria en la gestión de sus intereses y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes (DANE).

Unidad territorial: Delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, la cual presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede o no coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente (Minambiente, s.f.).

Centro poblado: Es un concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. Se define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales. En las

tablas referidas a la codificación de la Divipola, se identifican en la columna “Categoría” con la expresión o etiqueta “CP”, indicando que si bien se trata de un centro poblado, no se cuenta con la precisión de la autoridad municipal. (DANE). Este concepto considera los Caseríos, Inspección de Policía y Corregimiento municipal.

Caserío (CAS): Sitio que presenta un conglomerado de viviendas, ubicado comúnmente al lado de una vía principal y que no tiene autoridad civil. El límite censal está definido por las mismas viviendas que constituyen el conglomerado. (DANE).

Inspección de Policía (IP): Es una instancia judicial en un área que puede o no ser amanzanada y que ejerce jurisdicción sobre un determinado territorio municipal, urbano o rural y que depende del departamento (IPD) o del municipio (IPM). Es utilizada en la mayoría de los casos con fines electorales. Su máxima autoridad es un Inspector de Policía. (DANE).

Corregimiento municipal (C): Es una división del área rural del municipio, la cual incluye un núcleo de población, considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial, P.O.T. El artículo 117 de la ley 136 de 1.994 faculta al concejo municipal para que mediante acuerdos establezca esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local. (DANE).

Corregimiento Departamental (CD): Es una división del departamento, al tenor del Decreto 2274 del 4 de octubre de 1991, la cual incluye un núcleo de población. Según esta misma disposición, los ahora corregimientos departamentales no forman parte de un determinado municipio. (DANE).

Accesos Terciarios: Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias (INVIAS, 2016).

Área rural dispersa: Área rural o resto municipal que se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles carreteras, avenidas y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas. (DANE).

Sitio de ubicación de viviendas: Espacio geográfico en el que se sitúan las diferentes clases o formas de construcción de las unidades destinadas a ser habitadas por una o más personas (Aecom-Concol).

Predio: Inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad situado en un mismo municipio y no separado por otro predio público o privado. Exceptúense las propiedades institucionales aunque no reúnan las características, con el fin de conservar dicha unidad, pero individualizando los inmuebles de acuerdo con los documentos de propiedad. Para efectos del avalúo catastral se entenderá por mejora, las edificaciones o

construcciones en predio propio no inscritas en el catastro o las instaladas en predio ajeno (IGAC, s.f.).

Predio Rural: Es el inmueble que está ubicado fuera del perímetro urbano de un municipio. El predio rural no pierde ese carácter por estar atravesado por vías de comunicación, corrientes de agua, entre otros (IGAC, s.f.).

Infraestructura Social: Infraestructura destinada a prestar un servicio social, esto es, a las comunidades asentadas en territorios específicos; pueden pertenecer a una entidad del Estado o a una empresa privada. Entre dichas infraestructuras se encuentran las vías y puentes; líneas de distribución eléctrica domiciliaria y postes de energía, líneas de transmisión de alta, media y baja; ductos; torres de comunicaciones o repetidoras, aeropuertos, escuelas, centros de salud, sistemas de alcantarillado y/o acueducto, etc. (Aecom-Concol).

Infraestructura Comunitaria: Dentro de estas se contemplan infraestructuras para el beneficio y usufructo de la comunidad, que en su mayoría, están manejadas y/o administradas por ellas mismas, a saber, tienda comunitaria, centros de acopio, casa comunal y áreas o sitios de interés religioso y/o cultural. En algunas áreas rurales es la misma comunidad quien construye y organiza los centros de salud con patrocinio de empresas privadas (Aecom-Concol).

Infraestructura Productiva: Construcciones generalmente de propiedad privada, las cuales cumplen una función particular en el desarrollo de las actividades económicas en un predio. Dichas construcciones pueden estar destinadas a la cría, engorde y/o mantenimiento de especies animales (corrales, porquerizas, galpones, estanques piscícolas, establos, etc.) o a la producción agrícola (tanques de almacenamiento de agua, bodegas, secaderos de café, sistemas de riego, zonas de empaque, etc.) (Aecom-Concol).

Toponimia: Según Rae, es el conjunto de los nombres propios de lugar de un país o de una región.

2.3.3.2 Marco Legal

A continuación, en la Tabla 2.42 se relaciona el marco normativo que respalda el desarrollo del estudio de impacto ambiental para el proyecto “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona".

Tabla 2.42 Fuentes Bibliográficas consultadas

Legislación	Asunto
Constitución Política de Colombia	Actual carta magna de la República de Colombia.
Ley 163 de 1959	Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.

Legislación	Asunto
Ley 45 de 1983	Por medio de la cual se aprueba la "Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural".
Ley 21 de 1991	Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.
Ley 99 de 1993	Por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente y se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación el medio ambiente y los recursos naturales renovables.
Ley 134 de 1994	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
Ley 152 de 1994	Ley Orgánica del Plan de Desarrollo- Ley de planeación participativa.
Ley 1397 de 1997	Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias".
Ley 472 de 1998	Sobre el ejercicio de las acciones populares y de grupos.
Ley 850 de 2003	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
Ley 1185 de 2008	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.
Decreto 264 de 1963	Por el cual se reglamenta la Ley 163 de 1959 sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
Decreto 2164 de 1995	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIV de la Ley 160 de 1994 en lo relacionado con la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas para la constitución, reestructuración, ampliación y saneamiento de los resguardos indígenas en el territorio nacional.
Decreto 1777 de 1996	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIII de la Ley 160 de 1994, en lo relativo a las zonas de reserva campesina.
Decreto 1996 de1999	Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil.
Decreto 3770 de 2008	Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificada por medio de la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al

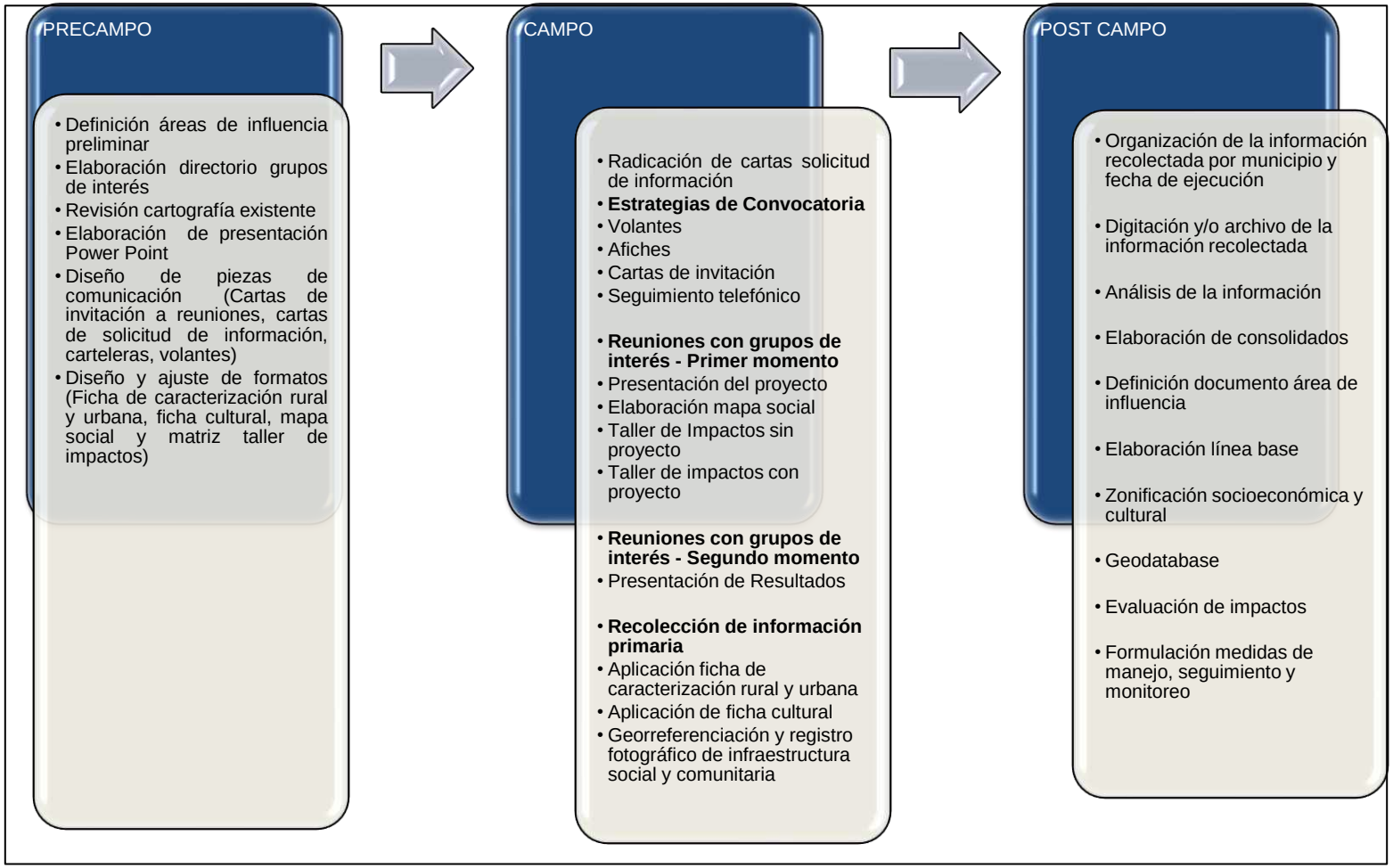
Legislación	Asunto
	Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material.
Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 0751 de 2015	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones - Términos de Referencia M-M-INA-02 versión 2.
Decreto 3573 de 2011	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA– y se dictan otras disposiciones.
Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
Resolución 1503 de 2010	Por la cual se adopta la metodología general para la presentación de estudios ambientales y se adoptan otras determinaciones.

Fuente: Verificación de fuentes secundarias Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3 Desarrollo de la Metodología

A continuación, se presenta el enfoque propuesto que permita vislumbrar las técnicas, estrategias, instrumentos y los procedimientos a desarrollar en cada una de las etapas contempladas: pre-campo, campo y post-campo (Figura 2.20).

Figura 2.20 Estructura del Proceso Metodológico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.3.3.1 Etapa Precampo

- **Objetivos**

  - Establecer el enfoque metodológico que se implementa para el desarrollo del componente socioeconómico y cultural enmarcado en el estudio de impacto ambiental.
  - Definir el área de influencia preliminar, es decir, los municipios, unidades territoriales e información predial ubicada a lado y lado de la unidad funcional 1 del Proyecto “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona".
  - Identificar los grupos de interés que se localizan en el área de influencia preliminar.
  - Planear las actividades que el equipo consultor realiza previo al relacionamiento con los grupos de interés.
  - Determinar los canales de comunicación, estrategias de divulgación y relacionamiento con los grupos de interés, previo al desarrollo de las actividades de campo con el fin de propiciar un escenario social favorable en la elaboración del estudio de impacto ambiental.

- **Actividades**

Las actividades planeadas en la etapa de pre campo, corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados por Aecom-Concol, previo al relacionamiento con los grupos de interés (autoridades departamentales, municipales y líderes comunitarios), las cuales se describen a continuación:

- Definición del área de estudio preliminar a partir de la revisión de la cartografía IGAC, la cual se corroboró posteriormente con la cartografía oficial de las entidades territoriales del área de influencia Pamplona y Pamplonita (EOT y PBOT).
- Solicitud y obtención de certificados y/o licencias. Se adelantó la consulta ante el Ministerio del Interior, frente a la existencia de comunidades étnicas en el área de influencia de la unidad funcional 1. Por otro lado, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, se hizo la gestión correspondiente para solicitar y obtener la autorización de intervención arqueológica ante el Instituto Colombiano de Arqueología e Historia – ICANH, mediante la cual se avaló la propuesta de prospección arqueológica para la unidad funcional 1 del proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta.
- Revisión documental a partir de la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura en relación al objeto del estudio.
- Presentación del proyecto y solicitud de información secundaria: Se requirió información de instituciones como MAVDT, IGAC, Alcaldías Municipales, Gobernación del Norte de Santander, CORPONOR, ICANH, entre otros. Todo esto para lograr recolectar y organizar información social y ambiental de los territorios relacionados con la unidad funcional 1 del proyecto.
- Diseño y validación de herramientas de comunicación, actividad que incluyó la elaboración y aprobación de todos los documentos, instrumentos de recolección de información, formatos de registro y piezas de comunicación a emplear en la etapa de campo. Los documentos o piezas de comunicación a emplear en el proceso de información y participación, fueron los siguientes:

- Cartas de presentación, solicitud de información secundaria e invitación a los grupos de interés: A través de las cuales se informó el alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental, se solicitó la información secundaria de importancia para el EIA a los entes territoriales y entidades correspondientes, adicionalmente se invitó a participar de las reuniones realizadas.
- Volantes de invitación a reunión: Esta pieza de comunicación incluye el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- Registro de entrega de piezas comunicacionales: Este soporte encierra la información del departamento, municipio, barrio/vereda, fecha de entrega, nombre de la persona que recibe la información y firma, número telefónico e información de quién recibe.
- Afiches de invitación a reunión: Describe el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- Presentaciones en Power Point: Se prepararon dos presentaciones para tal fin.

    - La presentación del primer momento (Presentación del Proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental) que incluye objetivo de la reunión, empresa responsable del proyecto, descripción y localización del proyecto, alcance y actividades del estudio de impacto ambiental, levantamiento de mapas sociales, metodología y ejecución del taller de identificación de impactos y medidas de manejo y plenaria.
    - La presentación del segundo momento (Resultados del Estudio de Impacto Ambiental), tuvo como finalidad dar a conocer a los grupos de interés los resultados del EIA y su retroalimentación. Para ello se incluyó lo siguiente: objetivo de la reunión, la descripción y ubicación del proyecto, los resultados de la caracterización del área de influencia, impactos identificados y medidas de manejo planteadas y espacio para intervención de los grupos de interés.

Por otra parte, los instrumentos de recolección de información primaria empleados durante la etapa de campo fueron los siguientes:

- Con apoyo de la PDA se adelantó la georreferenciación de áreas de interés social y comunitaria para la unidad funcional 1 del proyecto y el registro fotográfico correspondiente.
- Ficha de caracterización rural y urbana: Mediante esta herramienta, se identificaron los aspectos relevantes demográficos, históricos, espaciales, económicos, políticos, organizativos y culturales de cada una de las unidades territoriales del área de influencia.
- Diligenciamiento de la ficha cultural: Tuvo por objetivo obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente, sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros). Adicionalmente, se indagó sobre las manifestaciones materiales e inmateriales.

- Planos cartográficos de las unidades territoriales – Mapas sociales: Tuvo como finalidad que la comunidad (informantes conocedores de su comunidad) realizara una representación gráfica del territorio local. Este refleja los aspectos más relevantes del territorio local, como áreas de equipamiento social, espacios urbanos, vías de comunicación, límites de las unidades territoriales menores, infraestructura productiva; fuentes hídricas, cultivos, sitios de interés comunitario, zonas naturales y de reserva, zonas en riesgo, entre otras.
- Matriz de identificación de impactos y medidas de manejo: Se prepararon tres tipos de matrices, una para el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otro para la etapa de Preconstrucción y otro para la etapa de construcción, en las cuales se identificaron los impactos para los medios biótico, abiótico y socioeconómico.
- Formatos de memoria de reunión y listado de asistencia: dentro de los que se destacan la memoria y registro de información relevante del área de influencia, recomendaciones y/o percepciones de los grupos de interés frente al proyecto.
- Directorio de Grupos de interés, se registró la información que permitió ubicar y establecer contacto con el grupo de interés. Incluye nombre, teléfono, correo electrónico, dirección, entre otros. Para ello se involucraron los siguientes grupos de interés:

  - Autoridad departamental y Corporación Autónoma Regional, para este caso CORPONOR y Gobernación del Norte de Santander.
  - Autoridades Municipales (alcaldes y secretarios de gobierno y planeación) y autoridades de control (personerías municipales).
  - Representantes de la Universidad de Pamplona.
  - Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores.
  - Representantes de las Asociaciones de Acueductos Veredales.
  - Representantes de las veedurías del Proyecto conformadas en el municipio de Pamplona.
  - Propietarios de predios interceptados por el trazado de la unidad funcional 1 del proyecto, habitantes y comerciantes de las unidades territoriales menores.

- Previo a la salida de campo se elaboró la cartografía con la ubicación de las unidades territoriales menores (veredas y barrios) y mayores (municipios).
- Concertación de cronograma de actividades para la recolección de información y reuniones informativas con grupos de interés (Autoridades departamentales, autoridades municipales, representantes de la Universidad de Pamplona y Presidentes de JAC, entre otros), en el área de influencia preliminar, donde se establecieron las fechas, horarios y lugares para su desarrollo. Durante esta etapa se realizó un primer acercamiento con los líderes comunitarios de manera telefónica, donde se informó el alcance del estudio, los responsables del mismo, el objetivo del encuentro y se establecieron las fechas para efectuar esta actividad.
- Preparación talleres de actualización de impactos y medidas de manejo dirigidos a las comunidades del área de influencia de la unidad funcional 1 del Proyecto.

- Capacitación Equipo Social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización rural, urbana y cultural de Aecom-Concol, la cual se realizó en varias sesiones y se dirigió a los profesionales del Medio Socioeconómico. De esta manera se unificaron criterios y conceptos que facilitaron la aplicación de los instrumentos de recolección de información.

- **Cronograma de Actividades**

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades desarrollados durante esta etapa. En la Tabla 2.43 se relacionan las actividades, los responsables y tiempos de ejecución de esta etapa.

Tabla 2.43 Cronograma etapa de Precampo

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana				
				1	2	3	4	5
1	Definición del área de influencia preliminar	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
2	Revisión documental existente	Profesionales Sociales Aecom-Concol.	1					
3	Elaboración de directorio de Grupos de Interés ubicados en el área de influencia preliminar	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
4	Diseño y validación de oficios de solicitud de información secundaria y convocatoria a reuniones de información del estudio con Autoridades Departamentales, Municipales, Universidad de Pamplona, comunidad, asociaciones de usuarios de acueductos veredales, Representantes de las veedurías conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona.	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
5	Agendamiento de reuniones informativas y talleres de recolección de información primaria (cronograma de reuniones)	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
6	Preparación talleres de identificación de impactos y medidas de manejo	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
7	Elaboración línea base (unidades territoriales mayores)	Profesionales Sociales Aecom-Concol	15					
8	Capacitación al equipo social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización rural y urbana, elaboración mapa social y ficha de caracterización cultural.	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana				
				1	2	3	4	5
9	Simulacro de presentación del estudio y taller de recolección de información primaria	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
Total			**26**					

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

- **Recursos**

A continuación, en la Tabla 2.44 se relacionan los recursos físicos y humanos empleados durante las actividades realizadas en esta etapa.

Tabla 2.44 Recursos requeridos actividades Precampo

Recursos	Descripción
Físicos	- Oficios de invitación a reuniones - Oficios de solicitud de información - Presentaciones del estudio a las autoridades departamentales, municipales, Universidad de Pamplona, comunidad y otros grupos de interés - Camionetas doble cabina para transporte del personal - Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar - Instalaciones de las autoridades departamentales y municipales - Lineamientos de la guía ambiental para proyectos de infraestructura - Términos de referencia M-M-INA-02 versión Nº2.
Humanos	- Dos (2) Profesionales Sociales de Aecom-Concol.

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3.2 Etapa de Campo

- **Objetivos**

- Recopilar información primaria y secundaria a través de los entes departamentales y municipales, líderes comunitarios, propietarios/encargados de predios y demás grupos de interés.
- Informar a las autoridades departamentales, municipales, representantes de la Universidad de Pamplona, comunidades del área de influencia directa, Asociaciones de Usuarios de Acueductos Comunitarios y Representantes de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona, sobre el alcance del proyecto y las actividades realizadas en el estudio de impacto ambiental.
- Aplicar las herramientas e instrumentos planteados (observación participativa, entrevistas semi estructuradas a partir de la ficha de caracterización rural, ficha de caracterización urbana, formulario de caracterización cultural, mapa social, matriz

de impactos y medidas de manejo, entre otras), para el logro de los objetivos anteriormente mencionados.

- **Actividades**

Las actividades planeadas en la etapa de campo corresponden al conjunto de procedimientos y aplicación de técnicas, herramientas e instrumentos propuestos por Aecom-Concol, para desarrollar el componente socioeconómico enmarcado en el proyecto.

1. Acercamiento con grupos de interés y entrega de oficios de convocatoria a reuniones: durante esta etapa se realizó la entrega de oficios de invitación a las reuniones con la comunidad, representantes de la Universidad de Pamplona, Presidentes de las Asociaciones de Acueductos Veredales, Representantes de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona y autoridades municipales y regionales.

   A continuación, en la Tabla 2.45 se ilustra el esquema de convocatoria que se realizó con los diferentes grupos de interés:

Tabla 2.45 Esquema de convocatoria a grupos de interés

Grupo de interés	Estrategia de convocatoria
Autoridades Municipales y Departamentales	Radicación de oficio de convocatoria a la reunión después de concertada la fecha y la hora de la reunión, de acuerdo a la disponibilidad de los funcionarios de los entes departamentales y municipales. Para autoridades departamentales se convocó al Director de la entidad y a los Directores de Planeación de cada entidad. En el caso de autoridades municipales, se convocó a alcaldes, secretarios de gobierno y planeación y personerías municipales.
	Se realizó comunicación y/o seguimiento telefónico y en la medida de lo posible mediante correo electrónico con los funcionarios para garantizar la asistencia a la reunión
Comunidades y Organizaciones (Universidad de Pamplona, Representantes del de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona, , Asociaciones de Acueductos veredales)	En comunicación personal o telefónica se informó el alcance del estudio y se programó la fecha, hora y lugar de la reunión.
	Posteriormente, se hizo entrega de la carta de invitación a los representantes de las JAC y de la Universidad de Pamplona y demás grupos de interés, en la que se invitó a participar de la reunión en compañía de toda la comunidad de la unidad territorial, para dar a conocer el proyecto. Durante el encuentro con los representantes comunitarios se contó con el apoyo de los líderes comunitarios para la entrega de volantes de invitación a los habitantes de la comunidad.
	Se instalaron carteleras informativas donde se dio a conocer el lugar la fecha y la hora de la reunión, en lugares visibles y de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.
	Se dejaron volantes de invitación a la reunión en lugares de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2. Recolección de información secundaria en las entidades departamentales y municipales. Dicha información proviene del SISBEN, Secretaria de Planeación, Personería, Unidad de Desarrollo Agropecuario y Ambiental, Empresa de Servicios Públicos, entre otras.
3. Levantamiento de ficha de caracterización cultural.

Para la recolección de dicha información se empleó la técnica de Observación Participativa, la cual busca acercarse al contexto cotidiano del área de influencia directa de la unidad funcional 1 del proyecto, el Profesional Social realizó la georreferenciación y toma de registro fotográfico de los lugares que se consideraron de interés para el proyecto.

4. Diligenciamiento de la ficha de caracterización rural o urbana, georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura socioeconómica y cultural.

Este instrumento recopiló información relacionada con la estructura territorial, historia de las veredas, características de población, servicios sociales, infraestructura socioeconómica, actividades agropecuarias, tenencia de la tierra, entre otras. Esta actividad se desarrolló durante un lapso de tiempo de 4 horas, fue programada con antelación y contó con la participación de dos o tres líderes comunitarios, quienes contaron con los siguientes requisitos:

- Residir en la unidad territorial por más de 10 años
- Tener conocimiento de su territorio (límites, población, actividades económicas, sociales y culturales).

5. Diligenciamiento de la ficha cultural.

Esta buscó obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros).

6. Realización de reuniones/talleres

6.1. Reuniones con autoridades departamentales y municipales

Se realizaron dos reuniones con cada una de las entidades. Durante el primer encuentro la agenda realizada fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Lectura del acta de reunión

Para estas reuniones se diseñó una presentación en power point que facilitó la presentación del estudio a los grupos de interés. En total se realizaron cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

Durante el segundo encuentro se presentaron los resultados del estudio, en procura de garantizar la retroalimentación de los grupos de interés. En total se realizaron cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

6.2. Reuniones con comunidad

De acuerdo con los parámetros establecidos por la ANI para la elaboración de diseños en los proyectos de construcción de infraestructura vial y atendiendo lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02 versión 2, que rezan lo siguiente: *"El número de encuentros para el desarrollo del proceso de socialización dependerá de las características propias de los actores involucrados dentro del mismo y de la metodología definida por el solicitante*", se generaron dos métodos de abordaje con los grupos de interés a saber: Con el grupo que hacía parte del área de influencia preliminar (unidades territoriales menores Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, La Hojancha, El Buque y San Luis), se realizaron dos momentos de reunión; y, con las unidades territoriales menores Simón Bolívar y Sabaneta Baja, que ingresaron en la parte final del estudio, se realizó un sólo momento de reunión, donde se presentaron los resultados del estudio y se incorporaron los impactos y medidas de manejo que la comunidad consideró pertinentes para la construcción de la Variante Pamplona.

En el primer encuentro se presentó el proyecto y el alcance del estudio y se recolectó información primaria de las características socioeconómicas y culturales del área.

La agenda desarrollada durante las reuniones fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Taller de recolección de información primaria
- Lectura del acta de reunión

Las técnicas e instrumentos de recopilación de información en el encuentro se relacionan a continuación:

Mapa social: Durante el encuentro con los líderes comunitarios se construyó el mapa parlante, la comunidad dibuja el mapa de la unidad territorial en medio pliego de papel periódico o sobre cartografía base de google maps, para lo cual se entregó un listado de la información que se plasmó en el croquis.

Por medio de esta técnica los líderes comunitarios a partir de un dibujo de la unidad territorial menor, identifican su territorio, ubican los límites, infraestructura social, cultural, económica, productiva, entre otras. Lo anterior permitió establecer la relación entre la

comunidad y su entorno y la percepción de los pobladores frente a la distribución y manejo del territorio en relación con el desarrollo del proyecto.

Matriz de identificación de impactos y medidas ambientales: Tuvo como objeto la identificación por parte de la comunidad de los impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto. Buscó analizar los distintos impactos que el proyecto puede traer a la comunidad y su unidad territorial. Para tal fin se organizaron 3 grupos de trabajo, cada uno de los grupos analizó las actividades en el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otra matriz para las actividades de la etapa de Preconstrucción y otra con las actividades de construcción. Para ello, se hizo entrega de un formato en el cual los participantes escribieron a lado de cada actividad el impacto que consideran puede traer el proyecto a la comunidad. La agenda desarrollada se describe en la Tabla 2.46.

Tabla 2.46 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento

Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos y materiales	Tiempo Estimado
1.Objetivo de la reunión	Presentación del objetivo del encuentro	- Presentación en Power Point	3 min
2. Presentación de los asistentes	Presentación de los asistentes por parte de los grupos de interés y de los profesionales presentes de la UVRP, Consorcio Aecom-Concol y la Interventoría AFA	- Presentación en Power Point - Memoria de reunión y planilla de asistencia	15 min
3. Presentación del alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental	Exposición de las actividades a desarrollar para el Estudio y generación del espacio de participación para escuchar y aclarar las inquietudes de los asistentes	-Presentación en Power Point –físico y digital -Computador -Video Beam -Planos impresos	45 min
4. Refrigerio	Momento para compartir el refrigerio e interactuar con la comunidad de manera informal	-Refrigerio proporcionado por Aecom-Concol	15 min
5.Elaboración del mapa social	-Se dibujó por parte del grupo focal lo siguiente: -Asentamientos Humanos -Infraestructura Social -Actividad Productiva -Bienes de interés cultural -Sitios de importancia o interés natural -Sitios de interés o importancia económico y recreativo -Sitios de interés o importancia histórica y cultural	-Papel Periódico o imagen impresa de la unidad territorial –google maps- -Marcadores de colores -Lápices -Tijeras -Pegante	45 min
6. Taller de impactos y medidas de manejo	Identificación de impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto.	- Matriz de actualización de impactos con y sin proyecto para las etapas de construcción, operación y mantenimiento	90 min
7. Preguntas e inquietudes	Se da un espacio para que los integrantes del grupo presenten las inquietudes, sugerencias y comentarios sobre el desarrollo de las actividades del proyecto y del estudio	-Acta de reunión	20 min

Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos y materiales	Tiempo Estimado
8. Agradecimientos	En este espacio se agradeció a la comunidad por su asistencia participación en el encuentro	N/A	2 min
		Tiempo Estimado	3,9 horas
Responsables: La presentación del proyecto fue liderado por los profesionales de Aecom-Concol y UVRP.			

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

Para las reuniones con comunidad del segundo momento, se presentaron los resultados del estudio, con el ánimo de lograr su retroalimentación al respecto. En dichas reuniones, se utilizó la presentación en power point planteada con la siguiente información:

- Contextualización del proyecto, área de influencia y empresas responsables
- Resultados del EIA: Características socio ambientales del área de influencia, evaluación y zonificación de impactos, medidas de manejo planteadas.
- Ejecución de momento para plenaria – intervención de los grupos de interés.

Del desarrollo de las reuniones llevadas a cabo con los grupos de interés del proyecto, se cuenta con los siguientes registros: Registros de asistencia, acta de reunión y registro fotográfico y/o fílmico.

6.3. Reuniones con otros grupos de interés

Inicialmente se identificaron los representantes de la Universidad de Pamplona y los Presidentes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con los que se realizó un primer encuentro. La agenda realizada fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Lectura del acta de reunión

Para esta reunión se diseñó una presentación en power point que facilitó la presentación del estudio a estos grupos de interés.

Durante el segundo encuentro, además de los grupos de interés anteriormente mencionados, se incluyeron las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, donde se presentaron los resultados del estudio, en procura de garantizar la retroalimentación por parte de los asistentes.

- **Cronograma de actividades**

A continuación, la Tabla 2.47, se presenta el cronograma de actividades desarrollado para el Medio Socioeconómico en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempos para cada una de las actividades.

Tabla 2.47 Cronograma de actividades etapa de campo

Nº	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana			
				1	2	3	4
Acercamiento Inicial							
1	Reconocimiento del territorio, Identificación de grupos de interés, convocatorias reuniones con la comunidad (3 barrios y 6 veredas), con la Universidad de Pamplona (1), con (3) Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con (2) veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con autoridades regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	4				
2	Recolección de información secundaria	2 Profesionales Sociales	3				
Reuniones de información y caracterización del territorio							
3	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corponor y Gobernación del Norte de Santander).	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
4	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
5	Reunión con directivos de la Universidad de Pamplona	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
6	Reunión con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
7	Reuniones informativas y de caracterización del territorio con comunidad (9 unidades territoriales)	2 Profesionales Sociales - 2 Profesionales Ambientales	3				
8	Levantamiento de fichas veredales/ barriales y georreferenciación (9 unidades territoriales)	1 Profesional Social	3				

Nº	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana			
				1	2	3	4
9	Levantamiento de fichas culturales (9 unidades territoriales)	1 Profesional Social	2				
Reuniones de presentación de resultados -EIA							
10	Convocatorias reuniones con la comunidad (9 unidades territoriales menores), con la Universidad de Pamplona (1 plantel educativo), con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con Autoridades Regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	3				
11	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corponor y Gobernación del Norte de Santander).	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
12	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
13	Reunión con directivos de la Universidad de Pamplona	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
14	Reunión con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
15	Reuniones con comunidad (9 unidades territoriales)	2 Profesionales Sociales – 1 Profesional Ambiental	3				
16	Reuniones con las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
Total: 4,2 semanas (30 días)							

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

- **Recursos**

A continuación, en la Tabla 2.48 se relacionan los recursos físicos y el recurso humano empleados para las actividades planeadas en la etapa de campo.

Tabla 2.48 Recursos requeridos etapa de campo

Recursos	Descripción
Físicos	- Actas de reunión - Camionetas doble cabina para transporte del personal - Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar - Instalaciones de las alcaldías municipales del área de estudio preliminar - Solicitud de información a través de correspondencia establecida en la etapa de pre campo - Fichas de caracterización rural y urbana - Plano para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes - Marcadores de colores para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes - Refrigerio para ser proporcionado en los encuentros con los grupos de interés - Equipos electrónicos que permitan el registro de información audio visual (Cámara fotográfica y filmadora) - Computador personal que contenga las ayudas digitales que se presentarán a las autoridades municipales, líderes comunitarios y demás grupos de interés. - Video Beam - Equipos de georeferenciación (GPS´s y PDA´s) - Equipos de Protección Personal (EPP) para el equipo de profesionales de campo
Humano	Profesionales Sociales y Ambientales de Aecom-Concol Profesionales sociales, técnicos y ambientales de la Unión Vial Rio Pamplonita

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3.3 Etapa de Post Campo

- **Objetivos**

  - Sistematizar, organizar y analizar la información recopilada en la etapa de campo, con el fin de elaborar el documento Capítulo 5.3 de la línea base de información, en cuanto a los lineamientos de participación y socialización con las comunidades y los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, político organizativo y tendencias del desarrollo.
  - Determinar las áreas de influencia del componente socio económico y cultural teniendo en cuenta cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural y evaluación de impactos significativos que se pueden generar durante las etapas de Preconstrucción, construcción y desmantelamiento de la unidad funcional 1 del proyecto.
  - Realizar la zonificación ambiental de acuerdo con la evaluación de impactos desde el componente socioeconómico y cultural.
  - Efectuar el taller de actualización de impactos con el equipo de trabajo de Aecom-Concol, empleando como soporte los talleres de actualización de impactos trabajados con la participación de la comunidad y lo evidenciado durante el trabajo de campo.

- Elaborar las medidas de manejo sociales (fichas): estrategias, programas y propuestas orientados a la prevención, protección, mitigación o compensación de los impactos que se pueden generar por desarrollo del proyecto, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la guía ambiental para proyectos de infraestructura y la evaluación de impactos ambientales.
- Elaboración de las fichas de monitoreo y seguimiento social, de acuerdo con las medidas de manejo sociales como objetivos, metas, actividades, responsables e indicadores entre otros, que garanticen el cumplimiento de las medidas de manejo social.
- Elaborar la cartografía para el componente socioeconómico y cultural de la unidad funcional 1 del proyecto, identificando las unidades territoriales menores y mayores del área de influencia, la infraestructura socioeconómica y cultural del área, a partir de los metadatos y la geodatabase.
- Realizar los ajustes solicitados ante la revisión del documento por parte del grupo asegurador de la Unión Vial Río Pamplonita, la Interventoría y la ANI, para así proceder a la validación del documento.

- **Actividades**

  Las actividades realizadas en la etapa de post campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados por Aecom-Concol, a partir del resultado e información recopilada en la etapa de campo. En la Tabla 2.49, se relacionan las actividades ejecutadas durante esta etapa, la cual incluye los responsables y días estimados.

  En esta etapa se organizó, analizó y sistematizó la información obtenida en campo para así proceder con la elaboración del documento.

  La etapa post campo estuvo a cargo de cuatro (4) profesionales sociales. Durante esta etapa se sistematizó la información primaria y secundaria recolectada en la salida de campo y se elaboró el documento, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02, versión 2.

  Posteriormente, se identificaron los impactos y medidas de manejo a través de un taller en coordinación con el equipo de profesionales del Aecom-Concol, con base en las matrices de impactos en los escenarios sin y con proyecto, trabajadas con las comunidades de las unidades territoriales menores que hacen parte del área de influencia de la unidad funcional 1. De igual manera se adelantó en este mismo espacio la formulación de las medidas de manejo.

Por último, se construyó la cartografía social a partir de los meta datos y la geodata base, donde se presentarán los siguientes planos:

- Áreas de Influencia componente socio económico y cultural: Delimitación de las áreas de influencia. Cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural, limites veredales, limites barriales, municipales y departamentales.

- Infraestructura social área de influencia: Delimitación de las áreas de influencia, limites veredales y municipales, cartografía base, infraestructura social, cultural, de servicios públicos, entre otros.

- **Cronograma de actividades**

En la Tabla 2.49, se presenta el cronograma de actividades planteado para el desarrollo del Medio Socioeconómico en esta etapa de post campo, el cual incluye los responsables y tiempo estimado para cada una de las actividades.

Tabla 2.49 Cronograma de actividades etapa Post Campo

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Sistematización de reuniones de presentación de resultados de la etapa de campo	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
2	Sistematización de fichas de caracterización rural y urbana	Profesionales Sociales Aecom-Concol	3												
3	Sistematización de fichas de caracterización predial	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1												
4	Elaboración línea base unidades territoriales menores	Profesionales Sociales Aecom-Concol	20												
5	Evaluación de impactos en los escenarios sin y con proyecto	Profesionales Sociales Aecom-Concol	8												
6	Elaboración geodatabase y zonificación ambiental	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
7	Elaboración medidas manejo, monitoreo y seguimiento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
8	Correcciones al documento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	10												
9	Validación del documento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	3												
Total			**8,4 semanas (59 días)**												

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

- **Recursos**

En la Tabla 2.50 se relacionan los recursos físicos y humanos requeridos para desarrollar las actividades de post campo.

Tabla 2.50 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo

Recursos	Descripción
Físicos	Fichas de caracterización unidad territorial- barrial y veredal- Fichas de caracterización cultural Mapas sociales trabajados con las comunidades del área de influencia Planos de localización geográfica del área de influencia

	Computadores Planos realizados por el equipo de SIG Fuentes secundarias suministradas por las autoridades municipales durante la etapa de campo.
Humanos	(4) Profesionales Sociales de Aecom-Concol (1) Profesional SIG para elaboración de planos

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.4 Arqueología

A continuación, se presentan las variables de análisis y los procedimientos de campo y de laboratorio, que se proponen para lograr evidenciar el potencial arqueológico del área de interés así como la presencia o ausencia de sitios arqueológicos, que den cuenta de los patrones de asentamiento de las ocupaciones prehispánicas y/o coloniales que puedan arrojar datos arqueológicos sobre los pobladores de los valles fríos y templados de la cuenca alta del río Pamplonita.

La metodología de trabajo se basa en un reconocimiento arqueológico sistemático de la región del valle del río Pamplonita; si bien el proyecto constriñe espacialmente el reconocimiento arqueológico al área de intervención, se considera de tipo regional, ya que permite analizar comparativa y espacialmente datos referentes a los patrones de asentamiento prehispánicos y coloniales entre diferentes zonas altitudinales y geoformorfológicas en los valles fríos, templados y cálidos de la cuenca del Pamplonita, pudiendo considerar el área una unidad de análisis que permite muestrear estas características del valle.

Lo anterior se logrará a partir de cuatro actividades a saber; en primer lugar un trabajo documental y cartográfico, seguido del trabajo de campo que estará orientado a buscar evidencias de asentamientos prehispánicos y coloniales a una escala regional en el área de intervención, posteriormente un trabajo de laboratorio orientado a caracterizar cronológicamente el material arqueológico que se recupere en campo y de esta manera identificar períodos de ocupación y finalmente un análisis espacial y cuantitativo de distribución de los asentamientos identificados para cada período.

2.3.3.4.1 Revisión cartográfica y documental análisis preliminar

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación regional y puntual del proyecto, así como las hipótesis de investigación expuestas en los antecedentes etnohistóricos y arqueológicos de la región, se realizó una revisión y análisis preliminar de la cartografía existente, así como la elaboración de mapas y figuras puntuales que permitieran visualizar las características fisiográficas de la unidad funcional uno (UF1) y así poder diseñar una metodología de campo apropiada y efectiva para documentar arqueológicamente los patrones de asentamiento en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita en el municipio de Pamplona.

Este primer análisis cartográfico tomó como referencia la cartografía temática de geomorfología asociada al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río

Pamplonita (POMCA) del año 2011 (ASOCARS-CORPONOR-UFPS, 2011), la cartografía base del IGAC para elaborar un mapa de pendientes de la zona, así como perfiles altitudinales del área de influencia directa y los datos de sitios arqueológicos reportados para el municipio de Pamplona referenciados en el Atlas arqueológico del ICANH y otros estudios consultados durante la revisión documental.

De acuerdo con lo anterior se priorizó la información que permitiera realizar un primer acercamiento a la configuración del paisaje existente en el área de interés del proyecto, tomando como primeros referentes la conformación geomorfológica y de pendientes dentro del área de interés, puesto que ofrecen la posibilidad de identificar zonas con mejores condiciones para el asentamiento humano o por el contrario sectores en que se dificulta el asentamiento, tránsito o usufructo de recursos.

Bajo este panorama y teniendo en cuenta los antecedentes arqueológicos que pueden asociarse directamente con la geomorfología presente dentro del Área de Intervención se ha considerado pertinente realizar un muestreo arqueológico en la totalidad del área de interés bajo distintas técnicas de muestreo, discriminando entre sectores con pendientes menores y mayores al 50% de inclinación.

2.3.3.4.2 Trabajo de campo – prospección arqueológica

Teniendo en cuenta la revisión documental y el trabajo cartográfico señalado, se diseñó una estrategia metodológica que permita recolectar datos que aporten conocimiento acerca de los patrones de asentamiento de las distintas poblaciones que habitaron en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita; la estrategia a implementar incluye la excavación de pozos de sondeo, limpieza de perfiles, recolecciones superficiales y puntos de observación.

- **Puntos de Observación y Limpieza de Perfiles**

Como se mencionó antes, la primera estrategia de acercamiento estará relacionada directamente con la conformación del paisaje y las posibilidades que éste ofrece para el uso, asentamiento o aprovechamiento de recursos por parte de poblaciones humanas. Bajo estas premisas y teniendo en cuenta que las unidades de paisaje existentes están incluidas todas dentro de una unidad macro correspondiente a la montaña andina, se ha considerado que sectores en que la pendiente tiene porcentajes superiores al 50% de inclinación presentan condiciones cuanto menos dificultosas y en gran medida adversas para las dinámicas mencionadas; además seguramente tales condiciones también implicarán limitaciones para el acceso y la ejecución de un muestreo intensivo de los sectores respectivos.

En tal medida las actividades de muestreo dentro de estas zonas corresponderán a puntos de observación y como se indica, se centrarán en el registro de las condiciones observables del terreno, características de la topografía, cobertura del suelo, presencia o ausencia de fuentes hídricas, etc.; este registro implicará en la medida de lo posible un recorrido que permita identificar posibles huellas en el terreno, de posible interés arqueológico, que den cuenta de transformaciones del paisaje para mejorar las condiciones de uso del mismo.

Otro insumo de información será la limpieza de perfiles expuestos ya que allí se podrán identificar las unidades estratigráficas presentes en el respectivo sector.

Para asegurar que todos los sectores en que las pendientes sean mayores al 50% sean registrados, cada polígono con tal condición dentro del área de interés del proyecto, ha sido identificado con un número consecutivo, cada uno de estos polígonos contarán con el número de registros necesarios para asegurar una cobertura rigurosa de los elementos del paisaje y los usos y las transformaciones antrópicas de interés arqueológico dentro del mismo, considerando apropiado generar mínimo un registro por hectárea. De igual manera, en la medida en que el terreno permita acceder a los respectivos sectores, se realizará un registro fotográfico desde un punto de observación georreferenciado en una unidad GPS. En los casos en que definitivamente las pendientes no permitan el acceso a determinado sector, el registro fotográfico y escrito se realizará desde algún punto externo que permita observar a la distancia las características del mismo, tal punto también será georreferenciado y asociado al sector respectivo.

- **Inspección de Superficies**

Otra de las estrategias para recolección de información estará representada por la inspección de superficie, esta se realizará indistintamente y en la medida de lo posible, en áreas con pendientes pronunciadas o en zonas con pendientes más suaves. Estas inspecciones se realizarán de manera sistemática con recorridos planteados en ejes cada 5 metros cubriendo la totalidad de los sectores expuestos en que se encuentren superficies expuestas o erosionadas, con el objetivo de confirmar la presencia o ausencia de materiales o rasgos de interés arqueológico sobre la superficie.

Si durante tales inspecciones se observan materiales dispersos sobre el terreno, se buscará en principio determinar la extensión de tal dispersión, lo cual permitirá delimitar y georeferenciar el área de interés arqueológico; Para el caso de áreas con una alta densidad de material en superficie, una vez delimitadas se procederá a realizar la recolección de una muestra, preferiblemente diagnóstica, de los elementos hallados que luego, tras el análisis de los mismos en la etapa de laboratorio permitirán realizar una caracterización e interpretación preliminar del sitio arqueológico y sus componentes. Los demás elementos no recolectados servirán de justificación y principalmente de insumos para la realización de una investigación arqueológica más detallada, que se incluirá como una de las medidas de manejo del respectivo Plan de Manejo Arqueológico ejecutado en un momento previo a la construcción.

La recolección de materiales se llevará a cabo buscando incluir dentro de la muestra elementos diagnósticos representativos de las distintas manifestaciones cerámicas o líticas que provisionalmente se identifiquen durante la actividad en campo. Los materiales arqueológicos recolectados superficialmente serán empacados en bolsas que contarán con rotulo en que se especificará la información relevante sobre su origen, tipo y demás datos que permitan su posterior análisis.

- **Pozos de sondeo**

Por su parte, en los sectores en que las pendientes se han identificado como menores al 50% en el grado de inclinación, se ha determinado realizar un muestreo sistemático por medio de la excavación de pozos de sondeo, de los cuales se generó su proyección previa sobre las áreas de intervención del proyecto, tal como se observa en la cartografía anexa.

Para la generación de tal proyección se generó un modelo de cuadrícula con ejes trazados en orientaciones Norte – Sur y Este – Oeste; la cuadrícula se extendió inicialmente sobre todos los territorios de los municipios en que se encuentra el área de interés (Pamplona). Los ejes del modelo se distanciaron por 25 m entre sí de tal manera que esta misma distancia generara los vértices de cada cuadrante, sobre tales vértices se proyectó un eventual punto de sondeo. Posteriormente, la cuadrícula fue recortada, conservando su expresión únicamente sobre las áreas de intervención previstas por el proyecto. Finalmente se eliminaron los sondeos que hubiesen quedado dispuestos sobre el trazado de vías existentes, corrientes de agua, construcciones y viviendas u otros elementos de origen antrópico que en principio no permitiesen su excavación.

Se considera que los sondeos sumados a la inspección superficial deberán ser suficientes para determinar la existencia o no de sitios arqueológicos, aunque se deja claro que la ocurrencia de hallazgos de forma superficial no determinará la no excavación de sondeos en el área de dispersión ya que estos podrán brindar información sobre posibles ocupaciones en serie, abordándose así tanto la dimensión horizontal como vertical del área de interés.

Por otra parte, debido a que en los polígonos con pendientes mayores a 50% es posible que durante los recorridos se evidencien transformaciones del paisaje representadas por aterrazamientos, en tales casos se plantea replicar el modelo ya expuesto, con sondeos en cuadrícula cada 25 m, sobre tales modificaciones.

Los pozos de sondeo en general, tendrán unas dimensiones de 40 cm x 40 cm y su profundidad variará de acuerdo a la conformación estratigráfica del terreno asegurando alcanzar niveles correspondientes a estratos culturalmente estériles, teniendo también en cuenta que otras investigaciones arqueológicas efectuadas en la región han reportado hallazgo de materiales arqueológicos desde la superficie del terreno hasta los 40 cm en el caso de yacimientos domésticos (Moscoso, 2011); y superiores a un metro en caso de corresponder a contextos funerarios consistentes en tumbas de pozo con cámara lateral (Gutiérrez, Buitrago, Martínez, Beltrán, & Valero, 2007) y (Moscoso, 2011). De cada pozo de sondeo se tomará registro escrito en el formato respectivo, registro fotográfico y será georreferenciado por medio de una unidad GPS.

En caso de que durante la excavación de un sondeo se presente el hallazgo de material arqueológico, este será recolectado en bolsas que contarán con una rotulación que indique la información correspondiente al lugar de origen, unidad de muestreo, profundidad y tipo de material hallado. Adicionalmente, en caso de las características de los hallazgos permitan determinar la existencia de un sitio arqueológico se diligenciará la Ficha de Registro de Sitios Arqueológicos.

- **Registro de Caminos Antiguos**

De acuerdo a lo planteado en el apartado sobre los antecedentes y las problemáticas de estudio alrededor de los caminos, se hace evidente la necesidad de ahondar más en el estudio de los mismos. Teniendo esto en cuenta y los alcances del presente proyecto enmarcado más en una etapa de diagnóstico para un posterior planteamiento de un plan de manejo acorde con los hallazgos que resulten de esta primera fase de campo, en cuanto a los caminos para esta primera fase se apuntará entonces a una caracterización y delimitación lo más precisa posible que permita establecer los parámetros a seguir en las siguientes fases, tanto para la recuperación de la mayor cantidad de información relacionada con los caminos a través de análisis más exhaustivos así como las medidas necesarias para mitigar el impacto de las obras civiles sobre los mismos.

Así pues, para establecer una metodología inicial de registro de los caminos que se hallen en el área de influencia del proyecto, el primer paso será una indagación documental en busca de una temporalidad y características del camino en cuestión. El otro paso corresponderá al trabajo de campo donde el primer paso de ser necesario será dividir el camino en tramos, teniendo en cuenta la limitante de la restricción del área de influencia directa del proyecto y dependiendo de la extensión del camino que pueda registrase en esta primera fase. Cada tramo será codificado y se establecerá su ubicación en relación al municipio, vereda y coordenadas.

Posterior a éste primer paso se procederá a lo que Marianne Cardale (1996) ha llamado el análisis del camino en su paisaje. Frente a ello Sofía Botero (2006) resalta que al incorporar dentro del estudio de los caminos la geografía y las características físicas de los territorios que atraviesan, su análisis hace posible concretar de manera más completa los modelos y propuestas derivadas de las nuevas corrientes del análisis arqueológico, denominadas “arqueología del paisaje”. Se anotarán además los cambios de altura que presente cada tramo del camino, la distancia a poblados actuales, una descripción detallada de las características del camino y su estado de preservación. Es importante además establecer obras anexas al camino (drenajes, puentes), con que se conecta, ríos, otros caminos, qué poblaciones une, uso actual y qué dice la gente, se hará además un registro fotográfico y de medidas.

2.3.3.4.3 Trabajo de laboratorio – análisis de datos

El trabajo de laboratorio tiene el objetivo principal de procesar, clasificar, analizar el material cultural recuperado en campo y sistematizar la información obtenida del análisis del mismo, con el fin de generar un cuerpo de datos útil para la interpretación de los sitios arqueológicos que se identifiquen en la fase de campo, en relación con las preguntas de investigación planteadas en este proyecto.

Para la metodología del tratamiento y análisis del material cultural en el laboratorio existen ciertos parámetros comunes a cualquier tipo de material, de los cuales se hará referencia en éste primer apartado. Posteriormente se hará referencia a la metodología pertinente para tipo de material que pueda llegar a encontrarse en la prospección.

Las labores de análisis con el material recuperado del trabajo de campo, iniciarán con la organización y un inventario inicial de las bolsas de material por Unidad Funcional, Unidad de Muestreo y Nivel, esto con el fin de iniciar de una forma ordenada y mantener así todo el proceso del trabajo de laboratorio. El siguiente paso será entonces la limpieza de los materiales, procedimiento que dependerá del tipo y estado de preservación de los elementos. Posterior al lavado se debe proceder al secado que se hará en canastas y sobre papel periódico, teniendo la precaución de ordenarlo junto a sus bolsas etiquetadas para evitar la pérdida del contexto. Una vez seco el material se realizará el marcado del mismo, con un código establecido que permita rastrear el contexto del material, en ésta misma fase se hará la reconstrucción de elementos en los casos que sea posible. Luego se marcará cada elemento recuperado, dichas marcas se elaborarán en computador y se pegarán a cada fragmento o pieza, así mismo se rotularán las bolsas contenedoras del material con todos los datos del contexto y se hará el inventario definitivo.

Posterior al lavado y marcado de cada fragmento o pieza se procederá a la elaboración de bases de datos, donde se discriminen las variables de análisis de acuerdo al material. Luego se hará entonces el análisis correspondiente a cada tipo de material cultural. Finamente vendrá el registro fotográfico tanto de lotes de material como de unidades diagnósticas atendiendo a parámetros surgidos de la clasificación del material y su dispersión por sitios o yacimientos arqueológicos. Se usará de fondo, una tela negra o de un color que haga un buen contraste dependiendo del color del material a registrar.

- **Análisis del Material Cerámico**

Esta actividad comprenderá las siguientes etapas:

- Limpieza, Reconstrucción y Marcado:

Esta fase como se mencionó en la introducción de este apartado constituye la preparación del material para su respectivo análisis. El primer paso entonces con el material cerámico será el lavado, usando baldes, cepillos suaves y agua. Luego se llevarán a cabo los pasos de secado, marcado e inventario, como se indicó antes, para proceder al análisis.

- Clasificación Cerámica:

Para iniciar las labores de clasificación, se realizará un marco de referencia construido a partir de las propuestas tipológicas generadas anteriormente por investigadores de la región con la finalidad de establecer los criterios básicos para la clasificación cerámica del material recuperado en campo y de ser posible se visitarán colecciones cerámicas del área. De igual manera para la descripción tipológica se tendrá en cuenta dos criterios principales; el tratamiento de superficie y las características generales de la pasta de acuerdo a lo que plantea (Meggers & Clifford, 1970) y (Clive , Tyers, & Alan, 1997). El análisis del material cerámico se encaminará así a identificar y categorizar las características de los fragmentos, en primer lugar, se establecerá el contexto, segundo las variables tecnológicas (medidas, técnica de elaboración, tamaño y composición del desgrasante, proporción pasta desgrasante, atmósfera y cocción). Seguido a esto se analizarán las características estilísticas (técnica de decoración, motivos, acabado superficie interna, acabado superficie

externa, color de ambas superficies), se identificará la parte de la pieza y de acuerdo a ello a partir de las diagnósticas analizar sus características funcionales. Éstas características serán establecidas a través de la observación macroscópica de los fragmentos. Para determinar los colores de pastas y superficies se utilizará la Munsell soil color book, las medidas se tomarán con un calibrador digital, los desgrasantes se identificarán con lupa. Los resultados se condensarán en una base de datos anexa. Siguiendo los parámetros anteriores se espera identificar tipos cerámicos con características excluyentes unos de otros.

- Análisis de Material Lítico

Posterior a los procedimientos ya descritos de limpieza, marcado e inventario se procederá al análisis del material. La clasificación del material lítico estará orientada en dilucidar las características funcionales de los artefactos, sus huellas de uso y la materia prima, esto con el objeto de aproximarse al tipo de labores que estaban realizando en el sitio con los artefactos líticos, la calidad y el origen de los mismos. Los objetivos entonces del análisis del material lítico serán: 1. clasificar, cuantificar y graficar el conjunto lítico del sitio; 2. determinar las materias primas más utilizadas; 3. determinar si esas materias primas se corresponden específicamente con tipos de artefactos; 4. Observar si hay tendencias tecnológicas definidas en el conjunto lítico.

Inicialmente se tendrán como guía los textos de Carlos Aschero (1975) y Manuel Alcaraz (2010), quienes brindan bases para determinar características básicas de los elementos líticos que se recuperen, en cuanto a determinar tipos de materias primas proceso de talla, partes de un elemento de extracción, materiales retocados. La tipología es la “Ciencia que permite reconocer, definir y clasificar las diferentes variedades de útiles que aparecen en los yacimientos prehistóricos” (Bordes 1961; citado por Alcaráz, (2010). Los diferentes útiles líticos, clasificados en tipos, deben su conformación, además de a su propio soporte, al retoque de sus filos. Es por tanto la operación de retoque la que dota al útil de su morfología final, permitiendo así su discriminación dentro de un tipo específico. Igual que en el caso anterior se generará una base de datos con los análisis efectuados.

- Análisis de Material Óseo

En cuanto al material óseo las etapas previas a su análisis (lavado, rotulado e inventario inicial) dependerán del grado de preservación de los mismos. El siguiente paso será determinar si el material óseo corresponde a fauna o es humano. El grado de preservación del material de los restos junto a la cantidad de material, determinarán el alcance de los análisis posibles, teniendo presente que éstos están relacionados en sí con el aporte de información en cuanto a patrones de asentamiento y de manera más pragmática con la identificación de la presencia o ausencia de yacimientos arqueológicos dentro del área de intervención del proyecto vial.

En el caso de los restos óseos humanos posterior al inventario inicial se procederá a determinar el número mínimo de individuos y si pertenece a un individuo adulto o subadulto.

Para el inventario y recolección de datos bioantropológicos se elaborarán formatos de registro, en concordancia con las características que pueda presentar el material objeto de estudio:

Para el registro y análisis de individuos adultos y subadulto, en la medida que la muestra lo permita se atenderán cuatro campos de análisis (tafonómico, número mínimo de individuos, perfil bioantroplógico y características individualizantes).

Finalmente, y a partir de una base de datos que se genere de los análisis del material óseo se hará un informe donde de forma general se caracterice la población representada en los conjuntos óseos analizados.

Cualquier otro tipo de material que se recupere en la fase de campo, tendrá el tratamiento inicial y de acuerdo a sus características se determinarán los pasos y metodologías necesarias para su análisis. Así el conjunto de materiales arqueológicos recolectados será inventariado y sus atributos serán incluidos dentro de una base de datos en Excel que permita su consulta de manera eficaz.

Si es preciso se contratarán análisis especializados en muestras de carbón, suelos, semillas, frutos, restos óseos y otros; con el fin de complementar la información disponible de cada sitio o unidad de muestreo trabajada. Todo el material será debidamente rotulado y embalado y procederá al proceso de entrega a quien se determine como el tenedor del mismo.

2.3.3.4.4 Análisis cuantitativo y espacial

Una vez construida la base de datos se procederá a realizar un análisis cuantitativo y espacial, que presente resultados sobre los patrones de asentamiento en la región, y que permitan ser comparados paulatinamente a medida que se lleva a cabo los estudios en la totalidad del corredor vial.

El análisis cuantitativo se refiere a una estadística descriptiva por sitios y entre sitios identificados, presentando frecuencias de materiales por períodos y áreas de ocupación, de igual modo esta información será presentada de forma gráfica a través de mapas de distribución espacial. La realización de estos análisis está sujeta a la información obtenida en campo, de igual modo el alcance de los mismos, esperando que se pueda generar nuevos datos arqueológicos que aporten al conocimiento sobre los patrones de asentamiento en el valle del río Pamplonita.

2.3.3.4.5 Zonificación arqueológica y formulación de plan de manejo

Teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio se determinará el potencial arqueológico de la Unidad Funcional Uno (UF1) , generando como insumo final para la formulación del Plan de Manejo una zonificación arqueológica, está se representará gráficamente a través de un mapa temático, esta cartografía será elaborada a partir de criterios como los sitios arqueológicos reportados con anterioridad y los identificados en campo, y la cartografía temática pertinente (geomorfología, suelos, cobertura vegetal y

pendientes). La zonificación arqueológica ubicará las zonas de mayor y menor potencial arqueológico y de acuerdo a esto se evaluarán los impactos sobre el patrimonio arqueológico que las actividades asociadas a la obra puedan ocasionar. Finalmente se elaborará un informe final que contenga los resultados de campo, su respectivo análisis y la definición de las medidas de manejo pertinentes y que a su vez de respuesta a la pregunta de investigación planteada.

2.3.4 Servicios Ecosistémicos

El objetivo general del subcapítulo de Servicios Ecosistémicos es identificar, según las percepciones de las comunidades, los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales que prestan los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia del proyecto. En este apartado de la metodología se muestra de manera general la forma en que fue abordado el capítulo; sin embargo, para una mejor comprensión, en el capítulo 5.4 se hace una descripción más detallada de los métodos ejecutados para la caracterización y análisis de los servicios ecosistémicos en las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto.

2.3.4.1 Levantamiento de información en campo

Se levantó información primaria en campo por medio de cuatro (4) enfoques diferentes con el fin de complementar y corroborar los datos suministrados por las personas abordadas con ese objetivo.

2.3.4.1.1 Encuestas sobre Servicios Ecosistémicos

Se realizaron encuestas a los habitantes de las veredas que conforman el área de influencia social del proyecto, la cual estuvo compuesta por seis (6) secciones y 43 preguntas, la cual se puede ver en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos. La primera sección contiene información operacional, la segunda, información del entrevistado, la tercera buscó indagar sobre los servicios de aprovisionamiento, la cuarta sobre los servicios de regulación, la quinta sobre los servicios culturales y la sexta daba lugar a observaciones relevantes sobre la vereda, los SSEE y los entrevistados. Los datos obtenidos se tabularon en una matriz general para el posterior análisis de los resultados. La matriz se muestra en el Anexo 6. Servicios Ecosistémicos.

2.3.4.1.2 Cartografía Social

Durante las reuniones del componente social para la presentación del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con la comunidad de cada una de las veredas y barrios del área de influencia del proyecto se realizó el levantamiento de la cartografía social, cuyo objetivo fue identificar espacialmente la localización de los lugares que prestan servicios ecosistémicos en cada una de las unidades territoriales menores.

2.3.4.1.3 Fichas veredales

Se extrajo información que fue levantada mediante las fichas veredales y barriales, las cuales tienen como objetivo caracterizar socio económicamente a las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto.

2.3.4.1.4 Entrevistas socioculturales

Se extrajo información de las entrevistas socioculturales levantadas por los profesionales sociales encargados de la caracterización cultural de las veredas que pertenecen al área de influencia del proyecto.

2.3.4.2 Dependencias del proyecto hacia los servicios ecosistémicos

Se analizó el grado de dependencia del proyecto con los servicios ecosistémicos, identificando las actividades que requieren el uso directo y estimando el grado de dependencia por medio de los siguientes criterios:

- Las actividades que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Algunas actividades secundarias que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Las actividades principales o secundarias del proyecto no requieren directamente del servicio ecosistémico.

2.3.4.3 Análisis sobre los impactos hacia los SSEE

Para determinar cuál es el impacto debido a la ejecución de las actividades del proyecto, se partió de la evaluación ambiental (Capítulo 8) y sus ámbitos de manifestación, los cuales son objeto de intervención por parte del proyecto. El primer paso fue determinar la relación entre los servicios ecosistémicos, los impactos y sus ámbitos de manifestación, para luego obtener la calificación de cada ámbito, según la evaluación de cada profesional a cargo. Luego, por medio de un promedio aritmético se obtuvo la calificación final de cada uno de los impactos.

El nivel del impacto se determinó según el cruce de las categorías de dependencia de la comunidad y la importancia final del impacto.

2.3.5 Zonificación Ambiental

Acogiendo la definición del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y de Couto (Couto, 1994), la Zonificación Ambiental se puede entender como una actividad del proceso de ordenamiento ambiental en donde se divide el territorio en estudio en áreas homogéneas desde sus contenidos biofísicos y socioeconómicos. Es en sí una síntesis geográfica del territorio en estudio, obtenida mediante el proceso de sectorización en unidades relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a factores físicos (agua, clima, suelo, formas de la tierra, etc.), biológicos (vegetación, fauna, etc.), y socioeconómicos (recursos de valor económico, la presencia del hombre y sus actividades) y su evaluación con relación a su potencial de uso sostenible.

En particular, para un territorio que potencialmente puede ser modificado por un proyecto de infraestructura u otro tipo de proyecto de desarrollo, sujeto de una evaluación de impacto ambiental, la zonificación ambiental tiene el propósito de establecer esa síntesis geográfica de referencia, bajo un escenario de NO intervención por el proyecto, y se construye con los resultados de la caracterización ambiental o línea base ambiental, buscando identificar áreas o unidades homogéneas o relativamente homogéneas con diferentes grados de importancia y/o sensibilidad ambiental de acuerdo con las características intrínsecas de los elementos del sistema y con los servicios sociales y/o ambientales que éstos están en capacidad de prestar a su entorno (Consultoría Colombiana S.A., 2012). En tal sentido, la zonificación ambiental busca:

- Definir la capacidad de las unidades homogéneas delimitadas para resistir afectaciones o transformaciones sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico para retomar sus condiciones funcionales iniciales.

- Identificar la capacidad para generar bienes o servicios ambientales de cada una de ellas hacia su entorno.

- Para la determinación de los grados de sensibilidad e importancia se consideraron las siguientes definiciones:

- Sensibilidad ambiental: Se define como la susceptibilidad de los elementos componentes del entorno al deterioro o degradación por la acción de factores externos. Es la capacidad intrínseca del individuo, comunidad o sistema que lo hace más o menos idóneo de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él.

Expresa el grado de fragilidad de los elementos del sistema y se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada por una condición o acción exógena.

Se considera más sensible aquel individuo, comunidad o sistema que al ser alterado con una leve intervención o modificación, presenta mayores dificultades para recuperarse o volver a su estado original.

Importancia ambiental: Es considerada como la capacidad de un individuo, comunidad o sistema de ofrecer bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y/o culturales hacia su entorno, ya sean de soporte, regulación o provisión.

A continuación en la Tabla 2.51 y Tabla 2.52, se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación.

Tabla 2.51 Categorías de Sensibilidad

Clasificación		Sensibilidad
Muy baja	1	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.

Clasificación		Sensibilidad
Baja	2	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Moderada /Media	3	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	4	Corresponden a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy Alta	5	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 2.52 Categorías de Importancia

Clasificación		Importancia
Baja	1	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.
Media	2	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.
Alta	3	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico, socioeconómico y normativo – reglamentario), se determinaron elementos representativos del área de estudio a nivel socioambiental, los cuales, se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto actual; para así establecer una descripción general del área en términos de sensibilidad e importancia.

Se definió el grado de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos de evaluación a través de un juicio de expertos, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de estudio.

Una vez definidos los grados de calificación, se evaluó la sensibilidad e importancia para cada elemento de análisis y se plasmaron de forma cartográfica, para luego ser superpuestas o integradas dando como resultado las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro), que reflejan por una parte los niveles de sensibilidad

física, biótica y socioeconómica y por otra los grados de importancia desde la perspectiva física, biótica, socioeconómica y normativa – reglamentaria.

Posteriormente, las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro) se superponen usando la matriz de correlación de Sensibilidad/Importancia (Tabla 2 30) para generar las síntesis de sensibilidad e importancia del área o zonificación ambiental síntesis del área.

En este proceso, la condición de sensibilidad o importancia más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros elementos, durante la superposición e integración, tanto en la generación de las síntesis intermedias como de la zonificación global, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable, entre las variables analizadas.

Una vez se han integrado las sensibilidades de los medios: Abiótico, Biótico y socioeconómico y cultural y las importancias de los medios Abiótico, Biótico socioeconómico – cultural y la normativa – reglamentaria; se realiza el cruce temático de estas dos capas de información geográfica usando la matriz de correlación S/I que se presenta en la Tabla 2.53, para obtener la síntesis o zonificación ambiental del área de estudio.

La sensibilidad e importancia de cada medio también se pueden cruzar usando la misma matriz (Tabla 2.53) para obtener la síntesis ambiental de cada medio (S/I física, S/I biótica y S/I socioeconómica y cultural); la síntesis normativa-reglamentaria está formada a partir de la superposición de capas (rondas hídricas, suelos de protección, DMI, otras) que tienen atributos de importancia (otorgada por leyes, decretos, normas, entre otras) más no de sensibilidad, por lo que no requiere el uso de la matriz (Tabla 2.53).

Esta relación traduce en una integración donde a mayor Sensibilidad/Importancia, se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños. Estas correlaciones pueden variar generando diferentes grados de aptitud, siendo estas plasmadas en la Tabla 2.53.

Tabla 2.53 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

Importancia	Sensibilidad				
	Muy Alta	**Alta**	**Moderada**	**Baja**	**Muy Baja**
Alta	Muy alta	Alta	Moderada	Moderada	Baja
Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Baja	Baja
Baja	Moderada	Moderada	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De lo anterior se deduce que las zonas de muy alta y alta sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que se requiere acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere acciones de mitigación con efectos en el corto plazo. Las áreas con impactos moderados requerirán niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto.

Las zonas de baja y muy baja sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requiere acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto plazo).

A continuación, se presentan de forma descriptiva las diferentes correlaciones de Sensibilidad/Importancia y el grado de aptitud que representan.

S/I Muy alta (Aptitud muy baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico recibieron una calificación de muy alta sensibilidad y alta importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso, con posibilidades de pérdidas.

S/I Alta (Aptitud baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar una calificación muy alta en cuanto a sensibilidad, pero una importancia moderada, o alta en cuando a sensibilidad y alta importancia. En estas áreas una intervención puede realizarse, pero con una alta restricción, ya que el efecto generado sobre el medio es altamente significativo, siendo difícil la recuperación del recurso; para lo cual, se hace necesaria la implementación de medidas tanto de corrección como de compensación.

S/I Media (Aptitud Moderada)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde, muy alta sensibilidad con baja importancia, hasta baja sensibilidad con importancia alta. En estas áreas, una intervención puede realizarse con efectos que se evidencian a largo plazo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de corrección y prevención.

S/I Baja (Aptitud Alta)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde una importancia baja, con moderada sensibilidad, hasta una importancia alta o moderada con sensibilidad muy baja. En estas áreas una

intervención puede realizarse con presencia de efectos no significativos a largo plazo, para lo cual se hace necesaria la implementación únicamente de medidas de prevención.

S/I Muy baja (Aptitud muy Alta)

Corresponden a zonas en las que los elementos de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos fueron calificados con muy baja o baja sensibilidad y baja importancia, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención. Es decir, áreas con una aptitud muy alta.

2.3.6 Evaluación Ambiental

El presente capítulo contiene un análisis de los efectos tanto positivos como negativos que se pueden llegar a generar durante las actividades de construcción de la nueva calzada.

La evaluación ambiental se desarrolló de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA - 02) adoptado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

Mediante la identificación, evaluación y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente se busca identificar cuáles impactos se consideran significativos, cuáles presentan tendencia acumulativa alta y cuál podría ser la distribución espacial de éstos, con relación a los elementos que componen el área de influencia.

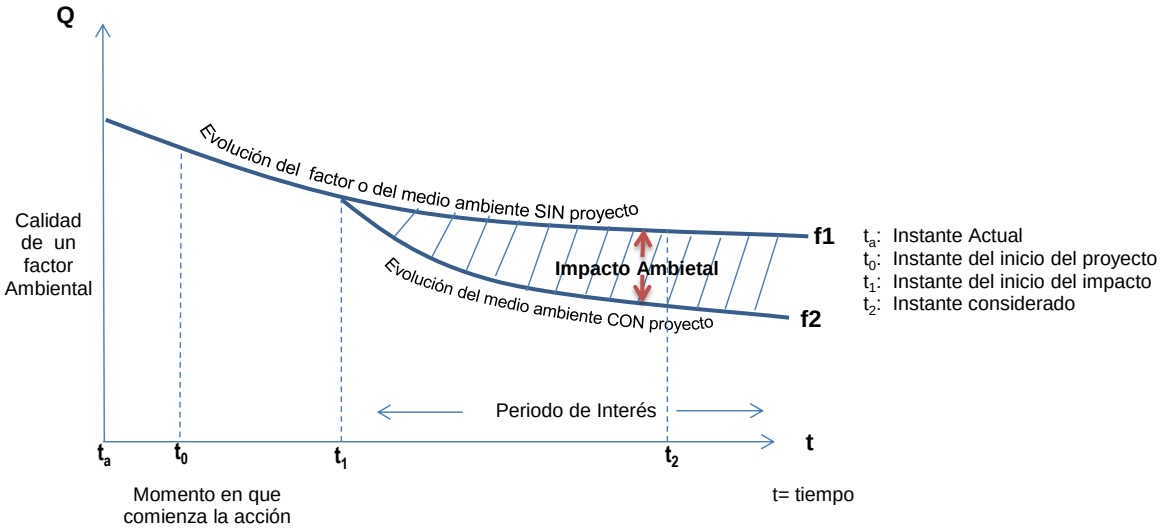
2.3.6.1 Marco Conceptual y Aspectos Metodológicas

Según Conesa (2010) impacto ambiental (IA) se define como un “cambio en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno”, es decir, que existe un IA cuando una acción o actividad humana produce una alteración favorable o desfavorable a alguno de los componentes del medio.

Se puede deducir de esta premisa, que los efectos generados por la ejecución de las actividades del proyecto son la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la incidencia del proyecto; es decir, la variación neta positiva o negativa de calidad ambiental (ver Figura 2.21).

La evaluación ambiental se desarrolla a partir de la identificación de los impactos existentes en los medios abiótico, biótico y socioeconómico (estado inicial), a partir de allí se evalúa la tendencia ambiental mediante la identificación y evaluación de las actividades existentes según los parámetros metodológicos propuestos para obtener la valoración de la importancia dando como resultado el escenario sin proyecto del área de estudio.

Figura 2.21 Variación del impacto en función del tiempo



Fuente: Conesa, 2010.

Posteriormente se construye el escenario con proyecto de manera prospectiva, identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de los aspectos ambientales relacionados con las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se relacionan con los ámbitos de manifestación y los elementos, unidades que permiten disgregar la incidencia del efecto en diferentes unidades espaciales.

A partir de esta calificación específica se obtienen los impactos significativos los cuales son objeto de la valoración económica y a través del método de superposición de mapas se obtiene la denominada zonificación de impacto ambiental, que constituye la síntesis de los lugares en los cuales se presentarán los impactos significativos y permite sugerir una especial atención en estos sitios en relación a las estrategias de manejo.

Posteriormente, teniendo como herramienta las matrices de valor de importancia del escenario sin proyecto y del escenario con proyecto, se realiza la categorización de los impactos en términos del efecto acumulativo que manifestarán en relación al estado actual de las condiciones y de la incidencia de la ejecución del proyecto. En este sentido se hace una comparación cualitativa de los impactos que se presentan actualmente con los impactos que potencialmente se generarían con el desarrollo del proyecto y que podrían tener un efecto acumulativo significativo.

2.3.6.2 Metodología para la Evaluación de Impactos

Para el cálculo de la importancia de los impactos se utilizó como base la metodología propuesta por Conesa (2010), en la cual, mediante escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza. Los parámetros de la metodología fueron ajustados con respecto a

las características intrínsecas del proyecto y se propusieron categorías análogas en relación a la naturaleza positiva referida a ciertos parámetros.

- **Parámetros de Calificación**

Para la obtención de la matriz de valor de importancia, se construyó la matriz de evaluación con los atributos propuestos en la metodología de Conesa (2010), los cuales se describen a continuación:

Naturaleza (Signo): Indica el carácter beneficioso o perjudicial de las actividades que van a tener efecto sobre cada componente; los valores para su calificación se presentan en la Tabla 2.54.

Tabla 2.54 Valores de calificación para la naturaleza

Valor	Negativo	Positivo
±1	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes.	Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Intensidad (I): La intensidad representa el grado de destrucción o afectación de las actividades sobre el componente y el ámbito específico en que actúa, independientemente de la extensión afectada. La Tabla 2.55 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

Tabla 2.55 Valores de calificación para la intensidad

Valor	Negativo	Positivo
1	**Baja:** Una afectación mínima y poco significativa.	**Baja:** Incidencia benéfica pero mínima y poco significativa sobre el medio.
2	**Media:** Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.	**Media:** Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.
4	**Alta:** Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.	**Alta:** Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.
8	**Muy Alta:** Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.	**Muy Alta:** Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.
12	**Total:** Destrucción total del componente en el área en la que se produce el impacto.	**Total:** Incidencia beneficiosa muy alta sobre el componente en el área en la que se produce el impacto

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Extensión (EX): La extensión hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor, es decir, el porcentaje de área afectada por la acción con respecto al entorno; los valores determinados para su evaluación se encuentran expresados en la Tabla 2.56.

Tabla 2.56 Valores de calificación para la extensión

Valor	Negativo	Positivo
1	**Puntual**: Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.	**Puntual**: Cuando el beneficio se da únicamente sobre el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.
2	**Parcial:** Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.	**Parcial:** Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.
4	**Amplio o Extenso:** Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.	**Amplio o Extenso:** Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.
8	**Total:** Si el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto este se considera total	**Total:** Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.
(+4)*	**Crítico:** Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.	**General:** Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.
*En el caso en que el impacto sea puntual, parcial, extenso o total, pero se produzca en un lugar de alta sensibilidad ambiental se le sumará 4 unidades adicionales (+4) al valor que le corresponda.		

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Momento (MO): El momento está considerado como el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción o ejecución de la actividad y el comienzo del efecto o impacto sobre el componente; la Tabla 2.57 señala los rangos establecidos para su valoración.

Tabla 2.57 Valores de calificación para el momento

Valor	Negativo	Positivo
1	**Largo plazo**: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.	**Largo plazo**: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.
2	**Mediano plazo:** El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.	**Mediano plazo:** El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.
4	**Inmediato:** Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.	**Inmediato:** Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.
(4) *	**Crítico:** Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.	**Crítico:** Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.
*Si el impacto se considera crítico, se debe sumar 4 unidades (+4) al valor asignado para evaluar el momento de aparición del impacto.		

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Persistencia (PE): Hace referencia al tiempo que en teoría permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual se iniciará el proceso de recuperación ya sea de forma natural o mediante la adopción de medidas (Tabla 2.58).

Tabla 2.58 Valores de calificación para la persistencia

Valor	Negativo	Positivo
1	**Fugaz**: duración menor a 1 año.	**Fugaz**: duración menor a 1 año.
2	**Temporal**: entre 1 y 10 años	**Temporal**: entre 1 y 10 años

4	**Permanente:** mayor de 10 años	**Permanente:** mayor de 10 años

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Reversibilidad (RV): La reversibilidad está definida como la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por la ejecución de las actividades del proyecto de forma natural y sin intervención antrópica. Los valores establecidos para la calificación de la reversibilidad se presentan en la Tabla 2.59.

Tabla 2.59 Valores de calificación para la reversibilidad

Valor	Negativo	Positivo
1	**Corto plazo:** Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.	**Corto plazo:** Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.
2	**Mediano plazo:** Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años.	**Mediano plazo:** Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años.
4	**Irreversible:** Cuando el factor ambiental alterado retorna a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años.	**Irreversible:** Regresión del estado del medio a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Sinergia (SI): La Sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Dichos efectos actúan de manera superior sobre el componente que si las actividades que los causan son realizadas de forma independiente. La Tabla 2.60 señala los valores establecidos para evaluar la sinergia.

Tabla 2.60 Valores de Calificación para la Sinergia

Valor	Negativo	Positivo
1	**No Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.	**No Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.
2	**Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.	**Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.
4	**Muy Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.	**Muy Sinérgico:** Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Acumulación (AC): Está definida como el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la(s) actividad(es) que lo está generando persiste de forma continua o reiterada. Los rangos de acumulación se muestran en la Tabla 2.61 .

Tabla 2.61 Valores de calificación para la acumulación

Valor	Negativo	Positivo
1	**Simple:** Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	**Simple:** Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.

4	**Acumulativo:** Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.	**Acumulativo:** Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un componente como consecuencia de una actividad, los rangos establecidos para su valoración se exponen en la Tabla 2.62.

Tabla 2.62 Valores de calificación para el efecto

Valor	Negativo	Positivo
1	**Indirecto:** Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto.	**Indirecto:** Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto.
4	**Directo:** Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio	**Directo:** Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; los niveles establecidos para la calificación de este parámetro se presentan en la Tabla 2.63.

Tabla 2.63 Valores de calificación para la periodicidad

Valor	Negativo	Positivo
1	**Irregular:** Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.	**Irregular:** Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.
2	**Periódico:** Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.	**Periódico:** Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.
4	**Continuo:** Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.	**Continuo:** Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado como consecuencia de la ejecución del proyecto. Esta reconstrucción es por medio de intervención humana, es decir utilizando medidas de manejo. La Tabla 2.64 señala los valores y niveles establecidos para la calificación de la recuperabilidad.

Tabla 2.64 Valores de calificación para la recuperabilidad

Valor	Negativo	Positivo
1	**Recuperable de manera inmediata:** Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.	**Disipación de manera inmediata:** Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.
2	**Recuperable a mediano plazo:** la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.	**Disipación a mediano plazo:** la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo

Valor	Negativo	Positivo
		y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.
4	**Mitigable y Corregible:** Cuando se deben implementar acciones dirigidas a reducir los impactos y efectos negativos o cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por un proyecto, obra o actividad	**Potenciable:** Cuando la implementación de acciones permite potencializar o aumentar los impactos y efectos positivos producto de un proyecto, obra o actividad.
8	**Irrecuperable:** Cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.	**Disipación incierta:** Se presume que el efecto generado por el impacto no se disipa en un plazo visible de tiempo y que parte de su incidencia se mantiene en el medio.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

- **Cálculo del Índice de Importancia Ambiental**

Posterior a la asignación del valor a cada impacto dentro de los parámetros mencionados, se procedió con la cuantificación de la importancia de la acción sobre cada factor ambiental. El índice de importancia ambiental (I) se calculó conforme a la siguiente fórmula:

$$I = +/- [3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$$

Como resultado de este proceso se obtuvo la matriz de importancia con valores de impacto negativo. Una vez obtenidos los valores de importancia para cada impacto negativo, estos fueron clasificados de acuerdo con los siguientes rangos (Tabla 2.65).

Tabla 2.65 Impactos de naturaleza negativa

IMPACTOS NATURALEZA NEGATIVA	
IRRELEVANTE	-13 a -25
MODERADO	-26 a -50
SEVERO	-51 a -75
CRÍTICO	-76 a -100

Fuente: Conesa (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

Cuando la viabilidad de un proyecto presenta impactos críticos, es de suponer, que debe ser revaluada puesto que se debe procurar que todo impacto pueda ser manejado de acuerdo con su carácter. Adicionalmente, de acuerdo con esta clasificación, los que se ubiquen en las categorías restantes deben tener medidas de manejo pertinentes a la intensidad del impacto sobre el medio.

Respecto a los impactos positivos, se realizó una clasificación por rangos denominados así: Considerables, Relevantes y Muy Relevantes, y a su vez fueron resaltados en la matriz de valor de importancia (Tabla 2.66).

Tabla 2.66 Impactos de naturaleza positiva

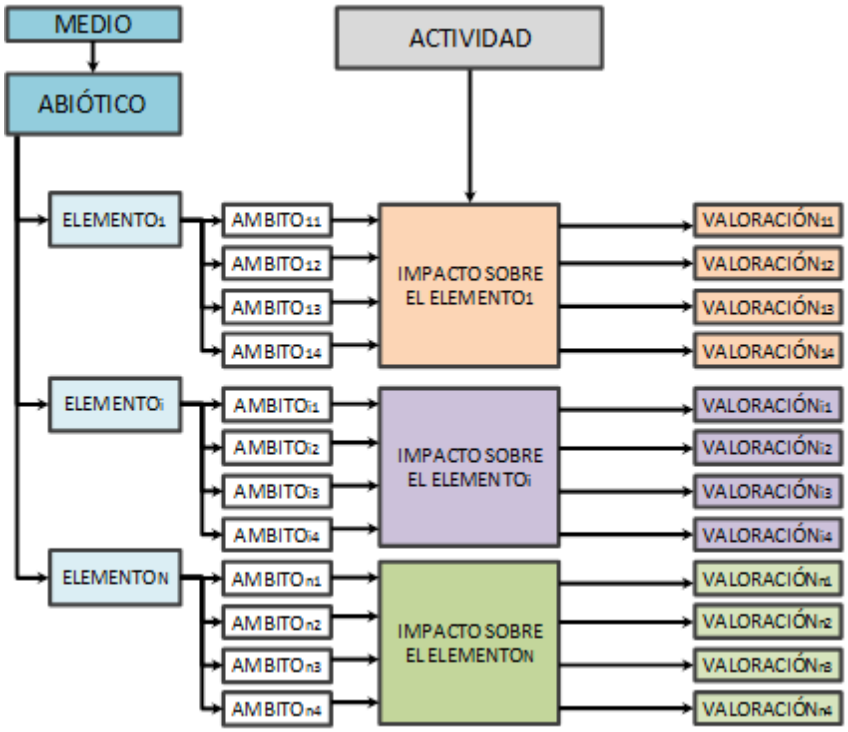
IMPACTOS NATURALEZA POSITIVA	
CONSIDERABLES	13 a 30
RELEVANTES	31 a 47
MUY RELEVANTES	48 a 100

Fuente: Conesa (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

- **Ámbitos de Manifestación**

Los ámbitos de manifestación se definen como la clasificación o la división espacial de un elemento sujeto a evaluación de un impacto ambiental, en unidades específicas que responden diferente a un impacto dependiendo de las características propias de este y su grado de susceptibilidad; de esta forma, el impacto procedente de una actividad puede manifestarse sobre un elemento con diferente grado de importancia. En la Figura 2.22 se presenta un esquema del proceso de evaluación teniendo en cuenta los ámbitos de manifestación.

Figura 2.22 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Teniendo en cuenta que los ámbitos de manifestación responden al grado de vulnerabilidad de un elemento, para el presente proyecto cada uno de los elementos se dividió como máximo en cuatro (4) ámbitos, dependiendo de la fragilidad de las unidades que lo constituyen y el posible grado de importancia que pueda presentar el impacto (compatible, moderado, severo o crítico para impactos negativos, y considerable, relevante o muy relevante para impactos positivos); de esta forma, las unidades con un grado de importancia igual son agrupados en un solo ámbito de manifestación.

- **Metodología para la Zonificación de Impactos**

Una vez establecido el índice de importancia ambiental, se identifican los impactos del escenario con proyecto con los valores más altos: severos y críticos, cuya reciprocidad entre el efecto y la actividad/acción se deriva principalmente de la asignación de valores considerables en los parámetros de intensidad, extensión y momento, es por esto que se consideran significativos en el contexto del análisis.

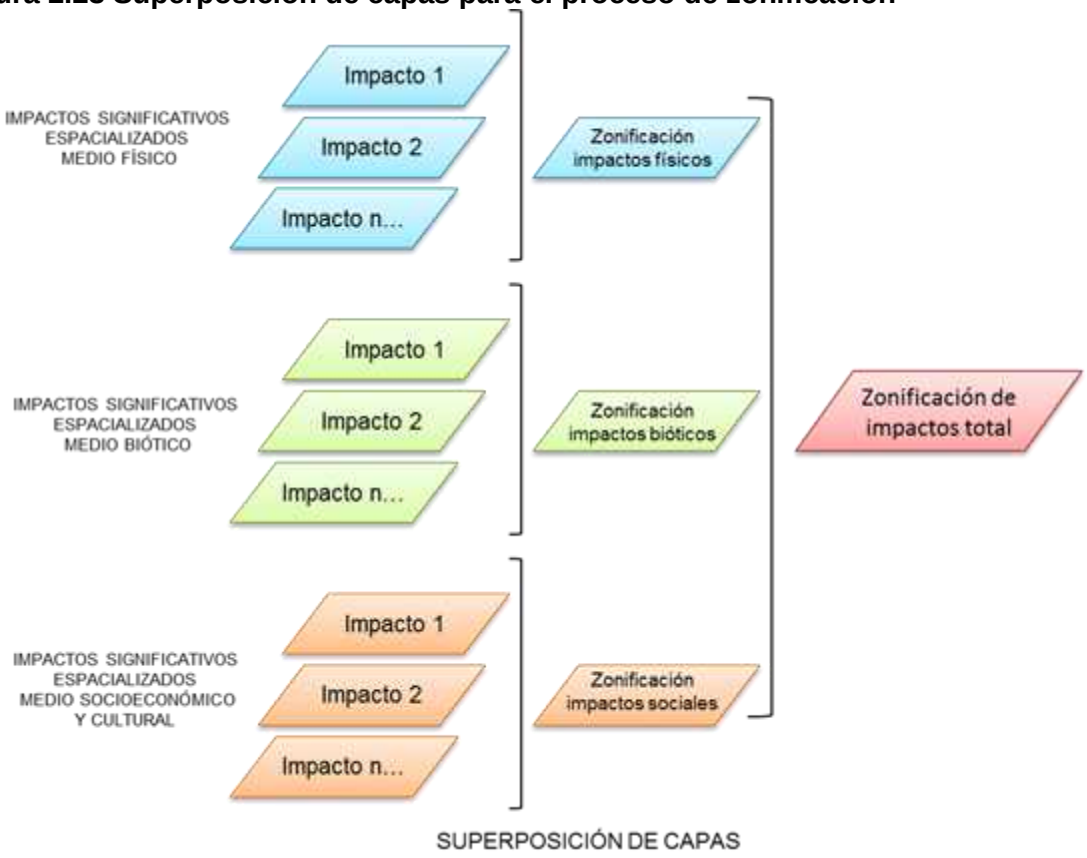
Cada uno de los impactos significativos identificados esta disgregado para efectos de la calificación en ámbitos de manifestación, esto permite aproximar el efecto a un contexto espacial que permite conocer la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y de este modo, poder determinar cuáles son los sitios en los que se presenta mayor relevancia o confluencia de especial cuidado en términos de situaciones socio ambientales particulares en relación con la ejecución del proyecto.

Luego del proceso de identificación de los impactos significativos y su espacialización se superponen cada una de estas capas con el fin de integrar por medio de una zonificación el grado de susceptibilidad del área de influencia a presentar afectaciones por el desarrollo de la construcción de la nueva calzada.

Como producto de la superposición de capas que contienen la representación categórica de la posible manifestación de los impactos significativos sobre los elementos, se obtiene la zonificación de impacto ambiental (Figura 2.23); en este proceso, la condición más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable entre los impactos analizados. La posible manifestación de los impactos en términos de importancia se expresa en categorías de Irrelevante, Moderado, Severo y Crítico.

La zonificación de impacto ambiental constituye uno de los criterios para definir la zonificación de manejo ambiental.

Figura 2.23 Superposición de capas para el proceso de zonificación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Metodología para la Evaluación de Impactos Residuales**

El análisis de impactos residuales se llevó a cabo de acuerdo con la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia" (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta del impacto. A partir de las variables Tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo se obtiene el cálculo de la Importancia de la Recuperabilidad.

El análisis de la residualidad de los impactos críticos y severos se desarrolló para el escenario Con Proyecto, con el fin de identificar los impactos que no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

Tiempo de recuperación: Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el factor ambiental, a partir del momento en que se aplican las estrategias de manejo ambiental y las estrategias de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 2.67.

Tabla 2.67 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría Cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Aecom - ConCol, 2018.

Eficacia de la medida de manejo: La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causó sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 2.68.

Tabla 2.68 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%.	10
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Martínez Prada, 2010.

Importancia de la Recuperabilidad: Dadas las calificaciones a los impactos significativos resultado de la evaluación ambiental con la realización del proyecto, se procede a determinar la importancia de la recuperabilidad a través de la siguiente ecuación:

$$I_RB=\pm(TR+E)$$

Dónde:

IRB = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la ecuación que se presenta a continuación:

$$(I_((RB)N) = \pm(|I_RB\ |-Mínimo)/(Máximo-Mínimo)$$

Dónde:

Máximo = 22
Mínimo = 1

Importancia Ambiental: Luego de realizar el cálculo correspondiente para los impactos críticos y severos, se valora la importancia de la recuperabilidad con el fin de clasificarlos de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 2.69, propuesta por Martínez Prada (2010).

Tabla 2.69 Sistema de clasificación para la importancia ambiental

Rango de la $I_{(RB)N}$	Valoración	Significado
≤ 0,35	Baja	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.
>0,35<0,60	Media	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.
0,60<0,80	Alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.
≥0,80	Muy alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy alta.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Tomado de (Martínez Prada, 2010).

Importancia Neta: Teniendo en cuenta que la importancia de la recuperabilidad mide el nivel de recuperación de la calidad ambiental del factor, se deriva la importancia neta, como una diferencia entre la importancia sin medidas de manejo ambiental y la importancia del impacto con medidas de manejo ambiental. Para hallar este resultado se utiliza la siguiente ecuación:

I_NETA=I_(CA)N-(I_(CA)N*I_(RB)N

Dónde:

INETA = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.
I(CA)N = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo
I(RB)N = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 2.70 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los Impactos residuales.

Tabla 2.70 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango de la i_{neta}*	Categoría	Valoración
< 25	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
>26<50	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
>51<75	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a

Rango de la i_{neta}*	Categoría	Valoración
		considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
>76<100	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptado de (Martínez Prada, 2010). * Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo a los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

- **Metodología para la Evaluación de Impactos Sinérgicos y Acumulativos**

Los efectos acumulativos corresponden a los cambios en el ambiente que son causados por una acción humana en combinación con otras acciones pasadas, presentes y futuras. En el marco de los efectos acumulativos se definen los efectos combinados o el sinergismo, entendido como los efectos derivados de múltiples fuentes que actúan sobre el medio en un territorio (Canadian Environmental Assessment Agency - CEAA), 1999 en Department of Environmental Affairs and Tourism - DEAT, 2004).

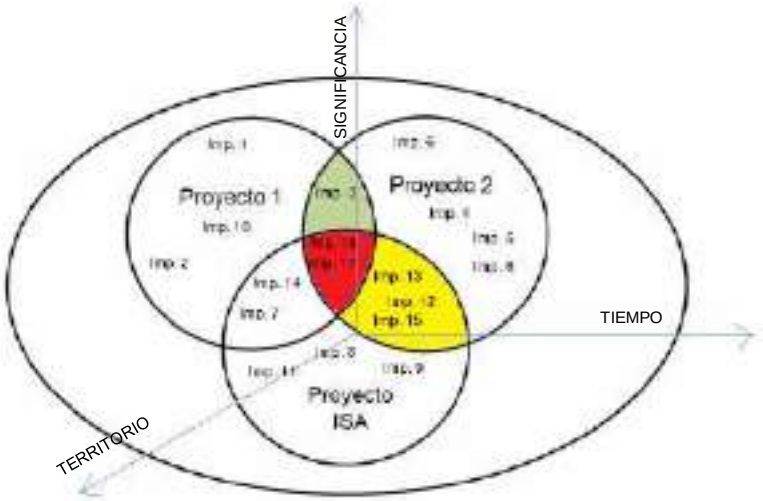
Un efecto acumulativo ocurre cuando los efectos generados sobre los componentes del medio por el desarrollo de diferentes proyectos, o actividades que se desarrollan en un área se traslapan entre sí y son simultáneas en el tiempo. Si la ejecución del proyecto tiene el potencial de generar efectos sobre los componentes evaluados y afectados por diferentes proyectos o actividades del área, entonces el proyecto tiene el potencial de contribuir en la generación de efectos acumulativos.

En la Figura 2.24 se esquematiza el análisis, mediante el cual se establecieron los traslapes de los impactos generados por las actividades ejecutadas en un territorio durante un tiempo determinado.

Para el proceso de evaluación, se identificaron los impactos significativos (críticos y severos) descritos en los dos escenarios, ya que dichos impactos se consideran cómo los que podrían generan una mayor perturbación del medio y tendrían un mayor potencial de generar acumulación o sinergia, por lo cual la gestión interna debería enfocarse en su manejo. Se consideró que los impactos de mayor potencial acumulativo o sinérgico corresponden a los que tienen una alta magnitud y se pueden presentar en cualquier extensión geográfica.

El análisis incluyó la estimación relacionada con el potencial traslape, o no, de los efectos generados por los diferentes proyectos o actividades identificadas para el área, y si dichos efectos confluyen geográficamente en el territorio y en el tiempo. En caso de que no se presenten confluencias potenciales temporales o espaciales, se consideró que no existiría el potencial de presentarse efectos acumulativos.

Figura 2.24 Esquema del análisis de efectos acumulativos



* Imp.= Impacto.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para el análisis se utilizó como insumo la valoración de la importancia de los impactos tanto para las actividades identificadas del escenario sin proyecto, como las evaluadas en el escenario con proyecto y se procedió a desarrollar la comparación entre los escenarios de acuerdo a la naturaleza, magnitud y extensión potencial de los impactos.

2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socioambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental, en la que se analiza el área de estudio a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos del área de estudio, con los resultados que arrojó la evaluación de impactos significativos.

De los resultados obtenidos de la zonificación ambiental y de impactos, se deduce que, las zonas de baja y muy baja Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requieren manejos asociados con acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto); mientras que, las zonas de alta Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que se requieren manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo, en tanto que las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el corto plazo.

Las áreas con impactos moderados requieren niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto, en tanto que

aquellas en las que se registren impactos irrelevantes requieren en el corto plazo acciones de prevención.

Igualmente, se requiere de una gestión socioambiental, para las áreas asociadas a impactos críticos y severos, que mitigue en el corto plazo los efectos ocasionados por las intervenciones propias del proyecto y que compense en el largo plazo los impactos derivados de las mismas.

La zonificación de manejo ambiental considera al menos las siguientes áreas, tal y como se aprecia en la Tabla 2.71, la cual presenta la matriz de decisiones empleada para la definición de las categorías de manejo, que asocian zonas con similares valores en la relación de Sensibilidad/Importancia y en las categorías o tipos de impactos socio-ambientales zonificados.

Tabla 2.71 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo

Categoría zonificación ambiental	Categoría zonificación impactos significativos			
Sensibilidad\Importancia	**Critico**	**Severo**	**Moderado**	**Irrelevante**
Muy alta	EX	(IMa)	(IMa)	(IMe)
Alta	(IMa)	(IMa)	(IMe)	(IMe)
Moderada	(IMa)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Baja	(IMe)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Muy baja	(IMe)	(IMe)	(AI)	(AI)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A partir de la Tabla 2.71 se realizan los análisis de vulnerabilidad propuestos para la zonificación de manejo ambiental del proyecto, en concordancia con lo establecido por los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteas y/o túneles con sus accesos (M-M-INA-02), siguiendo las reglas de decisión con las que se definen las siguientes áreas tipo:

Áreas de exclusión (Ex): incluyen las zonas en las que debido a las características de sensibilidad ambiental y social no es posible el desarrollo de las actividades del proyecto, por lo que son consideradas como zonas de exclusión relacionadas con los grados de fragilidad identificados por la evaluación ambiental. En el área de estudio no se presentan este tipo de áreas.

Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa): corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran relaciones de Sensibilidad /Importancia alta y moderada con impactos de carácter severo o moderado haciendo que sea necesario la implementación de acciones de restauración o de compensación, dado que los efectos del proyecto sobre los recursos representados en estas variables son recuperables solamente en el largo plazo o son irreversibles estos efectos.

Áreas de intervención con restricciones menores (IMe): corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran las cuatro categorías que tipifican las relaciones de Sensibilidad /Importancia en el área de estudio con los diferentes niveles de impactos ambientales. En este caso, además de la compensación o corrección con efectos en el

largo plazo se requeriría de la implementación de acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Áreas de intervención (Ai): Corresponden a las áreas en las que es posible desarrollar el proyecto, ya que agrupan zonas con moderada, baja y muy baja relación de Sensibilidad/Importancia con zonas en la que se presentan impactos moderados e irrelevantes. En este caso se requeriría de la implementación de acciones de prevención en el largo y corto plazo y de mitigación con efectos en el corto plazo.

2.3.8 Evaluación Económica Ambiental

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la construcción de la unidad funcional uno (UF1). Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Las intervenciones propuestas para la UF1 que son objeto de evaluación contempla entre otros: La Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,00 Km; la construcción de un túnel bidireccional, con una longitud del orden de 1.320 m; y la Construcción de dos glorietas denominadas Pamplona 1 y Pamplona 2.

Para el desarrollo constructivo, se solicita: iii) la adecuación de 7 ZODMES para la disposición de material sobrante de corte y excavación; vi) Un punto de captación de agua superficial para uso industrial (2,57 l/s); iv) permiso de vertimiento para aguas residuales provenientes de las actividades de perforación de túneles, disposición de las aguas tratadas de las zonas de lavado (Río Pamplonita y Quebrada San Antonio) y vii) permiso de aprovechamiento forestal en un área 48,52 ha[2]

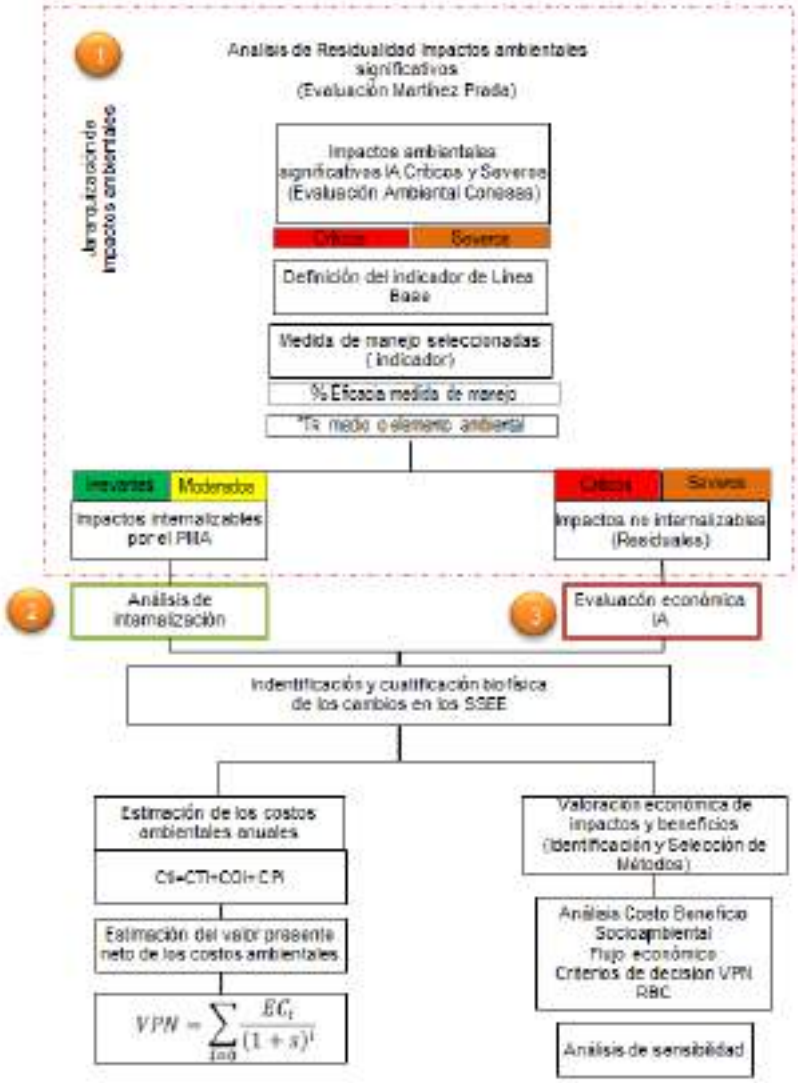
En este contexto en el análisis se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales y considerados relevantes, sobre los flujos de bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto en el escenario de línea base y desde una perspectiva ex ante. Se desarrolla además el análisis de internalización, en donde se presentan los indicadores y costos incurridos en la implementación de las medidas con las que se busca atenuar y/o corregir el nivel de afectación que se causaría sobre componentes ambientales intervenidos por actividades del proyecto.

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de varias etapas, no obstante, las primeras dos se desarrollan en el numeral de evaluación ambiental, por lo tanto, el proceso se puede resumir en tres fases las cuales se presentan la Figura 2.25.

A continuación, se describen los elementos más relevantes desarrollados en cada una las fases del proceso de evaluación de impactos ambientales.

[2] Coberturas naurales

Figura 2.25 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

2.3.8.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad)

La jerarquización de los impactos se desarrolla de acuerdo a la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martinez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos y severos (Impactos escenario con proyecto) con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Permite identificar y jerarquizar los impactos en internalizables y no internalizables).

A continuación, se describen las variables involucradas en la metodología propuesta para el análisis de residualidad

- **Identificación de impactos**

El análisis parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en análisis de los Impactos valorados con índice de importancia ambiental crítico o severos, relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados e identificando potenciales receptores del daño (Ver Anexo 8 Evaluación ambiental, Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 8).

- **Indicadores**

En la descripción y evaluación de cada uno de los impactos se plantearon indicadores[3] con los que se busca establecer el delta ambiental (Espacio temporal) que causa el proyecto sobre el medio, el factor y/o servicio ambiental involucrado (Ver Capitulo 8 Descripción de impactos escenarios con y sin proyecto). El análisis secuencial de los indicadores sirve para identificar unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el calculó de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo (ver Figura 2.26).

A continuación, se presentan el alcance esperado de cada indicador

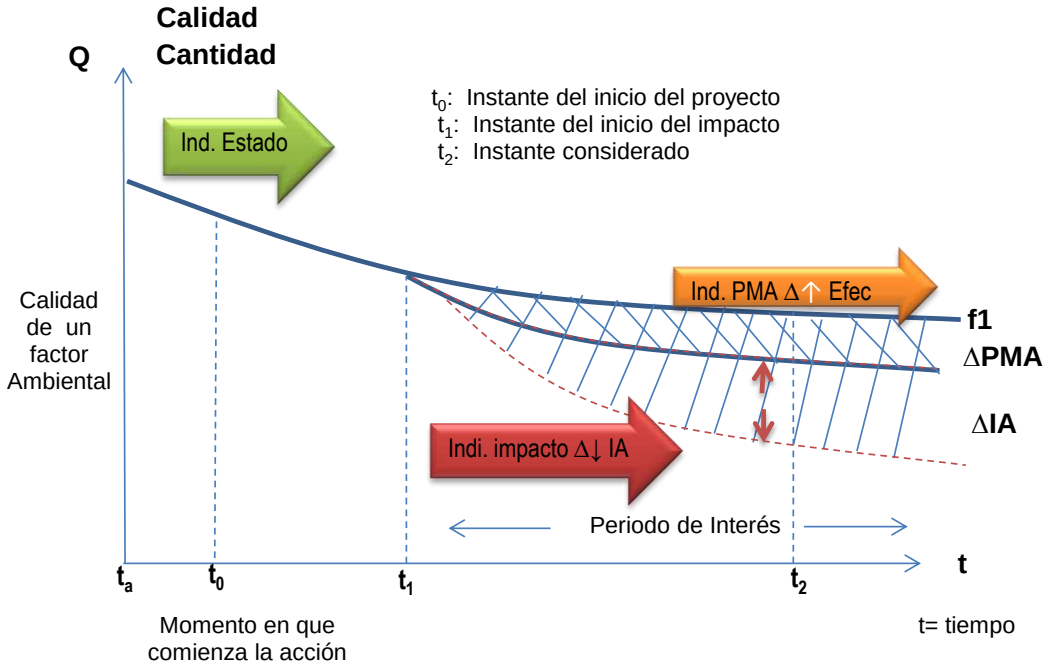
- **Definición de indicador de línea base:** Con base en los resultados de caracterización del área de influencia se proyectaron indicadores que mejor se ajustaban al estado del componente o elemento ambiental en el escenario sin proyecto y los cuales son la base para estimar el cambio esperado por el proyecto (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario sin proyecto).

- **Definición de indicador de impacto:** A partir de la información de línea base y considerando las intervenciones a desarrollar en el área de influencia se estimó el delta o cambio previsible que se ocasionaría en el área de influencia, una vez el proyecto, obra o actividad entre en ejecución (Rs 1669 de 2017) (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario con proyecto.

- **Definición de indicador de medida de manejo:** Este indicador representa el valor esperado de atenuación del impacto por la implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección contemplada en el PMA. Puede interpretarse como la meta esperada para reducir el efecto del proyecto, seguramente es muy incierto en muchos casos no obstante la idea es que busque material teórico o bibliográfico que sustente la potencial eficacia de las medidas de manejo (Ver capítulo 11.1.1 Fichas de manejo).

[3] En este sentido en la matriz de evaluación del escenario con proyecto se consideran el indicador de línea base, el indicador de impacto y el indicador de medida de manejo.

Figura 2.26 Indicadores en la evaluación ambiental



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

- **Identificación de la Medida de manejo:**

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre los elementos ambientales por la incidencia de las actividades del proyecto.

Es importante subrayar que la metodología de Martínez Prada mantienen una línea de análisis cualitativo, intentando lograr su conversión en términos cuantitativos a través de los indicadores, no obstante se reconoce que una tarea muy compleja de desarrollar, dada la deficiencias en la información científica a la hora de modelar algunos impactos los cuales a menudo se encuentran desplazados en tiempo y en espacio haciendo difícil establecer la causa y el efecto (Dixon & Pagiola, 1998).

- **Tiempo de Recuperación**

Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el elemento o componente ambiental afectado a partir del momento en que se ejecutan las medidas de manejo ambiental y el plan de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces,

el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 2.72

Tabla 2.72 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- **Eficacia de la medida de manejo**

La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 2.73.

Tabla 2.73 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%.	10
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- Importancia de la recuperabilidad

A partir de la calificación de los impactos significativos (críticos y severos) obtenidos de la evaluación en el escenario con proyecto, se estimó la importancia de la recuperabilidad a través de la Ecuación 2.1.

Ecuación 2.1 Importancia de la recuperabilidad

$$I_{RB} = \pm(TR + E)$$

Donde:

I_{RB} = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la Ecuación 2.2.

Ecuación 2.2 Ecuación de normalización

$$\frac{I_{(RB)N} = \pm(|I_{RB}| - Mínimo)}{(Máximo - Mínimo)}$$

Donde:
Máximo = 22
Mínimo = 1

- Importancia neta

El objetivo de evaluar la importancia neta del impacto se relaciona con la necesidad de comparar la importancia del impacto sin la implementación de las medidas de manejo con la importancia del impacto luego de que se implementen las medidas de manejo correspondientes. Para hallar este resultado se utiliza la, planteada por (Martinez Prada, 2010):

Ecuación 2.3 Importancia neta

$$\mathrm{I_{NETA}} = \mathrm{I_{(CA)N}} - (\mathrm{I_{(CA)N}} * \mathrm{I_{(RB)N}}$$

Donde:

$\mathrm{I_{NETA}}$ = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.
$\mathrm{I_{(CA)N}}$ = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo
$\mathrm{I_{(RB)N}}$ = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 2.74 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 2.74 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango De I_{NETA}*	Descripción	Valoración
≤25	**Irrelevante**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
≥26≤50	**Moderado**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
≥51≤75	**Severo**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
≥76	**Crítico**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Aecom - ConCol, 2018, adaptado de (Martinez Prada, 2010).
* Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo con los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

2.3.8.2 Análisis de Internalización

El análisis de internalización complementa el análisis de residualidad y está ligado a los programas, proyectos y actividades establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (Ver Capitulo 11.1.1), así mimos el análisis parte de los resultados de la evaluación ambiental y la evaluación de bienes y servicios ecosistémicos (Capitulo 5 Numeral 5.4), capítulos donde se adaptaron procedimientos específicos para capturar la información requerida para el desarrollo del análisis.

El análisis de internalización se ciñe a lo propuesto en la guía de Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017; no obstante, se presentan algunos ajustes o precisiones metodológica las cuales se consideran sustanciales e indicativas del esfuerzo que debe incurrir la organización (Concesionario y Constructor) para garantizar la mitigación, prevención, corrección o compensación por los potenciales impactos generados por el desarrollo de las obras, en el entendido que el valor de estas inversiones representa el costo de oportunidad de evitar el empeoramiento de la calidad y cantidad ambiental en la zona. Esto significa, que la inversión en actividades de control de impactos genera buena información para la monetización de los impactos ambientales (Internalización).

Lo anterior teniendo en cuenta que en la guía de criterios técnicos del ANLA (ANLA Rs 1669, 2017) los impactos internalizables “corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto, obra o actividad que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas dentro del Plan de Manejo”, enfatizando además que la efectividad de la medida deber ser próxima al 100%.

En este contexto de análisis, se considera que los requisitos establecidos para la internalización en la Guía de ANLA son un límite muy alto, que determinaría que casi todos los impactos relevantes fuesen objeto de valoración económica, teniendo en cuenta que es poco factible que la eficacia de las medidas de manejo en el control del impacto alcance niveles cercanos al 100%. La eliminación total de un daño, si bien es factible en algunos casos[4], en muchos otros es una meta difícil de alcanzar, que implicara la asignación de inversiones considerables en la reducción de una unidad de contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996).

Pearce & Turner, en el libro Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Pearce & Turner, 1995), argumentan que conforme a los postulados de la termodinámica no es posible llegar a nivel reducción total, de ahí que para lograr una contaminación cero deberíamos tener una actividad económica cero, por lo que el objeto de «contaminación cero» parece una meta imposible de garantizar.

En este contexto el abatimiento efectivo de la contaminación o del daño generado por actividad antrópica debe considerar elementos adicionales tales como la capacidad de asimilación del medio (Resiliencia) y los niveles de contaminación que la sociedad está dispuesta a aceptar, dichos elementos se constituyeron como el nivel de referencia utilizado en el análisis de residualidad para establecer el grado de atenuación esperado por la implementación de una medida de manejo (Prevención, mitigación y corrección).

Por otra parte, si se cierra el alcance del análisis a las medidas de manejo de prevención y corrección, se desconocería el potencial de atenuación de otras categorías de medidas, adicionalmente se dejarían rubros que representan la inversión de la organización en el manejo ambiental. En este orden de ideas, el análisis de internalización y reducción de la contaminación debe utilizar la connotación más amplia posible incluyendo las formas disponibles para la atenuación de la contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996): *Cambios en la tecnología de producción, cambios de trazado, sustitución de insumos, reciclaje de residuos, tratamientos al final del tubo, restauración del medio, y procesos de compensación que le dé a la población en retribución por las pérdidas en bienestar generado en los casos que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas*.

En este contexto el análisis de internalización contempla el siguiente desarrollo procedimental, subrayando que las primeras fases se desarrollaron en el capítulo de evaluación ambiental y el numeral de análisis de impactos residuales:

1. Identificación de impactos internalizables: Del análisis de residualidad se obtienen los impactos a considerar en el análisis de internalización relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados como consecuencia de la ocurrencia de los impactos (Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 10 numeral 10.2).

[4] Medidas de corte preventivo atribuidas etapas pre-constructivas y de diseño tienen eficacias muy altas, en la medida que se identifica el potencial daño y se plantean cambio para prevenirlos. Ejemplo cambio de trazado para evitar manantiales; no obstante dichas decisiones no son visibles en la evaluación de impactos en el entendido que se trabaja sobre el diseño final propuesto.

1. **Estimación de los costos ambientales anuales**: Tomando como referencia el presupuesto calculado para cada uno de los programas en el que está estructurado el plan de manejo (Ver Capitulo 11 Plan de manejo Ambiental), se presenta el flujo de costos del proyecto considerando el horizonte de tiempo en el que se proyectan las inversiones para cada uno de los impactos analizados. En este contexto el análisis de internalización contempla el registro de todas las inversiones proyectadas para la atención de los impactos

En el caso de que se identifique acciones que causaran impactos pero que se pueden evitar con medidas que se ejecuten para que dicho factor afectante no llegue al recurso natural o social de referencia, se tendría que considerar el valor relacionado con el *costo de prevención* tal efecto en el medio natural o social. Por ejemplo, si el proyecto genera desechos y estos afectaran el agua, el suelo o el aire, entonces una medida fundamental sería el tratamiento de tales desechos antes de que se dispongan al ambiente. Siendo así el escenario, se tiene la siguiente ecuación para determinar el valor económico relacionado con estos costos del proyecto:

$$CE = \sum_{t=1}^{T} \sum_{r=1}^{R} \sum_{s=1}^{S} c_{rs} * q_{trs}$$

Donde

CE	Costo total por los impactos negativos evitados del proyecto ($/año)
p	Costo del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* ($/unidad)
q	Cantidad o volumen del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* (Unidad/año)
T	Tiempo en que se mantendrá la medida para evitar el impacto ambiental negativo (años)

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el ***costo de restauración*** debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

***CR*:** Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas ($/unidad del factor)
***p_i*:** Precio del insumo *i* usado en la restauración del recurso natural ($/unidad del insumo)
***q_{ij}*:** Cantidad del insumo *i* usada en la restauración del recurso natural *j* (unidades del insumo)
***r*:** Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
***T*:** Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados T = Max {t_j / j es el recurso natural o social y j = 1,2,..., n}

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

Cbs Costo por bienes y servicios ambientales perdidos ($/año)
P_{ij} Precio de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* (¢/unidad)
q_{tji} Cantidad de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* en el tiempo *t* (unidad)

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente, y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^{Y} c_y * q_y$$

Donde

CC Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto ($/año)
c Costo de compensación por el factor *y* ($/unidad)
q Cantidad a compensar del factor *s* (Unidad/año)

De este modo, el ***costo total*** por los impactos negativos del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes/servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

En cuanto a la presentación de la información se acoge la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), en el cual los costos ambientales totales involucran el valor del consumo de los recursos ambientales y las inversiones para el mantenimiento de la calidad ambiental, y que se representa en la siguiente ecuación:

$$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$$

Donde

EC_i: Costos ambientales totales año i
CT_i: Costos de transacción año i
CO_i: Costos operativos en el año i
CP_i: Costos de personal en el año i

Los costos ambientales anuales (Eci) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto

2. **Valor presente neto**: Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado (CEDE, 2010). La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

- $\mathrm{VPN} = \sum_{\mathrm{i}} \frac{EC_i}{(1+\mathrm{r})^{\mathrm{i}}}$

Dónde:

- *EC_i: Costos ambientales totales en el año i*
- *r: Es la tasa social de descuento;*
- *i: Es el indicador del año.*

2.3.8.3 Evaluación económica de impactos no internalizables

A partir de los resultados propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010) donde se revalúo el Índice de Importancia Ambiental se obtienen los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran cómo residual o no internalizables y son el objeto de la valoración económica ambiental.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos y residuales se desarrolla un ejercicio de análisis de los potenciales receptores del daño ambiental generado, utilizan para ello la información de los capítulos de generalidades del proyecto, caracterización del área de influencia, demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y de los reportes de información geográfica. En este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas, puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica.

Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utiliza las metodologías desarrollada y validadas por las ciencias económicas las cuales además están sugeridas en los términos en la guía metodológica para la valoración de bines, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y en la guía la presentación de estudios ambientales del ministerio del ambiente y desarrollo territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010).

De acuerdo a la tipología del impacto se utilizaran la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración pueden basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente), en mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 2.75).

Tabla 2.75 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 01

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumo de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada

Métodos más usados	a. Costos de mitigación b. Costos de reposición c. Costos de reemplazo d. Costos evitados e. Costos de enfermedad /morbilidad	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d. Costo de oportunidad	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y daños ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto. Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y las compensaciones por pagos de impuestos y regalías. Los daños ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- **Análisis Costo Beneficio- ACB**

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde la perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados a la construcción del segmento vial, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución de este es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la perspectiva ambiental.

Es necesario aclarar que el ACB no es convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$\mathrm{VPNE} = \sum_{i} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_{i} \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

Bi Beneficios:	Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i;
Ci Costos:	El valor de los impactos negativos en el año i;
r:	Es la tasa social de descuento;
i:	Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 2.76.

Tabla 2.76 Interpretación del indicador VPNE

VALOR PRESENTE NETO	INTERPRETACIÓN
VPNE > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
VPNE = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social
VPNE < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una técnica que es aplicada a la valoración inicial del VPN, con objeto de determinar como potenciales variaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la elación beneficio costo del proyecto. Para este fin se utiliza el programa Crystal Ball, con el cual se ejecuta una serie de simulaciones que buscan demostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto.

Para el modelo de simulación se definen una serie de supuestos que permiten modelar las variables que determinan la incertidumbre de cada uno de los cotos (externalidades negativas) y beneficios definidos para la evaluación del proyecto.

2.3.9 Plan de Gestión del Riesgo

Para la construcción del Plan de Gestión del Riesgo se utilizará la información primaria recolectada en campo con relación a las potenciales amenazas y elementos vulnerables, e información secundaria relacionada con la periodicidad de eventos amenazantes, sus potenciales efectos y los lineamientos básicos de respuesta que desarrollaría la empresa para la atención de una emergencia.

Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2016.

Adicionalmente, la metodología desarrollada para el análisis de riesgos del plan tendrá en consideración los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso (ICONTEC, 2011). Adicional, se tiene como lineamiento el marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ABC: Adaptación bases conceptuales (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición del mismo:

$$Riesgo=Amenaza*Vulnerabilidad$$

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de los mismos al evento amenazante:

Vulnerabilidad=Fragilidad*Exposición

- **Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza**

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrollará mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificarán las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realiza la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2.77.

Tabla 2.77 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADO	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA CASOS
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- **Identificación y análisis de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 2.78 se presenta las categorías para calificar la fragilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar.

Tabla 2.78 Criterios para la calificación de fragilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alto	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Medio	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Bajo	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Bajo	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005).

Para el caso de las amenazas naturales se establece un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición expresada en función de la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así cómo asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinará qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizarán cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta.

Los resultados obtenidos de la fragilidad y exposición se categorizan en el valor de vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 2.79.

Tabla 2.79 Criterios para definir vulnerabilidad

FRAGILIDAD			EXPOSICIÓN				
			MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
			5	4	3	2	1
Muy alto	5		MA	A	M	B	MB
Alto	4		A	A	M	B	MB
Medio	3		M	M	B	B	MB
Bajo	2		B	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1		MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- **Análisis y zonificación del nivel de riesgo**

Con base en lo anterior, al ser cruzado la vulnerabilidad con la probabilidad de manifestación de las amenazas (categorizada de acuerdo a la Tabla 2.77) se obtiene el nivel de riesgo (Tabla 2.80).

Tabla 2.80 Criterios para definir el nivel del riesgo

PROBABILIDAD			VULNERABILIDAD				
			Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
			5	4	3	2	1
Muy Alta	5		MA	A	M	B	MB
Alta	4		A	M	M	B	MB
Media	3		M	M	B	B	MB
Baja	2		B	B	B	MB	MB
Muy Baja	1		MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2.81.

Tabla 2.81 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

2.3.10 Otros planes y programas

2.3.10.1 Plan de inversión del 1%

Para la definición del plan de inversión del 1% conforme lo establece el Decreto 2099 de 2016, se tuvo en cuenta la información levantada durante el proceso de licenciamiento ambiental en cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la elaboración de Proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (“M-M-INA-02 Versión No 2”), y se determinó el valor de la inversión del 1% con base en el presupuesto inicial del proyecto, el cual se actualizará en relación con los valores no ejecutados, con corte a 31 de diciembre de cada año fiscal.

Como un elemento relevante para la formulación del plan, se tuvo en cuenta que la franja de captación de agua superficial se encuentra dentro de la cuenca del río Pamplonita, para la cual se aprueba y se adopta el ajuste al Plan de Ordenación y Manejo, según Resolución 00761 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental CORPONOR.

En razón de lo anterior, y considerando que fue establecido como ámbito geográfico para la inversión del 1%, atendiendo los programas propuestos en el POMCA del rio Pamplonita, se detallan posteriormente en los capítulos de formulación de programas y proyectos del presente documento, junto con sus respectivas metas, al constituirse con los referentes para la formulación de la inversión.

Para examinar la viabilidad de desarrollar inversiones en las diversas opciones establecidas por los Planes de Ordenación, se procedió a elaborar una matriz que conjugó por un lado las alternativas de inversión indicadas por la norma, con las metas a alcanzar por dichos Planes de Ordenación y Manejo, sin desconocer las apuestas de desarrollo establecidas por las Autoridades Regionales y Entes territoriales en materia de recursos hídricos; para ello se asume que dentro de los procesos de planeación existe un proceso intrínseco de articulación que conjuga los intereses regionales y locales. Fue así como se incluyeron en los análisis, los instrumentos de gestión regional (PLANEAR 2016-2035) y Plan de Acción de CORPONOR vigencia 2016 -2019 (PA CORPONOR - Matriz Regional).

En este punto, es relevante destacar que de acuerdo al parágrafo 2 del artículo 22 del Decreto 1640 de 2012 por el cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, se establece que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible incorporarán los resultados de la priorización así como las estrategias, programas y proyectos definidos en el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica, en los respectivos Planes de

Gestión Ambiental Regional PGAR y Plan de Acción (MADS, 2014, Guía Técnica para la formulación de los POMCAS).

Para evidenciar la armonía entre los citados instrumentos de nivel regional y otros del nivel local, el análisis incluyó el cruce de las metas establecidas en otros instrumentos de Ordenación, tal como los Planes de Ordenamiento Territorial (en su nivel correspondiente), de los dos municipios en los cuales se haría efectiva la ejecución de la inversión del 1% correspondiente a la UF1, por pertenecer al ámbito geográfico correspondiente. En este caso, se tuvo presente que las normas sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables previstas en los Planes de Ordenación de las cuencas afectadas, priman sobre las disposiciones generales contenidas en otros ordenamientos (Matriz Local).

El propósito de la matriz de análisis, fue relacionar las diferentes posibilidades de inversión, con las metas de obligatorio cumplimiento por parte de la entidad respectiva (regional o local), de manera que se lograra determinar: correspondencias entre unos y otros y entre objetivos comunes propuestos para la gestión hídrica de la cuenca, a través del cual se lograra hallar identidad en las inversiones, y garantizar en cierta medida, el logro de metas comunes y objeto de verificación, no solo en el corto, si no en el mediano plazo, al constituirse como metas de obligatorio cumplimiento en el marco de la gestión de la cuenca.

Luego de la revisión detallada de documentos técnicos de soporte para el POMCA del río Pamplonita, los programas considerados fueron: i) Manejo integral de zona de protección; ii) Manejo integral del recurso suelo; iii) Gestión integral del recurso hídrico, iv) Generación de condiciones socio económicas, v) Infraestructura y recurso humano científico para la investigación, al verificar su coincidencia con otros instrumentos de gestión territorial definidos desde la autoridad ambiental regional y las metas locales definidas desde instancias municipales, a través de las cuales se procura la protección y conservación del recurso hídrico, en cumplimiento de los principios de la inversión del 1%.

El proceso de análisis de la matriz, se estableció a través del otorgamiento de una calificación de 0 a 3 con su respectivo color de identificación, donde 0 (color blanco), implicó baja o nula correspondencia entre las opciones de inversión y las apuestas del desarrollo regional o local; 2 (color amarillo), asignado para aquellas interacciones que requerían un ajuste o re-interpretación de la correspondencia y 3 (color verde), en aquellos casos que la correspondencia era directamente congruente entre las líneas de inversión del 1%, con las metas de gestión o de ordenamiento establecidas por los instrumentos regionales y locales consultados.

El resultado de este cruce presenta de manera preliminar las opciones de inversión del 1% que permiten no solo dar cumplimiento a la norma, si no facilitar la continuidad a los procesos de desarrollo local y regional logrados a través de procesos de planeación más detallados y logrando mayores soportes en las posibilidades de inversión para las periodos administrativos en las que se ejecutará el proyecto. Las alternativas que obtuvieron los puntajes ponderados más altos, son las líneas objeto de concertación con la Autoridad Ambiental.

La selección de las acciones para la inversión del 1%, debe surtirse de un proceso de concertación con la Autoridad Ambiental y las Autoridades Municipales con el fin de realizar una priorización de las diferentes alternativas.

2.3.10.2 Plan de compensaciones del componente biótico

Uno de los objetivos de este capítulo es el cálculo del área a compensar, el cual se realizó a través de la asignación de factores de compensación por pérdida de biodiversidad definidos en el Anexo 2Listado Nacional de Factores de Compensación del Manual del Componente Biótico. Los factores de compensación presentados en esta lista oscilan entre 2 a 10, y pueden aplicarse en dos rangos: para ecosistemas naturales, van 5 a 10, y para la vegetación secundaria, el rango va de 2 a 5, de acuerdo a lo establecido en el Manual.

El proceso de identificación de las acciones de compensación por pérdida de biodiversidad acudió a dos estrategias metodológicas complementarias. Por un lado, se aplicaron los procedimientos establecidos en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), y por el otro, se aplicó una metodología de relacionamiento matricial, que buscó concretar las medidas de compensación para su posterior validación a través del proceso de concertación con la autoridad ambiental.

Para la formulación del plan fue necesario desarrollar una herramienta de decisión que permita evaluar las diferentes estrategias de intervención a nivel regional y local, asociados a temas de conservación de la biodiversidad y que pudieran relacionarse con el desarrollo de dichos planes. A partir de este análisis, se buscó seleccionar una serie de alternativas para la definición de propuestas para la realización del plan de compensación correspondiente, que estuviera alineado con las apuestas territoriales en materia de conservación.

Inicialmente, se realizó la revisión de antecedentes relacionados con información secundaria y primaria asociada al componente de biodiversidad regional y local, junto con la identificación de ecosistemas involucrados en el área de influencia del proyecto. Posteriormente, se desarrolló una revisión exhaustiva de los instrumentos de planeación Regional y Local, como también de los instrumentos de gestión en sus distintas escalas, logrando identificar varios determinantes ambientales, que han sido considerados desde estas instancias. El anterior procedimiento no desconoció el nivel nacional, reconociendo la articulación que deben guardar naturalmente estos instrumentos, y en razón a la consideración particular del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como elemento rector en las estrategias de conservación efectiva de la biodiversidad en Colombia.

Posteriormente, se desarrolló una matriz de correlación entre estrategias asociadas a temas de biodiversidad de cada uno de los instrumentos, con las obligaciones en materia de compensaciones definidas en la normatividad relacionada y en el propio Manual de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad.

Esta correlación tuvo en cuenta los principales programas y proyectos planteados desde el Plan Estratégico Ambiental Regional (PLANEAR) y el Plan de Acción Institucional (PAI) de

la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), así como el Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Pamplonita. A nivel local, se analiza como elemento de la matriz los proyectos en torno a biodiversidad propuestos por los municipios de Pamplona y Pamplonita, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo Municipal. Las acciones planteadas en estos documentos se contrastaron con las acciones potenciales enumeradas en el Manual, en consideración de garantizar la conservación efectiva de las áreas seleccionadas para la implementación de la compensación.

El resultado de dicha correlación fue una matriz indicativa de las acciones en biodiversidad y conservación, en la cual se identificaron a través de los colores y calificaciones, las estrategias que podrían desarrollarse y que pueden contribuir a resolver las principales cuestiones en materia de compensaciones: cuanto, dónde y cómo, con relación a los instrumentos de gestión y planificación considerados en el análisis matricial. De esta forma se estableció la siguiente escala: blanco (0), amarillo (2) y verde (3).

Tabla 2.82 Definición de correlación entre los instrumentos de gestión y las acciones definidas por el manual

Correlación	Calificación	INTERPRETACIÓN
Ninguna	Cero (0)	No existe correlación entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual
Indirecta	Dos (2)	Existe una correlación indirecta entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual.
Directa	Tres (3)	Existe una correlación directa entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual.

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

En este sentido, el color blanco indicó que no existía una correlación entre la metas del instrumento consultado y las opciones establecidas en el Manual, por lo que su calificación fue de cero (0) o nula; el color amarillo con calificación dos (2), indicó una correlación indirecta, o que requería de una re-interpretación o ajuste para hallar una relación más fuerte, mientras que el color verde implicó una relación directa entre las metas o propósitos de los proyectos de desarrollo establecidos por el instrumento con las propuestas establecidas por el Manual, con lo cual no solo se cumpliría con las acciones de compensación, sino también con las apuestas de desarrollo regionales y locales (Ver Tabla 2.82).

La aplicación del método expuesto de análisis matricial permitió seleccionar las apuestas regionales de desarrollo que más puntaje tuvieron frente a la calificación (suma algebraica de las opciones de compensación), por lo que se constituyeron como los referentes para el proceso de concertación de las principales actividades de compensación del componente biótico que deberán ser discutidas en los diferentes escenarios de encuentro y concertación, ya que reflejan intereses congruentes en materia de conservación.

Finalmente, una vez listados preliminarmente las acciones de compensación congruentes con el Manual, soportados en elementos de juicio que podrían contribuir a resolver las cuestiones relacionadas con la pérdida de biodiversidad y las iniciativas de conservación existentes en el territorio, el proceso debe continuar con la concertación de las propuestas

y su respectiva socialización, con lo cual se concretarán los programas y proyectos acogidos dentro del plan de compensación por pérdida de biodiversidad. La misma estrategia metodológica fue aplicada a los instrumentos de gestión y ordenación local, con lo cual se identificaron las principales acciones a desarrollar en materia de compensación de la biodiversidad por parte de los entes territoriales municipales.

2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental fue elaborado por la firma Consorcio Aecom - ConCol que cuenta con más de 40 años de experiencia en Consultoría de proyectos de infraestructura y más de 20 años de experiencia en la elaboración de estudios ambientales. La Tabla 2.83 muestra la estructura organizacional y los profesionales que participaron en el estudio:

Tabla 2.83 Estructura Organizacional del Estudio

ID	Cargo	Profesional
1	Director del proyecto	Mauricio Maldonado
2	Coordinador EIA	Carolina Mora Acosta
3	Especialista Evaluación de Impactos	Olga Devia
4	Profesional Forestal	Jenny Ramírez
5	Profesional Forestal	Daniel Buitrago
6	Profesional Forestal	Diana Rojas
7	Profesional Forestal	Niry Alturo
8	Profesional Forestal	Jaime Leonel Otaya
9	Profesional Forestal	Jhon Salgado
10	Profesional Forestal	Julio Cañas
11	Especialista compensaciones	César Parra
12	Bióloga Herpetos	Sofía Fajardo
13	Biólogo Aves	María Carolina Rojas
14	Biólogo Mamíferos	Paola Cruz
15	Biólogo Ecosistemas acuáticos	Tatiana Romero
16	Especialista SIG Bases de datos	Laura Gómez
17	Especialista SIG 1	José Luis Díaz
18	Especialista SIG 2	César Buitrago
19	Especialista Botánica Epífitas	Fabián Larrota
20	Especialista Botánico	Zaleth Cordero
21	Especialista Epífitas no vasculares	Angie Charry
22	Profesional Ambiental	Francy Bolaños
23	Profesional Ambiental	Carlos González
24	Profesional Ambiental	Deisy Cote

ID	Cargo	Profesional
25	Profesional Ambiental	Diana Rodríguez
26	Hidrólogo	Camilo Barrera
27	Ingeniero Agrónomo	Tito Fandiño
28	Geólogo	Yoselis Tovar
29	Geotecnista	Luis Guerrero
30	Hidrogeólogo	Juan Silva (Geodata)
31	Profesional Social	Carolina Perico
32	Profesional Social	Alexandra López
33	Sociólogo	Carlos Alfredo Rincón
34	Profesional Social	Karen Rojas
35	Politólogo	Diego Zabaleta
36	Arqueóloga	Andrea Valero
37	Arqueóloga	Diana Isabel Calderón
38	Arqueólogo	Jhann Téllez
39	Apoyo Administrativo	María Camila Amaya
40	HSE	Paula Andrea Acosta
41	Especialista PDC	Fernando Rivera
42	Ingeniero Civil	Alejandro Borráez
43	Especialista Evaluación Económica	Juan Pablo Guaneme

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
3.1 LOCALIZACIÓN 3
3.1.1 Asentamientos humanos 8
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 8
3.2.1 Infraestructura existente 9
3.2.1.1 Infraestructura vial existente 9
3.2.1.2 Redes y activos de servicio público 10
3.2.1.3 Patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico 13
3.2.1.4 Áreas protegidas 14
3.2.1.5 Inmuebles de protección al patrimonio 14
3.2.1.6 Comunidades étnicas 15
3.2.1.7 Títulos mineros 15
3.2.1.8 Diagnóstico predial 17
3.2.2 Fases y actividades del proyecto 17
3.2.3 Diseño del proyecto 25
3.2.3.1 Trazado y características geométricas de las vías a construir en la UF1 26
3.2.3.1.1 Planta general del proyecto 26
3.2.3.1.2 Perfil longitudinal del trazado 27
3.2.3.1.3 Secciones transversales típicas 29
3.2.3.1.4 Clasificación de la carretera 36
3.2.3.1.5 Características geométricas y técnicas 38
3.2.3.2 Infraestructura asociada al proyecto 70
3.2.3.2.1 Campamentos y sitios de acopio 70
3.2.3.2.2 Fuentes de material 70
3.2.3.2.3 Plantas de procesos 73
3.2.3.2.4 Puntos de captación de aguas 73

3.2.3.2.5 Puntos de vertimiento 75
3.2.3.2.6 Vías industriales 77
3.2.3.3 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto 82
3.2.3.3.1 Redes de servicios interceptados por el proyecto. 82
3.2.3.3.2 Predios 83
3.2.3.3.3 Vías 83
3.2.4 Insumos del proyecto 88
3.2.4.1 Materiales de construcción 89
3.2.4.2 Combustible 89
3.2.4.3 Insumos procesados 90
3.2.4.3.1 Cantidades de concretos requeridas para la UF 91
3.2.4.3.2 Mantenimiento 91
3.2.4.3.3 Material sobrante y cantidad de material a disponer 91
3.2.4.4 Explosivos 92
3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición 93
3.2.5.1 Análisis de estabilidad 106
3.2.5.2 Características de ZODMES 106
3.2.5.3 Identificación de interferencias de las ZODME´s con infraestructura existente 107
3.2.5.4 Uso final de ZODME, abandono y cierre 107
3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos 107
3.2.6.1 Clasificación y cuantificación de los residuos sólidos 107
3.2.6.2 Clasificación de los residuos sólidos domésticos 108
3.2.6.3 Clasificación de los residuos sólidos industriales 108
3.2.6.4 Volúmenes a general 109
3.2.6.4.1 Residuos de construcción 109
3.2.6.4.2 Residuos de aprovechamiento forestal 110
3.2.7 Costos del proyecto 110
3.2.8 Cronograma del proyecto 111
3.2.9 Organización del proyecto 112

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Descripción Unidad Funcional 1 3
Tabla 3.2 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia 4
Tabla 3.3. Unidades Territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva. 6
Tabla 3.4 Asentamientos humanos 8
Tabla 3.5. Clasificación de la red vial según INVIAS. 9
Tabla 3.6. Vías interceptadas por el proyecto dentro de la UF1. 10
Tabla 3.7. Relación de interacciones entre la vía existente (UF 6-2) y el alineamiento proyectado (UF1). 10
Tabla 3.8. Relación de redes interceptadas a lo largo de la UF1 12
Tabla 3.9 Títulos mineros presentes en el área de influencia de la UF1 15
Tabla 3.10. Actividades a desarrollar en el proyecto – UF1 17
Tabla 3.11. Características de los tramos de construcción de la vía proyectada para la UF1 26
Tabla 3.12. Infraestructura a construir UF1 36
Tabla 3.13 Requisitos técnicos UF1 38
Tabla 3.14 Requisitos técnicos del túnel proyectado en la UF1 38
Tabla 3.15 Características técnicas vías industriales y vías acceso 39
Tabla 3.16. Tabla resumen de las principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Derecho (MD). 46
Tabla 3.17. Tabla resumen de las principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Izquierdo (MI). 47
Tabla 3.18. Tramos de los terraplenes del margen derecho de la calzada derecha de la UF1 (MD) 51
Tabla 3.19. Tramos de los terraplenes del margen izquierdo de la calzada derecha de la UF1 (MI). 51
Tabla 3.20. Tipologías de muros de contención proyectados en la UF1. 52
Tabla 3.21. Muros de contención proyectados en la UF1. 52
Tabla 3.22. Relación de obras hidráulicas menores proyectadas para la UF1 53
Tabla 3.23. Obras de drenaje existentes en las vías de acceso a las ZODMES de la UF1 53
Tabla 3.24. Cauces para los cuales se requiere permiso de ocupación en las vías de acceso a ZODMES de la UF1 54
Tabla 3.25. Tipologías de obras de drenaje longitudinales proyectadas en la UF1 55
Tabla 3.26. Longitudes totales de cunetas proyectadas para la UF1 56

Tabla 3.27. Listado de sitios críticos con actuaciones realizadas 57
Tabla 3.28. Método de excavación según el tipo de soporte de Túnel y litología atravesada. 59
Tabla 3.29. Método de excavación según tipo de soporte de galería y litología atravesada. 59
Tabla 3.30. Definición soportes túnel en función del RMR y la litología 66
Tabla 3.31. Definición soportes galería en función del RMR y la litología 66
Tabla 3.32. Resumen de las clases de sostenimiento del túnel de Pamplona – UF1. 67
Tabla 3.33. Resumen de las clases de sostenimiento de la galería de Pamplona – UF1. 68
Tabla 3.34. Fuentes de material para agregados pétreos disponibles para el proyecto ... 72
Tabla 3.35 Sitio Propuesto para Captación y caudal a Solicitar 73
Tabla 3.36 Sitios Propuestos para Vertimiento 75
Tabla 3.37. Relación de vías industriales dentro de la UF1 77
Tabla 3.38. Localización de puntos de inicio y fin de alineamientos para las vías industriales dentro de la UF1 78
Tabla 3.39 Infraestructura privada a intervenir 82
Tabla 3.40. Relación de vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1 84
Tabla 3.41. Características de la sección transversal de las vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1. 84
Tabla 3.42. Características de cunetas y señalización de las vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1. 85
Tabla 3.43. Relación de concreto asfáltico requerido para construcción de pavimentos para la UF1. 89
Tabla 3.44. Relación de agregados requeridos para la UF1 89
Tabla 3.45. Relación de concretos requeridos para la UF1 91
Tabla 3.46. Relación de volúmenes de materiales sobrantes de excavación para la UF1 92
Tabla 3.47. Relación de ZODME para la UF1 94
Tabla 3.48 Resumen aprovechamiento forestal por cobertura 110

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

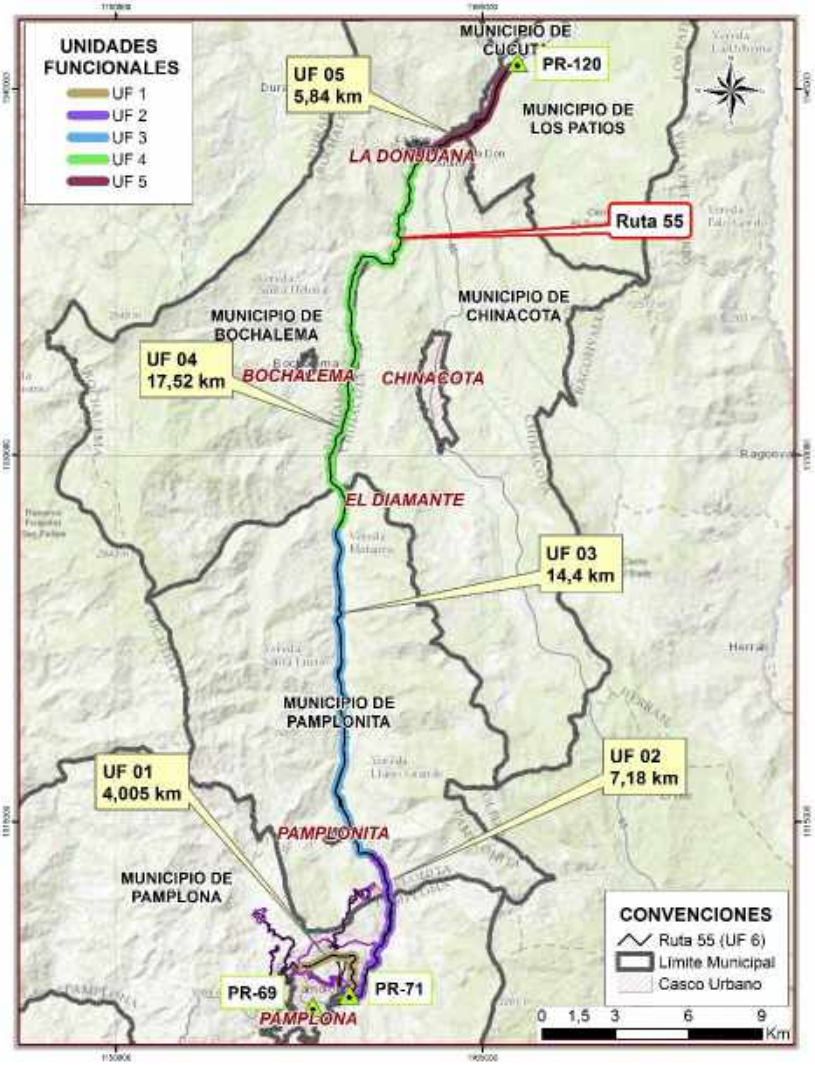
Figura 3.1. Localización general de Unidades Funcionales del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta. 1
Figura 3.2 Localización General del Proyecto 2
Figura 3.3. Alineamiento vial UF1 con abscisado de diseño geométrico. 5
Figura 3.4 Localización Unidades Territoriales menores en el municipio de Pamplona y el municipio de Pamplonita 7
Figura 3.5. Títulos mineros localizados en el Área de Influencia de la UF1. 16
Figura 3.6. Planta general del trazado para la UF1 27
Figura 3.7. Perfil longitudinal trazado UF1 28
Figura 3.8. Sección transversal tipo para vía en calzada nueva bidireccional 30
Figura 3.9 Sección transversal tipo en terraplén 31
Figura 3.10 Sección transversal tipo mixta con muro en tierra armada 32
Figura 3.11 Sección transversal tipo para glorieta 33
Figura 3.12 Sección transversal tipo para túnel (1 de 2) 34
Figura 3.13 Sección transversal tipo para túnel (2 de 2) 35
Figura 3.14. Localización túnel UF1 39
Figura 3.15. Glorieta Pamplona 1 – K56+300 41
Figura 3.16. Glorieta Pamplona 2 – K60+300 42
Figura 3.17. Sección típica para taludes de corte con alturas superiores a 10,0 m 44
Figura 3.18. Detalle sección transversal subdren tipo 1 56
Figura 3.19. Secuencia Nuevo Método Austriaco (NATM) 58
Figura 3.20. Jumbo Hidráulico de 3 brazos tipo XL3_C 60
Figura 3.21. Retroexcavadora sobre orugas con martillo neumático y cazo. 61
Figura 3.22. Excavación de túnel en calota en terrenos poco competentes mediante retroexcavadora sobre orugas 61
Figura 3.23. Cargadora tipo 62
Figura 3.24. Camiones articulados 62
Figura 3.25. Aplicación concreta lanzado mediante PM-500 63
Figura 3.26. Características técnicas bomba de concreto lanzado tipo PM-500 63
Figura 3.27. Colocación de pernos de fricción. 64
Figura 3.28. Instalación de marcos metálicos 65
Figura 3.29. Ejecución de enfilajes autoperforantes mediante jumbo 65
Figura 3.30. Localización de la franja de captación C11 74
Figura 3.31 Localización de Puntos de Vertimiento 76
Figura 3.32. Localización de vías industriales para la UF1 80

Figura 3-33. Sección vía industrial con ancho de 8.50 m. 81
Figura 3-34. Sección vía industrial de 4.50 m de ancho. 81
Figura 3.35. Localización de ZODMES proyectadas para la UF1 95
Figura 3.36. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 118 96
Figura 3.37. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 118 96
Figura 3.38. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 121 97
Figura 3.39. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 121 97
Figura 3.40. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 124 98
Figura 3.41. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 124 98
Figura 3.42. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 131 99
Figura 3.43. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 131 99
Figura 3.44. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 144 100
Figura 3.45. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 144 101
Figura 3.46. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 148 101
Figura 3.47. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 148 102
Figura 3.48. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 156 103
Figura 3.49. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 156 104
Figura 3.50. Cronograma del proyecto para la UF1. 111
Figura 3.51. Organigrama del proyecto 112

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, parte del proceso licitatorio de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) cuyo contrato de concesión bajo esquema de APP es el No. 002 del 02 de junio de 2017, consiste entre otros en la construcción de la segunda calzada entre Pamplona y Cúcuta, la construcción de dos túneles (uno bidireccional en la UF1, y uno Unidireccional en la UF-3) y sus galerías de evacuación, y la rehabilitación y mantenimiento de la vía existente Figura 3.1. El corredor Pamplona - Cúcuta discurre en medio de la cordillera oriental, principalmente en el valle del río Pamplonita. La vía proyectada comunica los municipios de Pamplona, Pamplonita, Chinácota, Bochalema y Los Patios.

Figura 3.1. Localización general de Unidades Funcionales del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta.

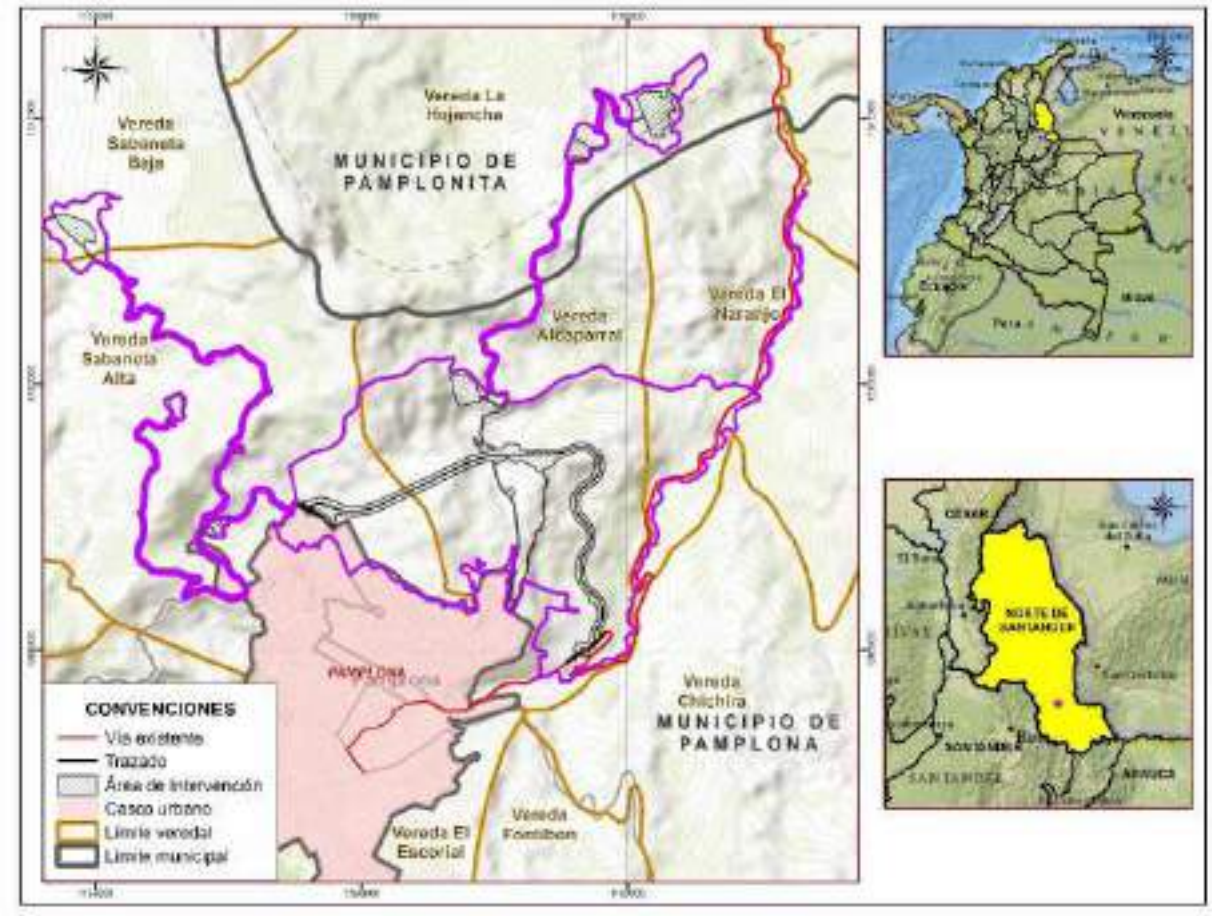


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De acuerdo con esto, el corredor se ubica dentro de la carretera central del norte y comprende la ruta nacional 55-05, correspondiente al departamento del Norte de Santander. Esta vía se clasifica como vía primaria, según su funcionalidad (Cap. 1 Manual de diseño geométrico de carreteras – INVIAS 2008).

Este departamento está situado en la parte noreste del país, limita al norte y al este con la República de Venezuela, al sur con el departamento de Boyacá, al suroeste con el departamento de Santander y al oeste con el departamento del Cesar, como se presenta en la Figura 3.2.

Figura 3.2 Localización General del Proyecto



Fuente: Aecom - Concol, 2017

El proyecto mejorará las condiciones de la vía actual entre las ciudades de Pamplona y Cúcuta, optimizando de este modo la conexión de la zona fronteriza de Venezuela con el centro del país.

Su desarrollo contempla:

i. Rehabilitación y mantenimiento de la vía existente, entre los PR 68+500 - PR 120+000 y PR120+600-PR131+500 de la Ruta 5505, así como la construcción de la segunda calzada entre el PR120+000 y PR120+600 de la Ruta 5505, denominada Unidad Funcional 6 (UF-6).
ii. Construcción en calzada sencilla de la Variante de Pamplona, la cual conectará la vía Pamplona – Cúcuta (Ruta 55-05) con la vía Bucaramanga – Pamplona (Ruta 66-03). Unidad Funcional 1 (UF-1). Entre el PR 121+250 de la Ruta 6603 y el PR71+000 de la Ruta 5505, la cual incluye la construcción de un túnel bidireccional.
iii. Construcción de una segunda calzada de Pamplona a Pamplonita, entre el PR 71+000 de la Ruta 5505 y el PR 79+400 de la Ruta 5505. Unidad Funcional 2
iv. Construcción de una segunda calzada entre Pamplonita y el Diamante, comprendida entre los PR 79+400 .PR95+600 de la Ruta 5505, denominada Unidad Funcional 3 (UF-3)
v. Construcción de una segunda calzada de El Diamante a la Don Juana, entre los PR 95+600-PR113+100 de la Ruta 5505, denominada Unidad funcional 4 (UF-4)
vi. Construcción de una segunda calzada de La Don Juana a Los Acacios, entre los PR113+100 y PR 120+000 de la Ruta 5505 Unidad Funcional 5 (UF-5)

El corredor existente (UF-6) presenta una longitud estimada origen – destino de 62 km; Las condiciones geomorfológicas del área por donde transcurre el tramo vial son variables y se consideran aceptables para la ejecución del proyecto, pues en términos generales presenta un relieve variable entre montañoso a ondulado. La vía actual presenta un ancho promedio de calzada de 7,0 m y carriles de 3,65 m, aunque en la gran mayoría del tramo no presenta bermas.

La UF1 a la que se refiere el presente documento se encuentra localizada en el departamento de Norte de Santander en los municipios Pamplona y Pamplonita.

3.1 LOCALIZACIÓN

La Unidad Funcional 1 – UF1, parte de este proyecto y objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental EIA para licenciamiento ambiental, se encuentra localizado entre los municipios de Pamplona y Pamplonita, y es denominado sector Variante Pamplona. La UF1 tiene el alcance físico descrito en la Tabla 3.1 donde se referencian los puntos de inicio y fin del alineamiento proyectado con respecto a las características del diseño geométrico propuesto para esta Unidad Funcional.

Tabla 3.1 Descripción Unidad Funcional 1

UF	Sector	Origen	Destino	Longitud (km)	Intervención
UF1	Variante Pamplona	PR 121+250 (R 66-03) K60+305,7 1.309.050,848 N 1.157.608,816 E	PR 71+000 (R 5505) K56+232 1.307.962,219 N 1.159.648,725 E	4,005	Construcción de vía nueva en calzada sencilla

Fuente: Sacyr, 2017

El área de Influencia definida para la UF1 es del orden de 546,88 Ha, mientras que el área

de Intervención es de aproximadamente 54,44 Ha.

La información correspondiente a la localización general del proyecto, así como a los detalles del diseño geométrico del alineamiento propuesto dentro de la Unidad Funcional 1 se presenta detalladamente en el plano VAPA_001_EIA_AE_LG_001_SIG. Plano correspondiente a la localización general del proyecto, así como en el Anexo 3 - Diseño, donde se encuentran los planos correspondientes al diseño geométrico del proyecto.

El corredor de la UF1 está comprendido entre la coordenada inicio 1.309.050,848 N - 1.157.608,816 E y la coordenada de fin 1.307.962,219 N - 1.159.648,725 E que por su localización tiene jurisdicción en un (1) departamento, una (1) Corporación Autónoma Regional y dos (2) municipios. La Tabla 3.2 se presenta la relación de municipios y autoridades ambientales regionales.

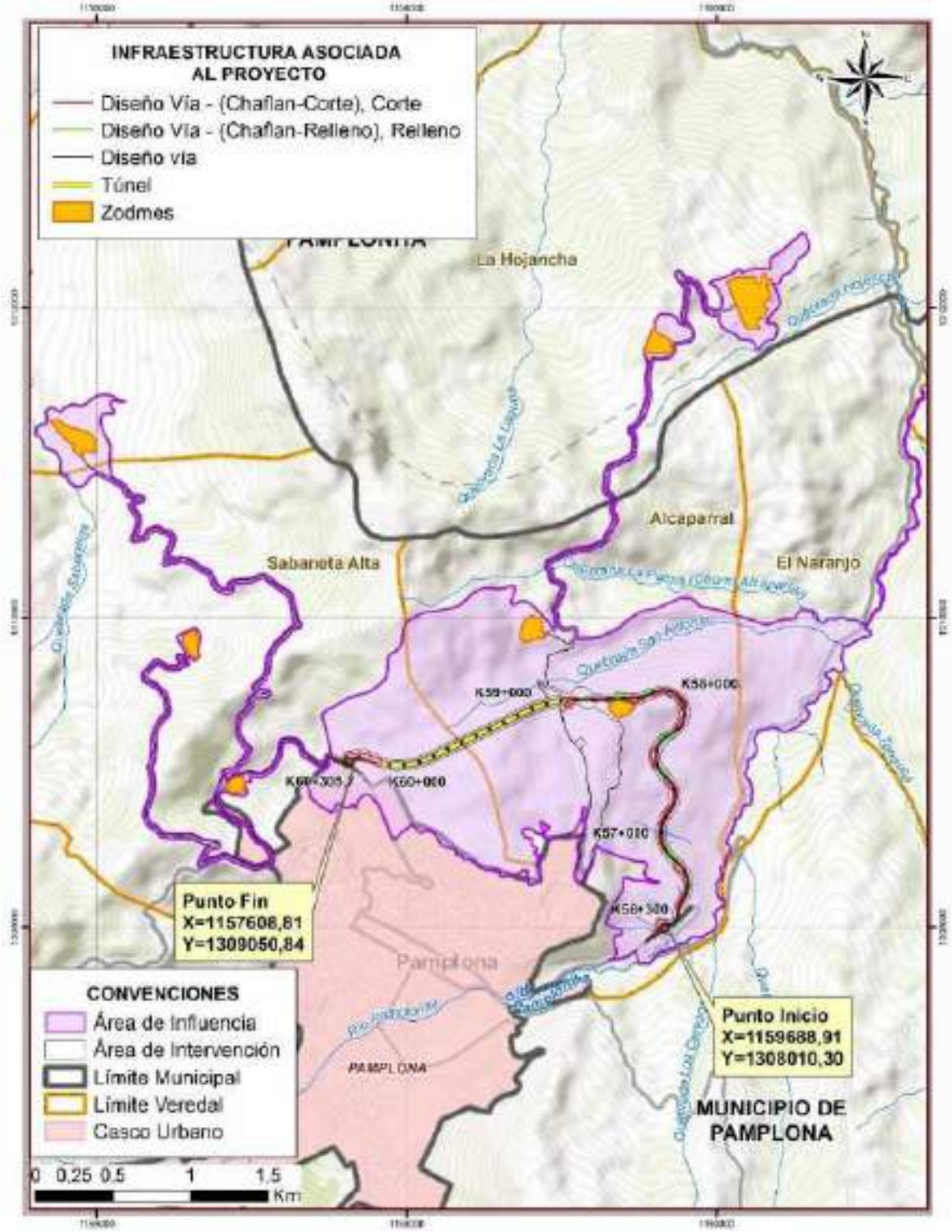
Tabla 3.2 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia

Departamento	Municipio	Jurisdicción Ambiental	Dirección Territorial
Norte de Santander	Pamplona y Pamplonita	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR-	Dirección Territorial Pamplona

Fuente: Aecom - Concol, 2017

Con el propósito de referenciar el proyecto en función del abscisado de la vía proyectada, la Figura 3.3 presenta el alineamiento vial de la UF1 con el abscisado definido desde el diseño geométrico.

Figura 3.3. Alineamiento vial UF1 con abscisado de diseño geométrico.



Fuente: Aecom - Concol, 2017

De manera general, las Unidades Territoriales mayores y menores que hacen parte del área de influencia del proyecto, se relacionan en la Tabla 3.3

Tabla 3.3. Unidades Territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva.

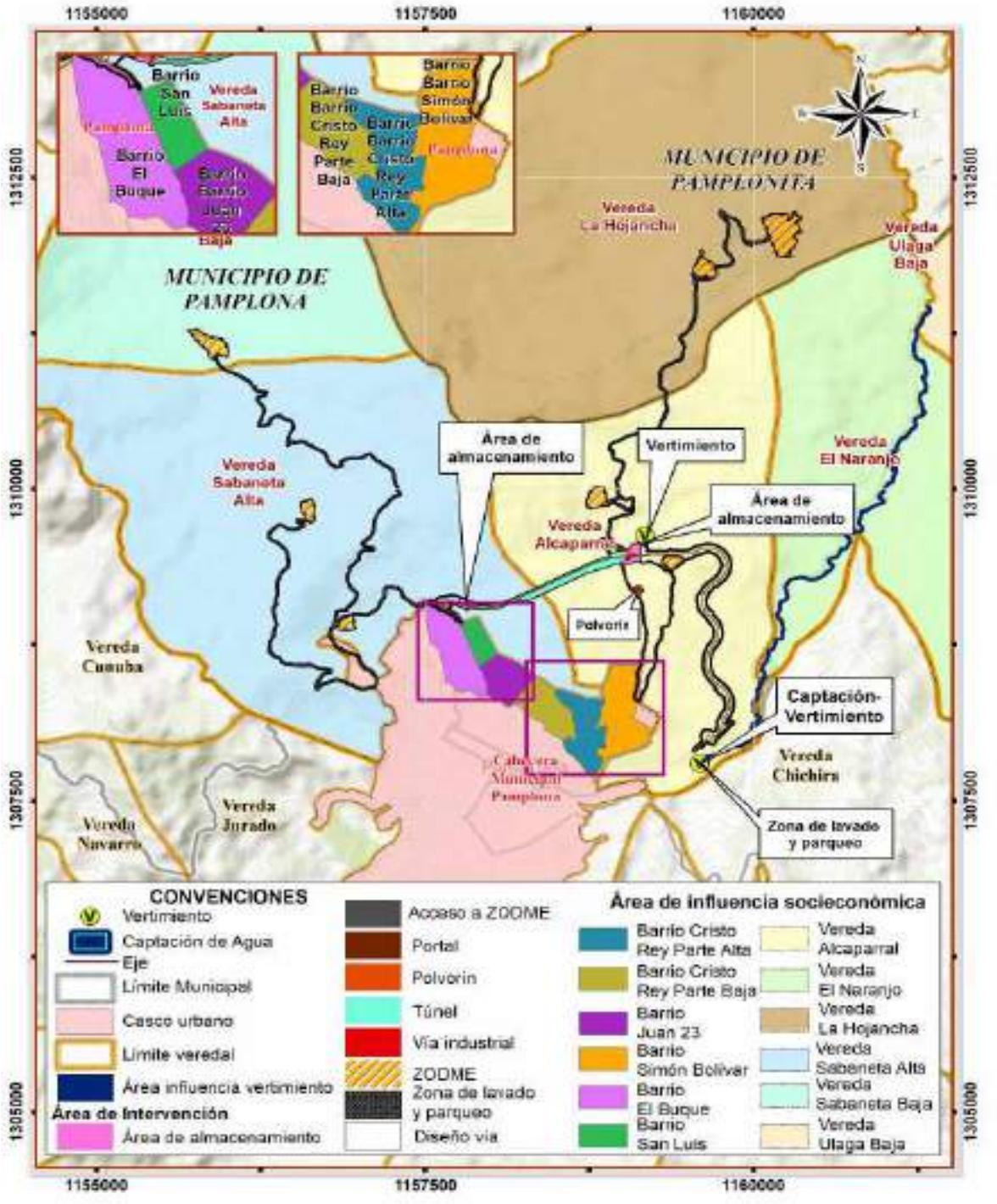
Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores
Pamplona	Vereda Alcaparral
	Vereda Sabaneta Alta
	Vereda El Naranjo
	Vereda Ulagá Baja
	Vereda Sabaneta Baja
	Barrio San Luis
	Barrio El Buque
	Barrio Simón Bolívar
Pamplonita	Vereda La Hojancha
Total	**9 unidades territoriales menores**

Fuente: Aecom - Concol, 2017

En el caso de las unidades territoriales localizadas dentro de los límites de los municipios de Pamplona y Pamplonita, se encuentra que el alineamiento proyectado inicia en el límite nororiental del casco urbano del municipio de Pamplona, más exactamente en el límite norte del barrio El Buque, aproximadamente a 150 m al sur de la estación de servicio y restaurante El Buque, sitio en el cual se localiza la Glorieta Pamplona 2 (abscisa K60+305,76 aproximadamente). Desde allí recorre en sentido occidente – oriente la zona suroriental de la vereda Sabaneta Alta, así como el costado occidental de la vereda Alcaparral. En esta vereda, sobre la abscisa K58+200, el alineamiento gira hacia el sur, y continúa su recorrido hasta la abscisa K56+300 localizada en el acceso oriental de la Glorieta Pamplona 1, ubicada a aproximadamente 200 m al occidente del sector denominado La Curva de Los Adioses y a 800 m aproximadamente al nororiente del límite sur del casco urbano del municipio de Pamplona.

Las descripciones presentadas anteriormente se ilustran en la Figura 3.4, en la cual se muestra la localización del proyecto con respecto a las Unidades Territoriales Mayores y Menores presentes a lo largo de la UF1.

Figura 3.4 Localización Unidades Territoriales menores en el municipio de Pamplona y el municipio de Pamplonita



Fuente: Aecom - Concol, 2018

3.1.1 Asentamientos humanos

Los poblamientos y asentamientos humanos son los lugares puntuales donde las comunidades o personas se establecen para el desarrollo de sus actividades cotidianas, de acuerdo con sus condiciones y tradiciones sociales, económicas, políticas y culturales. El traslado de la población hacia los centros poblados se presenta porque la nueva área ofrece condiciones favorables o se propicia una mayor dinámica económica para sus nuevos moradores.

Estos asentamientos pueden conformarse de diferentes formas dentro de un territorio determinado; siendo nucleados cuando hay una concentración o una alta densidad de infraestructuras y personas en un espacio puntual, de forma dispersa cuando existe una baja concentración de personas e infraestructuras o de carácter mixto cuando se registran sitios con algún grado de concentración de viviendas y personas, pero también hay un número importante de infraestructuras alejadas entre sí.

En las unidades territoriales del área de influencia del proyecto se identificaron los siguientes asentamientos humanos. Ver Tabla 3.4

Tabla 3.4 Asentamientos humanos

Municipio	Tipo	Nombre	Observación
Pamplona	Nucleado	Barrio El Buque	Diseño de la vía a construir.
	Nucleado	Barrio San Luis	Diseño de vía a construir.
	Nucleado	Barrio Simón Bolívar	Vía Industrial.
	Mixto	Vereda Alcaparral Sector denominado “La Curva de Los Adioses”	ZODME, acceso a ZODME, área de almacenamiento, diseño de vía a construir, polvorín, portal, túnel, vía industrial, zona de lavado y parqueo, captación y vertimientos.
	Disperso	Vereda Sabaneta Alta	Acceso a ZODME, área de almacenamiento, área de retorno, diseño de vía a construir, portal, túnel y ZODME
	Disperso	Vereda El Naranjo	Área de influencia del vertimiento.
	Disperso	Vereda Ulagá Baja	Área de influencia del vertimiento.
	Disperso	Vereda Sabaneta Baja	Acceso a ZODME y ZODME.
Pamplonita	Disperso	Vereda La Hojancha	Acceso a ZODME y ZODME

Fuente: Aecom - Concol, 2018

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Las características del proyecto vial doble calzada Pamplona Cúcuta, contrato de concesión bajo el esquema de APP número 002 del 2 de junio de 2017, se desarrollan de acuerdo a lo aspectos contemplados en el artículo 7 de la Ley 1682 de 22 de noviembre de 2013, Ley 105 de 1993 y/o normas que la modifiquen, sustituyan o adicionen, por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura y transporte y se conceden facultades extraordinarias.

Las intervenciones propuestas a nivel de diseño para la UF1 – Variante Pamplona, objeto

de estudio contemplan, entre otros, los siguientes aspectos:

i. Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,005 km.
ii. Excavaciones para la conformación de taludes de corte y terraplenes.
iii. Construcción de un túnel bidireccional y su galería de evacuación.
iv. Construcción de estructuras de pavimento.
v. Construcción de dos glorietas en los puntos de inicio y fin de la UF, concordantes con los accesos al municipio de Pamplona.
vi. No se proyectan centros de control operativo.
vii. Construcción de obras de drenaje menores (alcantarillas, box culverts, cunetas, zanjas de coronación, entre otras).

En apartados posteriores se describirán las obras proyectadas, así como la interacción entre los alineamientos presentes en el área de intervención definida para la UF1.

3.2.1 Infraestructura existente

En este apartado se describe la infraestructura localizada al interior de las áreas de intervención e influencia del proyecto para la UF1, presentando sus características más relevantes.

3.2.1.1 Infraestructura vial existente

En la construcción de la Variante Pamplona se generará intervenciones sobre algunos accesos existentes a Unidades Territoriales menores, razón por la cual se deben identificar tanto en ubicación como en sus características físicas con el propósito de establecer las medidas necesarias para mantener habilitados dichos accesos.

En primer lugar, la Tabla 3.5 presenta la clasificación general de las vías establecida por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, de acuerdo con sus características.

Tabla 3.5. Clasificación de la red vial según INVIAS.

Clasificación	Descripción
Primarias	Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países.
Secundarias	Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria.
Terciaria	Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, INVIAS 2008.

En segundo lugar, la Tabla 3.6 presenta el resumen de las vías interceptadas por el proyecto dentro de la UF, junto con sus características físicas.

Tabla 3.6. Vías interceptadas por el proyecto dentro de la UF1.

No.	Tipo de vía	Descripción
1	Secundaria	Desde la carrera 3 con calle 3, se hará uso de la vía Bucaramanga Pamplona para llegar a los siguientes puntos: - Las vías veredales de la vereda Sabaneta Alta. - La vía veredal hacia Alcaparral.
2	Secundaria	Dentro del perímetro urbano del municipio de Pamplona, se hará uso del circuito vial que se describe a continuación: Por la carrera novena, desde la calle 5 hasta la calle 4, para proseguir por la calle 4 hasta la carrera 3, para conectar con el tramo de la vía Nacional Bucaramanga - Pamplona localizado dentro del perímetro urbano de Pamplona.
3	Terciaria	Es una vía veredal que permitirá el acceso a la vereda Sabaneta Alta. Permite el acceso a las ZODMES 144, 148 y 156.
4	Terciaria	Es una vía pequeña para acceso veredal. Acceso a la vereda Alcaparral. Servirá de acceso a los Zodmes 118, 121 Y 131 y al frente de obra localizado en el portal del túnel de la abscisa K58+745.

Fuente: Aecom - Concol, 2017

Dentro de la infraestructura del proyecto, se contemplan dos vías principales existentes, correspondientes a la ruta 55-05 Cúcuta – Pamplona y la vía 66-03 Bucaramanga - Pamplona, cuya relación con la vía proyectada UF1 objeto del presente EIA para licenciamiento, presenta una relación de intersección en dos sitios puntuales, a saber, los puntos de inicio y fin de la Unidad Funcional.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta de manera detallada el desarrollo de los dos alineamientos viales presentes dentro de la UF1. En la Tabla 3.7 se presenta el resumen de las características de los dos trazados, incluyendo las intervenciones más relevantes, así como los puntos de interferencia o conexión y la manera en que interactúan.

Tabla 3.7. Relación de interacciones entre la vía existente (UF 6-2) y el alineamiento proyectado (UF1).

Vías existentes (vía nacional 66-03, Vía Nacional 55-05 y UF 6-2)			Doble calzada UF1			Características del trazado
Desde	Hasta	Longitud (m)	Desde	Hasta	Longitud (m)	
PR 121+250 (Vía Nacional 66-03)		-	K60+305,76		-	Empalme del alineamiento vial proyectado para la UF1 con la vía Nacional Bucaramanga - Pamplona (Vía Nacional 66-03). Glorieta Pamplona 2.
PR 71+000 (Vía Nacional 55-05)		-	K56+300		-	Empalme del alineamiento vial proyectado para la UF1 con la vía Nacional Pamplona - Cúcuta (Vía Nacional 55-05, UF 6-2). Glorieta Pamplona 1.

Fuente: Aecom - Concol, 2017

3.2.1.2 Redes y activos de servicio público

En el área de desarrollo del proyecto también se encontraron redes de electricidad y telecomunicaciones, así como redes de acueducto a cargo de empresas prestadoras de servicio, las cuales generan interferencias con el proyecto. La Tabla 3.8 presenta la relación y localización de las diferentes redes interceptadas a lo largo de la UF.

Los planos correspondientes a las interferencias indicadas se encuentran en el Anexo 3 - Diseño, y en el Plano VAPA_006_EIA_CP_IS_001_SIG, correspondiente al plano en escala 1:25.000 de infraestructura y servicios interceptados, incluido en el Anexo 1 Cartografía. Es de anotar que la afectación de estos servicios es tenida en cuenta en las medidas de manejo para prevenir, mitigar, corregir y compensar de acuerdo al caso, lo anterior con el fin de evitar la afectación por la prestación del servicio.

Tabla 3.8. Relación de redes interceptadas a lo largo de la UF1

No.	Tipo de red	Tipo de interferencia	Compañía propietaria u operadora	Localización		Long. de interferencia (m)	Descripción	¿Requiere intervención?	Tipo de solución
				Inicio	Fin				
1	Acueducto	Cruce perpendicular	Acueducto veredal	PR70+900	PR70+900	20	Cruce perpendicular red de acueducto. La red se ve afectada por el diseño geométrico propuesto	SI	(i) Traslado definitivo de la Red.
2	Acueducto	Paralelo	Acueducto veredal	PR71+010	PR71+010	35	Paralelismo red de acueducto. La red se ve afectada por el diseño geométrico propuesto	SI	(i) Traslado definitivo de la Red.
3	Energía Eléctrica	Paralelo	CENS	PR71+000	PR71+310	310	Paralelismo red baja tensión apoyada sobre postes a costado izquierdo de la vía existente. Con varios cruces	SI	(i) Traslado definitivo de la Red.
4	Energía Eléctrica	Cruce Diagonal	CENS	PR71+215	PR71+240	100	Cruce diagonal red media tensión apoyada sobre postes	SI	(i) Traslado definitivo de la Red.

Fuente Sacyr, 2017

3.2.1.3 Patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico

El municipio de Pamplona es epicentro de múltiples eventos de carácter religioso, artístico y musical, los cuales entre otros son: la conmemoración Semana Santa, festividades del Santo Señor del Humilladero, festival internacional coral de música sacra, festival nacional de danzas folclóricas por parejas, entre otras. Estas festividades son promovidas a nivel municipal con el objetivo de fortalecer la expresión de costumbres y creencias de la región; por esta razón en el 2005 se creó el Instituto de Cultura y turismo en el municipio con el objetivo de garantizar el rescate de los valores culturales en la población urbana y rural del municipio de Pamplona (Instituto Municipal de Cultura y Turismo, 2005). Actualmente Pamplona cuenta con el observatorio de desarrollo artístico y cultural, en el cual se desarrollan procesos de formación artística y cultural en música tradicional, coros, artes plásticas, teatro, danza, literatura, patrimonio entre otras, que se desarrollan en el centro cultural Ramón González Valencia. A nivel general la ciudadanía trabaja un componente de Cultura Ciudadana y Convivencia Pacífica mediante exposiciones, jornadas de cine, charlas, entre otras.

El componente Arqueológico del proyecto se enmarca dentro de la denominada arqueología preventiva, donde se resalta que el Patrimonio Arqueológico de la Nación cuenta con una especial protección por parte del estado Colombiano cuya normativa jurídica vigente se relaciona con la implementación de acciones preventivas y de protección sobre el patrimonio arqueológico de la Nación, que busca evitar cualquier afectación al patrimonio arqueológico, que pueda ser causado por las obras de infraestructura, en este caso relacionadas con actividades asociadas a la construcción de vías.

Ahora bien, una de las implicaciones directas del régimen de protección especial del patrimonio arqueológico, se refiere a una serie de exigencias de orden técnico y legal que deben cumplirse a cabalidad para evitar su destrucción en desarrollo de obras de infraestructura o actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos naturales. La Ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008, expresamente señala que:

"En los proyectos de construcción de redes de transporte de hidrocarburos, minería, embalses, infraestructura vial, así como en los demás proyectos y obras que requieran licencia ambiental, registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental, como requisito previo a su otorgamiento deberá elaborarse un programa de arqueología preventiva y deberá presentarse al Instituto Colombiano de Antropología e Historia un Plan de Manejo Arqueológico sin cuya aprobación no podrá adelantarse la obra".

El propósito de este Programa es evaluar los niveles de afectación esperados sobre el patrimonio arqueológico por la construcción y operación de las obras, proyectos y actividades anteriormente mencionados, así como formular y aplicar las medidas de manejo a que haya lugar para el Plan de Manejo Arqueológico correspondiente.

La primera fase del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) corresponde entonces a la Prospección Arqueológica y formulación del Plan de Manejo, la cual comprende además de la exploración en detalle del área de impacto directo e indirecto del proyecto, toma de

muestras en campo y análisis de las mismas en laboratorio, la identificación y evaluación de los impactos previsibles sobre el patrimonio arqueológico, con lo cual se puedan proponer las medidas de mitigación adecuadas que serán incluidas en la formulación del Plan de Manejo Arqueológico correspondiente (ICANH, 2010). Sin embargo, además del cumplimiento del componente arqueológico, en el presente proyecto se buscará en alguna medida hacer un aporte a las investigaciones previas que se vienen desarrollando en la zona y que sirva como insumo para ampliar el conocimiento de procesos sociales pasados.

La aplicación de dicha fase del PAP requiere de la solicitud de licencia de intervención al patrimonio arqueológico frente al ICANH, por lo que tras el planteamiento y la elaboración de la propuesta de investigación titulada: 'Proyecto Prospección y Formulación del Plan de Manejo Arqueológico de la "Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona" se presenta al grupo de Arqueología del ICANH para solicitar la autorización de intervención sobre el Patrimonio Arqueológico, correspondiente a la UF1, mediante radicado No. 6457 del 18 de Diciembre de 2017, del cual se obtuvo respuesta de aprobación de licencia No. 7107, emitida el 06 de febrero del 2018 mediante comunicado 130-0408 y se solicita autorización para modificación de área de la licencia No. 7107 mediante adenda 001 con número de radicado 1447 del 22 de marzo de 2018, dicha modificación es autorizada mediante comunicado 130_1562 del 13 abril de 2018. Esta documentación se presenta en el Anexo 5 (Caracterización AI - 5.3 Social - M – Arqueología).

3.2.1.4 Áreas protegidas

Mediante oficio dirigido al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con Radicado No. E1-2017-029806 de fecha 01 de noviembre de 2017, Anexo 2 Certificados - M - E1-2017-029806_MADS, se hizo formalmente la solicitud de información por parte de la Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., referente a la existencia o no de Áreas de Reserva Forestal de Ley 2ª, ecosistemas estratégicos, especies en veda y demás áreas que se consideren relevantes dentro del AI del proyecto doble calzada Pamplona - Cúcuta.

En el Anexo 2 Certificados – E, se encuentra el oficio DBD-8201-E2-2017-038058 del 11 de diciembre de 2017 se pronunció la Autoridad Ambiental, informando "*una vez revisada la información cartográfica suministrada y de acuerdo con la base de datos de este Ministerio se encontró que el área de interés del proyecto, ubicado en el departamento de Norte de Santander, no se encuentra en áreas de Reserva forestal establecida mediante la Ley 2da de 1959, ni en áreas de Reserva Forestal Protectora Nacional".* En el capítulo 5.2 del estudio ambiental, se desarrolla este ítem a cabalidad.

3.2.1.5 Inmuebles de protección al patrimonio

Según el proyecto de acuerdo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Pamplona, los principios de ordenamiento territorial en cuanto a territorialidad y apropiación buscan el reconocimiento, apropiación y legitimación del patrimonio cultural (costumbres, tradiciones, festividades, idiosincrasia, culinaria, mitos y leyendas) de las diferentes culturas que habitan el territorio municipal, con el fin de mantener y fortalecer sus identidades en los actuales procesos de transculturización. De igual forma los objetivos del sector cultural para el desarrollo territorial se enfocan en valorar, recuperar y fortalecer las identidades

culturales, salvaguardar el patrimonio cultural material del centro histórico y promover la cultura agropecuaria y las buenas prácticas agrícolas (Alcaldía de Pamplona, 2015, pp. 5-6). Por otro lado uno de los ejes del plan de desarrollo es la cultura ligada al turismo, entendidos potencialmente como factores jalonadores de desarrollo en el municipio.

Con base en el reconocimiento del área de intervención del proyecto y la información de ordenamiento territorial, el trazado de la Variante Pamplona - UF1, no intercepta inmuebles con declaración de protección del patrimonio.

3.2.1.6 Comunidades étnicas

La identificación de grupos étnicos en el área de influencia supone el reconocimiento jurídico emanado por el Ministerio del Interior, en favor de grupos étnicos con y sin territorios legalizados, a los cuales se les reconoce una organización de gobierno, al rigor de la Ley 89 de 1890 para comunidades indígenas (Cabildos Indígenas) y la Ley 70 de 1993 para comunidades negras (Consejos Comunitarios).

Por lo anterior, se adelantó la consulta formal frente a la presencia de comunidades étnicas ante el Ministerio del Interior por parte de la Unión Vial Rio Pamplonita. En consecuencia, la DCP emitió la certificación Nº 0149 del 06 de marzo de 2018, en donde conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto.

Posteriormente, por ajustes en el área de intervención del proyecto, se modificó el área de influencia, lo que implicó una consulta de áreas adicionales ante la DCP (radicado EXTMI18-29274 del 19 de julio de 2018), mediante certificación N°0822 del 17 de agosto de 2018 la DCP conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en estas áreas. (Ver Anexo _5.3_Social_Anexo_A_Sol_Info).

3.2.1.7 Títulos mineros

Una vez consultado el SIAC, el Proyecto se superpone con una (1) licencia ambiental correspondiente a título minero de carbón en el área de influencia, como se observa en la Tabla 3.9

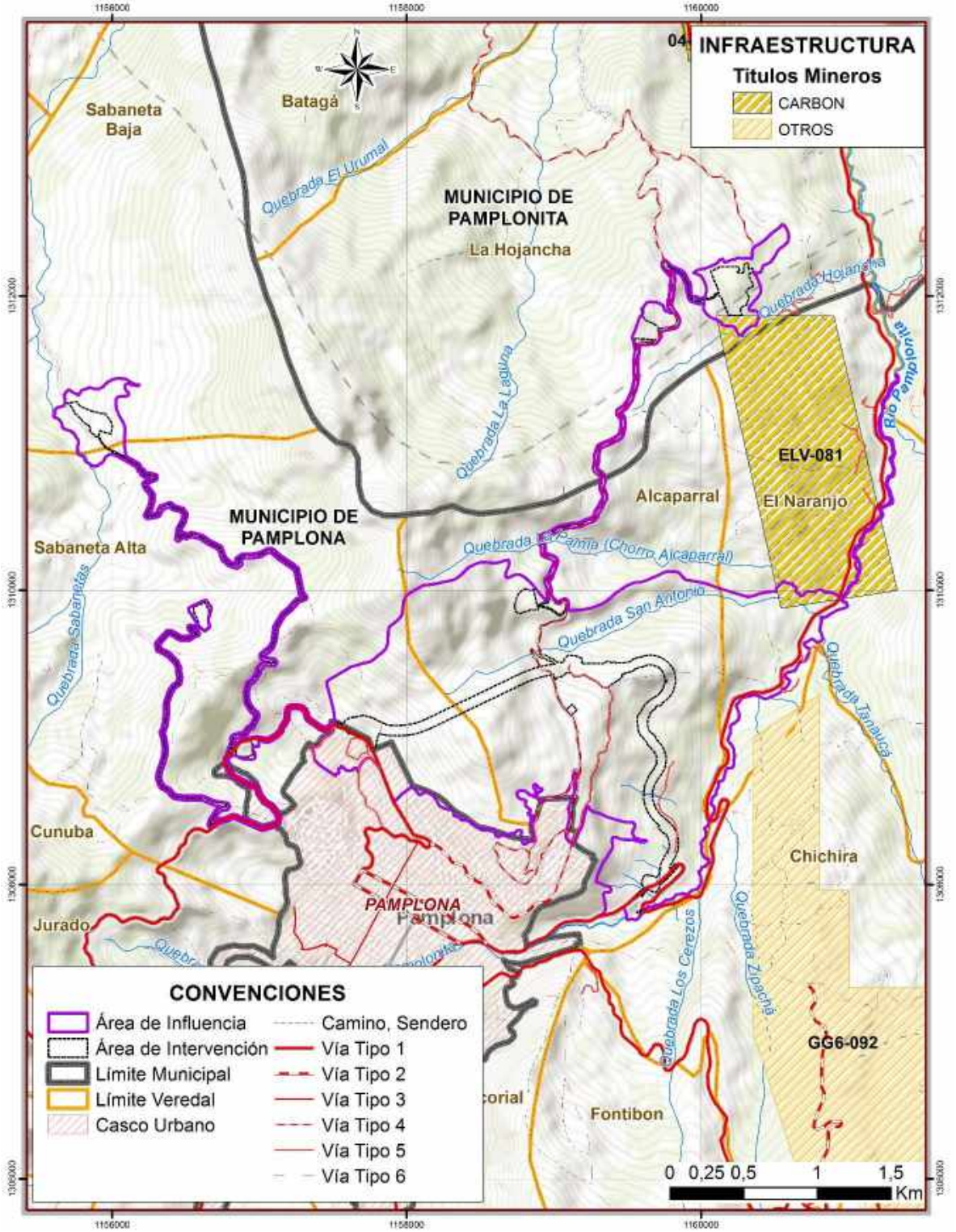
Tabla 3.9 Títulos mineros presentes en el área de influencia de la UF1

Título minero	Material de explotación	Titular	Licencia ambiental SI/NO	Estado del título minero	Área de superposición
ELV-081	Carbón	Ramón Ignacio Sierra – Humberto Carvajal López	Si	Vigente	Área Influencia

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La localización de los Título mineros presentes en el área de influencia se encuentra en el Plano VAPA_006_EIA_CP_IS_001_SIG, correspondiente al plano en escala 1:25.000 de infraestructura y servicios interceptados, incluido en el Anexo 1 Cartografía.

Figura 3.5. Títulos mineros localizados en el Área de Influencia de la UF1.



Fuente: Aecom - Concol, 2017

Según lo analizado en la Figura 3.5, se puede apreciar que el área de intervención del proyecto se intercepta con un título minero para la extracción de carbón.

En relación con el título minero ELV-081, correspondiente a la Mina Los Naranjos, Contrato de Concesión para la extracción subterránea de carbón, a cargo de los titulares Ramón Ignacio García Sierra y Humberto Carvajal López. Cuenta con Licencia Ambiental otorgada por CORPONOR mediante Resolución 0622 de 2011.

3.2.1.8 Diagnóstico predial

La UF1 se encuentra ubicada dentro del municipio de Pamplona y Pamplonita, Norte de Santander, cuenta con 26 predios identificados catastral y jurídicamente, los cuales, una vez analizados bajo el P.B.O.T y el E.O.T respectivamente, se determinó que la clasificación de uso corresponde a suelo rural predominando el uso agropecuario en cultivos de durazno, tomate, pastos mejorados, y en menor proporción a suelo protegido. Por su parte las construcciones tienen tipologías sencillas en un nivel, en su mayoría para vivienda campesina y comercio de bajo impacto.

3.2.2 Fases y actividades del proyecto

Para efectos del licenciamiento ambiental, se presentan a continuación las actividades a ejecutar para el desarrollo del proyecto, dichas actividades se encuentran relacionadas con las fases o etapas de ejecución del proyecto en las que serán acometidas. Cabe anotar las actividades a presentar se llevarán a cabo en las etapas de preconstrucción y construcción.

La Tabla 3.10 presenta la relación de las fases del proyecto y las actividades que se desarrollarán para la construcción de la UF1.

Tabla 3.10. Actividades a desarrollar en el proyecto – UF1

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
1	Preconstructiva	Gestión predial y negociación del derecho de vía	Proceso de concertación con los propietarios de cada uno de los predios que posiblemente se van a ver afectados por las actividades del proyecto, con el propósito de llegar a negociaciones necesarias para la construcción de las obras planteadas. Esta faja varía según la categoría de la vía, conforme lo establece el artículo 2º de la Ley 1228 de 2008: Artículo 2o. Zonas de Reserva para Carreteras de la Red Vial Nacional. Establézcanse las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional: 1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros. 2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros. 3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros Parágrafo. El metraje determinado en este artículo se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. Para el caso específico corresponde a carreteras de primer orden. En vías de doble calzada de cualquier categoría la

<table>
<tr><th>No</th><th>ETAPA</th><th>ACTIVIDADES</th><th>DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Preconstructiva</td><td>Contratación y capacitación del personal</td><td>Desarrollo de las estrategias de concertación entre la empresa operadora o contratistas y las comunidades del área de influencia, con el fin de contratar y capacitar el personal requerido para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto. La instrucción está enfocada en conocimientos específicos relacionados con la labor a realizar, aspectos de la organización, formación básica en salud ocupacional, seguridad industrial y cuidado del medio ambiente.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Constructiva</td><td>Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social</td><td>Gestión desarrollada por el contratista para llevar a cabo la reubicación de infraestructura (servicios públicos y/o sociales) presente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto o que pueda interferir con las actividades del mismo.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Construcción</td><td>Adecuación de accesos</td><td>Para llegar adecuadamente a todos los frentes de trabajo y/o sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario adecuar accesos para maquinaria y personal. Por la condición de vías veredales nuevas. Estas adecuaciones corresponderán exclusivamente a intervenciones sobre la capa de rodadura mediante la conformación de afirmado.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Construcción</td><td>Construcción de accesos</td><td>Para llegar adecuadamente a todos los frentes de trabajo y/o sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario crear accesos de corta longitud desde las vías industriales existentes para maquinaria y personal.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Construcción</td><td>Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos</td><td>La movilización y transporte de materiales, personal, equipos y maquinaria, relacionados con las actividades propias de la construcción. Generalmente el transporte se realiza en camabajas, dobletroques, camiones, volquetas y vehículos livianos.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Construcción</td><td>Materialización y replanteo (Topografía)</td><td>Corresponde a la materialización en el terreno del trazado, así como de todas las obras de arte y de geotecnia preventiva de acuerdo con los planos de diseños civiles detallados.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Construcción</td><td>Captación de agua</td><td>Se requiere el aprovechamiento de recurso hídrico superficial presente en el área del proyecto para elaboración de concretos, hidrataciones y lavados a nivel general. Se contempla una franja de captación con las siguientes coordenadas:
<table>
<tr><th>Id</th><th>Nombre de la fuente</th><th>Este</th><th>Norte</th></tr>
<tr><td rowspan="7">C11</td><td rowspan="7">Rio Pamplonita</td><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td></tr>
<tr><td>1159593,987</td><td>1307796,500</td></tr>
<tr><td>1159592,450</td><td>1307794,503</td></tr>
<tr><td>1159588,108</td><td>1307788,464</td></tr>
<tr><td>1159584,653</td><td>1307790,887</td></tr>
<tr><td>1159589,421</td><td>1307797,914</td></tr>
<tr><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
9	Construcción	Vertimientos	Se debe disponer de manera adecuada el agua residual procedente del lavado de cubas de hormigón, lavado de maquinaria, lavado de planta de machaqueo, lavado de planta de asfaltos, lavado de planta de hormigón. Se contemplan 2 puntos de vertimiento localizados en las siguientes coordenadas: Punto V10: E = 1.159.590,60, N = 1.307.798,65 Punto V13-1: E = 1.159.173,78, N = 1.309.627,90 Punto V13-2: E = 1.159.161,94, N = 1.309.618,69.
10	Construcción	Desmonte y limpieza	Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural, removiendo la cubierta vegetal, en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial junto con las zonas o fajas laterales reservadas para la vía y áreas asociadas. Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.
11	Construcción	Demolición y retiro de estructuras	Demolición total o parcial de estructuras en las zonas requeridas del proyecto, y la remoción y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Incluye también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre y otros obstáculos.
12	Construcción	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Estas actividades consisten en cortar, excavar, remover y cargar, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto. También se incluyen acciones como escarificar, nivelar y compactar el terreno, con materiales apropiados de acuerdo con los diseños realizados.
13	Construcción	Construcción de obras de drenaje	TUBERÍAS Y BOX COULVERT: consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías y marcos de hormigón in situ o prefabricado. DISIPADORES DE ENERGÍA Y SEDIMENTADORES: consiste en la construcción de estructuras cuya finalidad es reducir la velocidad del flujo de una corriente de agua, para reducir los riesgos de erosión en los elementos que sea de interés para el proyecto y producir una retención dentro de la estructura, de los sedimentos suspendidos. Los disipadores de energía y los sedimentadores, se clasifican de acuerdo al tipo de construcción y a sus elementos constitutivos. Estos pueden ser en gaviones o en concreto ciclópeo. En todos los casos, la construcción comprende el suministro de materiales y equipos, así como la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas de concreto y mortero, colocación de gaviones, acabado y curado de las obras. SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR Esta especificación se refiere al uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
			serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo. DRENES HORIZONTALES EN TALUDES: Los drenes horizontales de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de cortes y eventualmente en terraplenes. CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO: consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto prefabricadas o fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte para aliviar la presión de poro. Este trabajo comprende la perforación de poro. Este trabajo comprende la perforación de barrenos en los taludes del proyecto, la instalación de tubería perforada en los mismos, con o sin recubrimiento exterior de la tubería perforada con un geotextil, en los sitios establecidos en los planos o en los que indique el Interventor. ZANJAS DE CORONACIÓN DE TALUDES: consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto fundidas en el lugar, con sacos de suelo-cemento o revestidas con geomembranas. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte para aliviar la presión de poro Comprende obras como zanjas de coronación para minimizar el accionar de las aguas de escorrentía, la inducción vegetal mediante técnicas forestales como la empradización, la siembra de semillas, las fajinas, los biomantos, la siembra arbustiva, etc (actividades que se acometerán cuando las condiciones técnicas así lo requieran). Dado el posible comportamiento previamente analizado, puede comprender además obras preventivas y de reforzamiento estructural como son los trinchos, los pernos para anclaje o “amarre” y los muros de confinamiento. Con respecto a obras de estabilización, se hace referencia principalmente a muros de contención de taludes de corte o de terraplén, los cuales se pueden ejecutar de diversas formas y materiales (concreto reforzado, concreto simple, gavión, entre otros).
14	Construcción	Construcción de estructuras de concreto	Consiste en el suministro de materiales, fabricación, instalación, vibrado, curado y acabados de los concretos requeridos, para la construcción de cunetas, alcantarillas, box culverts, muros de contención, entre otras obras de concreto.
15	Construcción	Construcción de estructuras de pavimento	Consiste en la colocación, nivelación y compactación de cada uno de los componentes que conformarán la estructura del pavimento, incluyendo la compactación de base y sub-base y colocación de la capa de rodadura.

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
16	Construcción	Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES: consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos. Se consideran como opciones de protección, el trasplante de césped, la colocación de tierra orgánica (material vegetal) y la hidrosiembra controlada. PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSIÓN: Se refiere al uso e instalación de sistemas para control de erosión que faciliten el establecimiento de la vegetación natural en taludes o laderas geotécnicamente estables, con el objetivo de controlar el proceso erosivo. Considera la instalación de productos enrollados para control de erosión (PECE). RECUBRIMIENTO DE TALUDES CON MALLA Y MORTERO: consiste en la protección de taludes utilizando malla de alambre de acero y mortero de cemento Portland. ANCLAJES PASIVOS: Hace referencia a los sistemas de refuerzo de los taludes mediante la instalación de barras de acero y lechada de concreto, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o roca inestables ante la ejecución de cortes viales. ANCLAJES ACTIVOS: Hace referencia a los sistemas de estabilización de taludes mediante la utilización de torones de acero pre-tensado e inyecciones de lechada de concreto en el bulbo, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o roca inestables ante la ejecución de cortes viales. PANTALLAS ANCLADAS: Es un sistema en el cual se utilizan elementos estructurales (pilotes) junto con sistemas de anclajes activos con el propósito de contener grandes masas de suelo inestables que puedan afectar la operación de la vía.

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
17	Construcción	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Corresponde al retiro de materiales residuales provenientes de la construcción de la vía y del túnel y los escombros generados por la demolición de infraestructura social. Consiste en el desmonte de la capa vegetal existente, la limpieza del terreno, el movimiento de tierra para permitir el acceso de las volquetas y equipos , la construcción de las estructuras de contención (gaviones, muros, etc.) las cual en su mayoría deben ser ubicadas en la pata del ZODME, con el objeto de controlar los posibles deslizamientos del material dispuesto, construcción de drenajes como filtros longitudinales y transversales que sirven para conducir el agua a fuera, el material es dispuesto extendiendo y compactándolo por capas según indicaciones del geotecnista en terrazas para facilitar la disposición y compactación del material que disminuye la superficie y el grado de pendiente, otra tarea es la conformación de taludes, la cual consiste en disponer y compactar el material con pendiente específica, la construcción de las bermas y cunetas de coronación las cuales se construyen cuando se alcance la altura específica para la terraza y se debe adecuar la berma con el objetivo de conducir las aguas lluvias. La UF1 tiene proyectado la construcción de 7 ZODMES, cuya capacidad total para disponer material es de 628.607 m³.
18	Construcción	Recuperación de áreas intervenidas	Adecuación geotécnica y paisajística de las áreas intervenidas como: sitios de disposición temporal de escombros, en sitios de acopio y accesos
19	Construcción	Señalización y demarcación definitiva	Realización de la demarcación de los carriles, señalización vertical y estructuras de contención y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad vial.
20	Construcción	Limpieza y cierre final	Una vez finalizada la etapa de construcción, se procederá al desmantelamiento de los equipos y demás infraestructura instalada.
22	Construcción de Túneles	Portales de entrada y salida	Comprende actividades como limpieza y descapote del área a cortar, seguido de corte de la roca o suelo hasta donde las condiciones geomecánicas de la roca lo permitan. En el sitio de emportalamiento se realizará la protección de los taludes adyacentes colocando concreto lanzado con fibra y perforando drenajes o mechinales para aliviar la carga hidráulica existente en el frontón, también se perforará e instalaran bulones de anclaje para mejorar las condiciones de soporte del terreno si lo amerita. En el patio de maniobras se dispondrá de un área de plataforma para operación del equipo y se construirán las cunetas necesarias para el manejo de agua superficial. El área estimada de excavación para los portales de entrada y salida del túnel localizado en la UF1 es del orden de 7555m² para el portal localizado en la abscisa K60+075, y de 1530m² aproximadamente para el portal localizado en la abscisa K58+745.

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
23	Construcción de Túneles	Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos	Comprende la actividad de adquisición, transporte y almacenamiento de material explosivo. Incluye la actividad de adecuación de polvorines y la implementación de medidas de seguridad para su almacenamiento y transporte. Mensualmente se presentará al Ministerio de Defensa informes de ingreso, consumo por frente de trabajo y saldo de todos los materiales explosivos empleados en actividades de excavación subterránea. El sitio de acopio y almacenamiento de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel de la UF1 se encuentra localizado en el sitio de coordenadas E=1.159.122,17, N=1.309.186,45, el cual se encuentra ubicado dentro del área de Influencia de la UF1
24	Construcción de Túneles	Excavación emboquilles	Terminado el reforzamiento de los portales se procede a la instalación de paraguas de micropilotes con longitudes que varían entre 6 y 12 metros compuestos por tubería metálica de diámetro 88,9 mm y separados 0,40 m. Estos micropilotes atravesaran material aluvial de bajo sostenimiento y se traslaparan 3 metros hasta que se logre el contacto con roca de mejor autosoporte. Estos micropilotes se dispondrán radialmente y su objetivo es proteger la zona de techo o bóveda de la excavación, como complemento a este sostenimiento se colocarán cerchas tipo HEB 100 o HEB 160 y se reforzara finalmente con concreto lanzado. En el acceso propiamente al túnel se puede considerar una estructura de protección tipo visera conformada por tres arcos metálicos y revestidos con chapa metálica y concreto lanzado para evitar impactos por desprendimientos en taludes.
25	Construcción de Túneles	Excavaciones por Perforación y voladura	Previa demarcación topográfica y una vez calificado el tipo de terreno a excavar se procederá a perforar con Jumbo una plantilla prediseñada que debe contener número de taladros a perforar, cantidad de carga a emplear, numero de retardos para lograr la rotura y fragmentación del material, así como el factor de carga requerido conforme al tipo de terreno que se está excavando. La excavación será atacada de modo que en una primera etapa se realizará la excavación de bóveda y en un ciclo posterior cuando la bóveda ya este avanzado se dará ejecución a la excavación de la destroza complementándose con el soporte respectivo.
	Construcción de Túneles		
26	Construcción de Túneles	Desescombro	Realizado el ciclo de voladura se realizarán labores de saneo desprendiendo mediante el uso de barrenas de aluminio que permitan desprender aquellos materiales que no han terminado de desprenderse del terreno natural, igualmente se verificara que no hayan quedado cargas o residuos de explosivo que ofrezca peligro de detonación. Finalmente se dispondrá de una pala cargadora que hará el cargue del material producto de la voladura a camiones que lo transportaran inicialmente hasta la boca del túnel y en segundo término hacia los ZODME aprobados para su almacenamiento.
27	Construcción de Túneles	Instalación de ventilación e iluminación	Para la evacuación de los gases y humos generados por los equipos de construcción y las voladuras, se instalará un sistema de ventilación por equipos en serie con la capacidad requerida, unidos por ductos de ventilación, los cuales se irán instalando en la medida en que avancen las excavaciones de cada túnel. Estos equipos y ductos se

No	ETAPA	ACTIVIDADES	DEFINICIÓN
			instalan en la clave del túnel. También se instalarán provisionalmente luminarias que permitan identificar maquinaria o mano de obra distribuida a lo largo del túnel, así como puntos específicos sean nichos, apartaderos, o estaciones de bombeo.
28	Construcción de Túneles	Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	**Soporte:** Terminado el desescombro se procederá conforme a la clasificación del terreno a colocar el tipo de sostenimiento prediseñado en su orden concreto lanzado, bulones de anclaje y cerchas metálicas o celosías, en la medida que el terreno vaya empeorando su calidad autoportante será necesario implementar refuerzos en contra bóveda ya sea con estructura metálica o concreto. **Impermeabilización**: Finalizado el ciclo de sostenimiento temporal del túnel compuesto por concreto lanzado, bulones y cerchas se puede dar inicio a la instalación de geotextil de 400gr/m2 y lamina PVC de 2 mm de espesor los cuales se utilizaran para recoger todas las aguas de infiltración provenientes de la excavación. Estas aguas serán conducidas inicialmente en tuberías de 4" de diámetro y de allí serán conectadas a una red principal de 400 mm que llevara este caudal hacia el exterior del túnel. El objetivo final es que estas aguas no tengan contacto con el concreto de revestimiento. **Revestimiento:** Se refiere al proceso de recubrimiento primario con concreto lanzado, previa instalación de armadura que puede estar compuesta por malla electrosoldada o por aceros redondos de 1/2" según lo determine el diseño final. También incluyen las inyecciones de estabilización y sellado hidráulico que se prevén como medidas de mitigación para protección ante infiltración de aguas en el túnel.
29	Construcción de Túneles	Manejo de aguas	Corresponde al manejo adecuado de las aguas procedentes de la excavación e infiltración la cual se logra mediante la instalación provisional de un sistema de recolección y bombeo hacia un desarenador donde se captan sedimentos antes de ser vertidas.
30	Construcción de Túneles	Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación	Corresponde a la instalación de equipos de medición de convergencia, deformaciones, movimientos laterales, presiones, esfuerzos e instalación de equipos de ventilación temporal durante la construcción. De igual manera corresponde a la instalación de equipos electromecánicos para ventilación definitiva, sistemas contraincendios, señalización, iluminación y comunicaciones para la puesta en operación del túnel.

Fuente: Sacyr, 2017

Desmantelamiento, restauración, cierre y clausura

Este apartado incluye las actividades que se debe implementar durante el periodo de construcción en la medida que se efectúen las obras y una vez finalizadas las actividades de trabajo, lo anterior con el fin de proteger la salud y el ambiente y/o mitigar los efectos ambientales adversos y minimizar los impactos sobre el área de influencia.

Se deberán desmontar, retirar los equipos, materiales y demoler las estructuras que no sean necesarias para la operación como son: plataformas de frentes de obra, zonas de almacenamientos y otras estructuras.

Para efectos de estas actividades se deben tener en cuenta los siguientes aspectos y otros contenidos en capítulo 11.1.4 del presente Estudio de Impacto Ambiental EIA.

- Desmantelamiento: se debe hacer teniendo en cuenta las condiciones iniciales del área.
- Restauración: el área de trabajo debe considerarse bajo la premisa: "las características finales de cada uno de los sitios empleados deben ser iguales o superiores a las que tenía inicialmente".
- Cierre: Luego de cada una de las labores específicas del abandono se retirarán los materiales obtenidos de acuerdo con lo mencionado en el plan de manejo de residuos sólidos, de tal forma que en la superficie resultante no queden restos remanentes como materiales de construcción, maquinarias y productos químicos.
- Clausura: Para las áreas establecidas se debe generar el "paz y salvo" el cual garantiza que el Concesionario cumplió con las medidas propuestas en las fichas de manejo, adicional a ello, que no tiene compromisos pendientes.

En términos generales se desmontarán las instalaciones, temporales definidas en los derechos de vía y se demolerán las edificaciones de carácter temporal establecidas y se dejarán las áreas limpias y con aspecto aceptable.

3.2.3 Diseño del proyecto

Para el diseño geométrico de planta, perfil y secciones transversales se tuvo en cuenta todas las especificaciones y/o normas técnicas de acuerdo a la Ley Vigente, en particular los criterios establecidos en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS.

A continuación, se presenta la descripción del recorrido del alineamiento vial a lo largo de la UF1, el cual se ilustra en la Figura 3.3.

De manera general, se indica que el alineamiento vial proyectado para la UF1 tiene como punto de inicio la Glorieta Pamplona 2 (E = 1.157.608, N = 1.309.050), del túnel bidireccional de Pamplona, y continuando hacia el oriente y posteriormente hacia el sur mediante la conformación de taludes de corte y relleno.

El recorrido de la vía proyectada dentro de la UF1 llega a su fin en la abscisa K56+232 (E = 1.159.667, N = 1.307.990), localizado aproximadamente a 230 m al suroccidente del sitio conocido como la curva de Los Adioses, en el límite del perímetro urbano del municipio de Pamplona.

Con base en la descripción general del recorrido de la vía proyectada tanto desde el punto de vista de las Unidades Territoriales que son intervenidas, así como de la infraestructura existente, se identificaron los elementos de ingeniería más relevantes presentes dentro del alineamiento proyectado, y con base en ellos se procedió a caracterizar el corredor.

El resultado de la caracterización del alineamiento proyectado para la UF1 se muestra en la Tabla 3.11

Tabla 3.11. Características de los tramos de construcción de la vía proyectada para la UF1

Abscisado UF1			Características del alineamiento vial
Desde	Hasta	Longitud (m)	
K60+305,7	K60+075	230,76	Inicio UF1 - Glorieta Pamplona 2. Taludes de corte con tres niveles de berma (H>30m), excavación del portal de acceso al Túnel de Pamplona por el costado occidental.
K60+075	K58+745	1 330.00	Túnel bidireccional de la variante Pamplona.
K58+745	K58+680	65.00	Excavación del portal de acceso al túnel de Pamplona por el costado oriental.
K58+680	K58+380	300.00	Zona de taludes de corte de un solo nivel (H<10m) y taludes de relleno de altura variable (H<10m).
K58+380	K57+620	760.00	Zona de taludes de corte de dos niveles de berma (H>20m) y taludes de relleno de altura variable (H<10m).
K57+620	K57+400	220.00	Zona de taludes de corte de dos niveles de berma (H>20m) y taludes de relleno de altura variable (H<10m).
K57+400	K56+300	1 100.00	Zona de taludes de corte de hasta dos niveles de berma (H>20m) y taludes de relleno de altura variable (H<10m).
K56+300	K56+232	0.00	Glorieta Pamplona 1

Fuente: Aecom - Concol, 2017

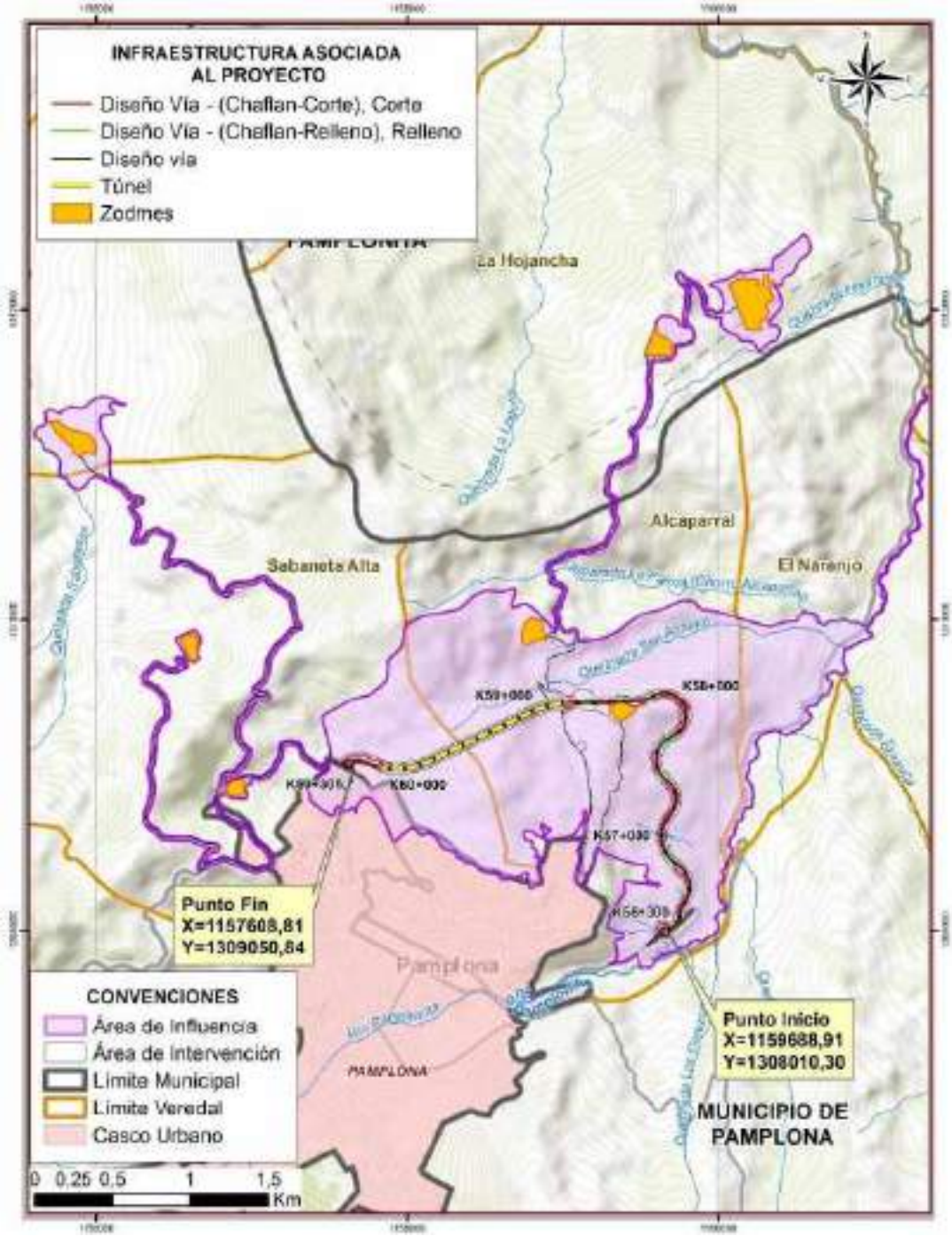
3.2.3.1 Trazado y características geométricas de las vías a construir en la UF1

El trazado y características geométricas de la UF se exponen de manera detallada en los siguientes numerales. También puede observarse en detalle en los planos de Planta-Perfil UF1 de diseño geométrico, en el Anexo 3 - Diseño.

3.2.3.1.1 Planta general del proyecto

La localización en planta del alineamiento propuesto para la UF1, se presenta en la Figura 3.6

Figura 3.6. Planta general del trazado para la UF1

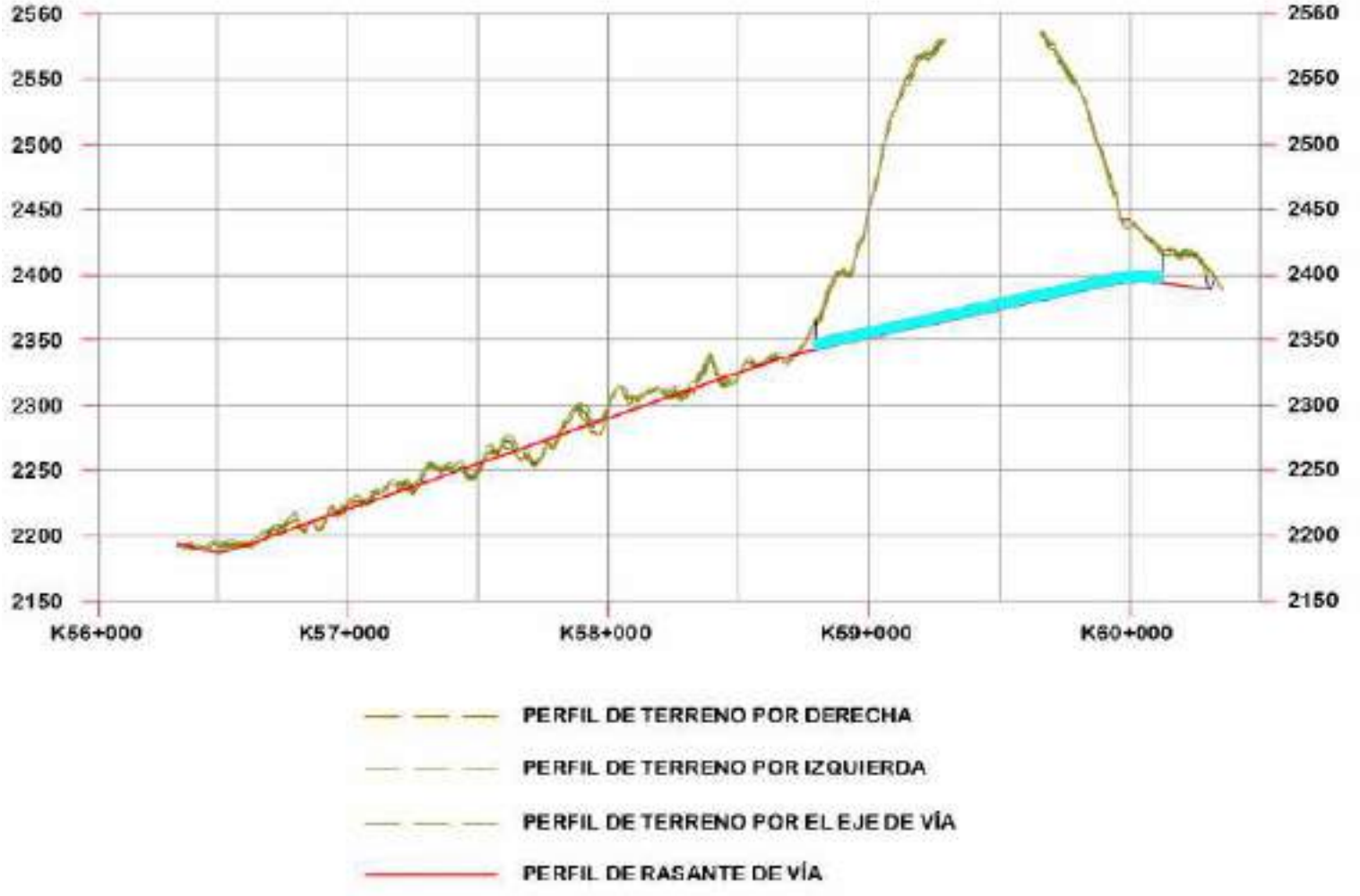


Fuente: Aecom - Concol, 2017

3.2.3.1.2 Perfil longitudinal del trazado

El perfil longitudinal del trazado aproximado se presenta en la Figura 3.7

Figura 3.7. Perfil longitudinal trazado UF1



Fuente: Sacyr, 2017

El perfil muestra una tendencia geomorfológica muy uniforme, y aunque involucra la necesidad de estructuras como cortes, rellenos y un túnel bidireccional, éstas son normales en este tipo de proyectos, esto debido a las condiciones topográficas del alineamiento proyectado.

Teniendo en cuenta que la vía proyectada a lo largo de la UF1 corresponde a la construcción de vía nueva, y que dadas las condiciones topográficas del es necesario ejecutar excavaciones para la conformación de taludes con alturas importantes, se puede concluir cualitativamente que el volumen de material proveniente de las excavaciones será importante, y mucho más representativo que los volúmenes de material requeridos para la conformación de terraplenes.

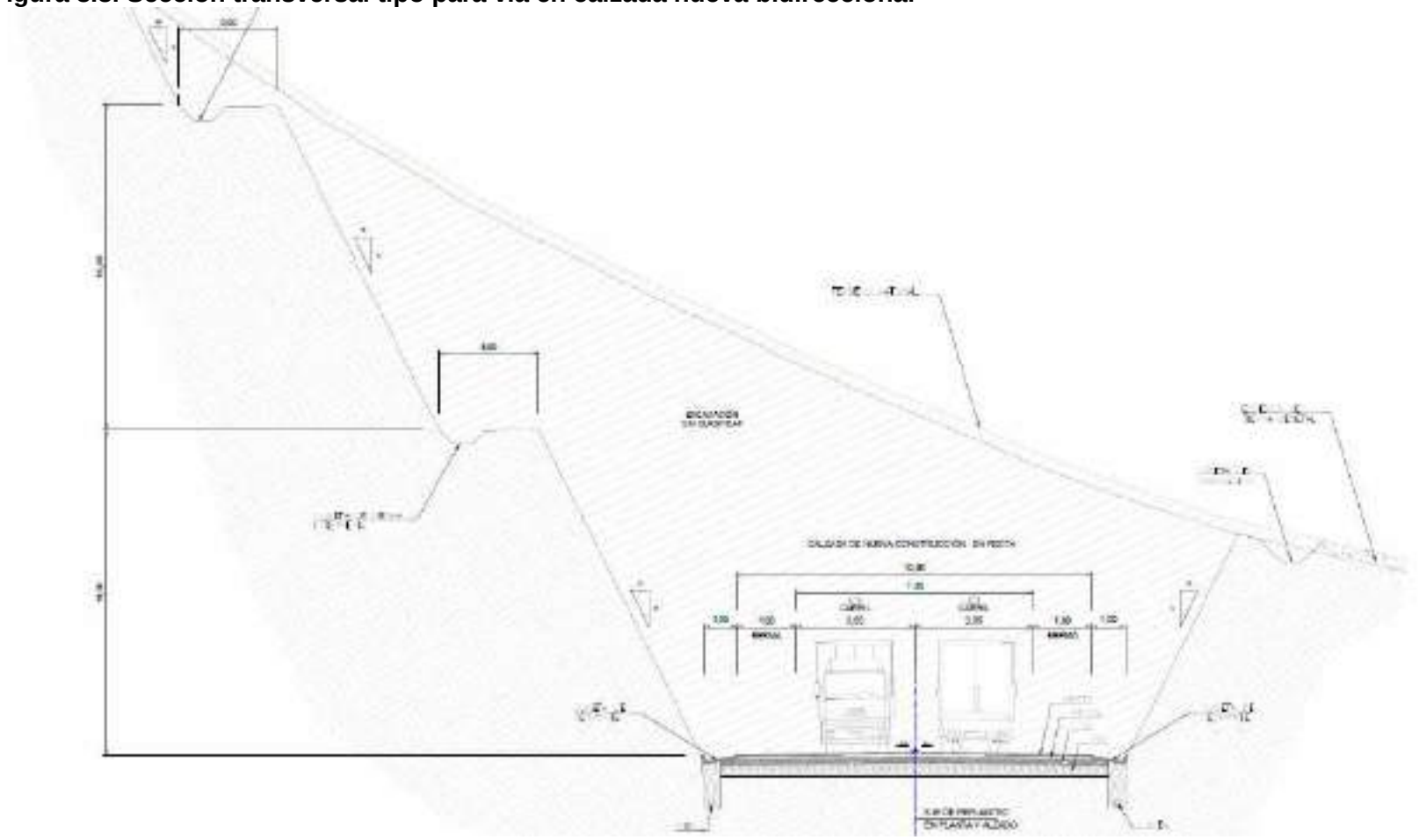
Cuantitativamente, en el alineamiento vial propuesto se observa que del total de movimiento de tierras (631.326 m³ aproximadamente), los movimientos de tierras por la ejecución de excavaciones, tanto subterráneas como a cielo abierto, equivalen a aproximadamente el 80% del total del movimiento de tierras; mientras que el 20% restante corresponde a la conformación de terraplenes y muros de contención para la conformación de la banca.

3.2.3.1.3 Secciones transversales típicas

Las secciones transversales típicas para las vías de la UF1, se presentan en la Figura 3.8 a la Figura 3.10 permiten identificar las características geométricas más relevantes de las secciones transversales típicas a implementar para el diseño y construcción de la UF1. Esta información se presenta en detalle en el Anexo 3-1. Diseño

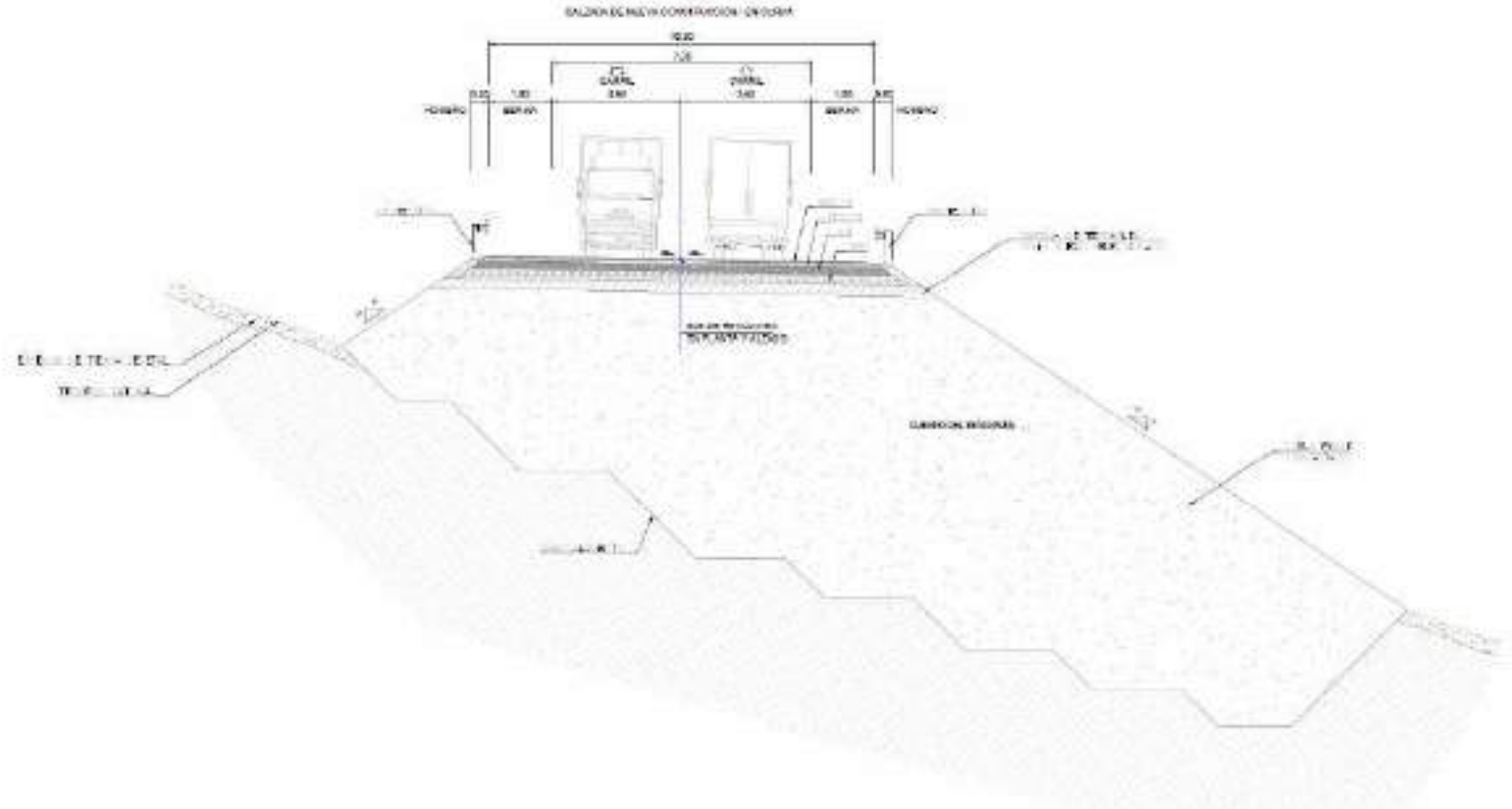
Cabe resaltar que las secciones transversales mostradas a continuación son indicativas, y que en apartados posteriores de este capítulo del Estudio de Impacto Ambiental se presentarán de manera detallada las diferentes intervenciones para la conformación de taludes de corte y relleno, provenientes de los diseños de ingeniería desarrollados para esta UF.

Figura 3.8. Sección transversal tipo para vía en calzada nueva bidireccional



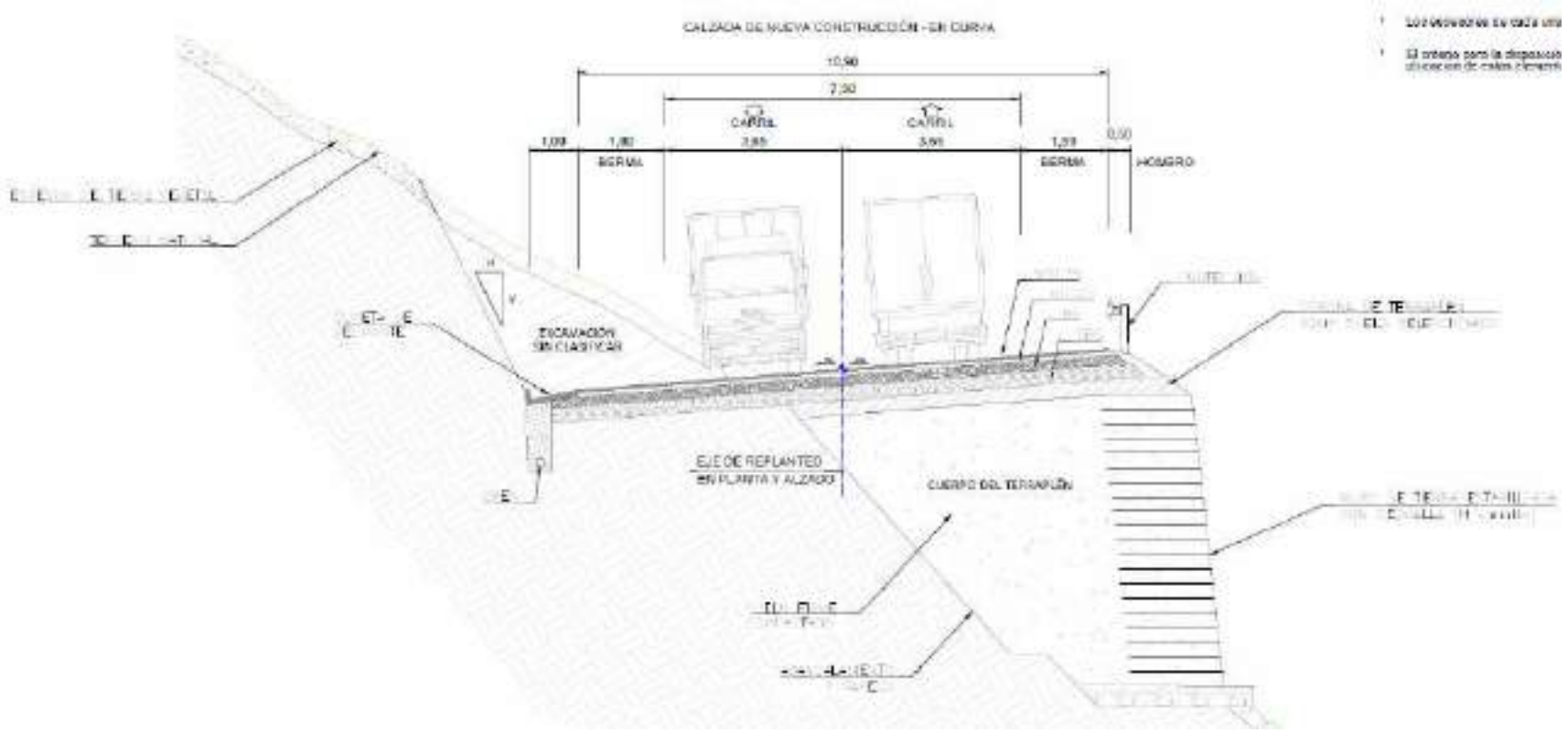
Fuente: Sacyr, 2017

Figura 3.9 Sección transversal tipo en terraplén



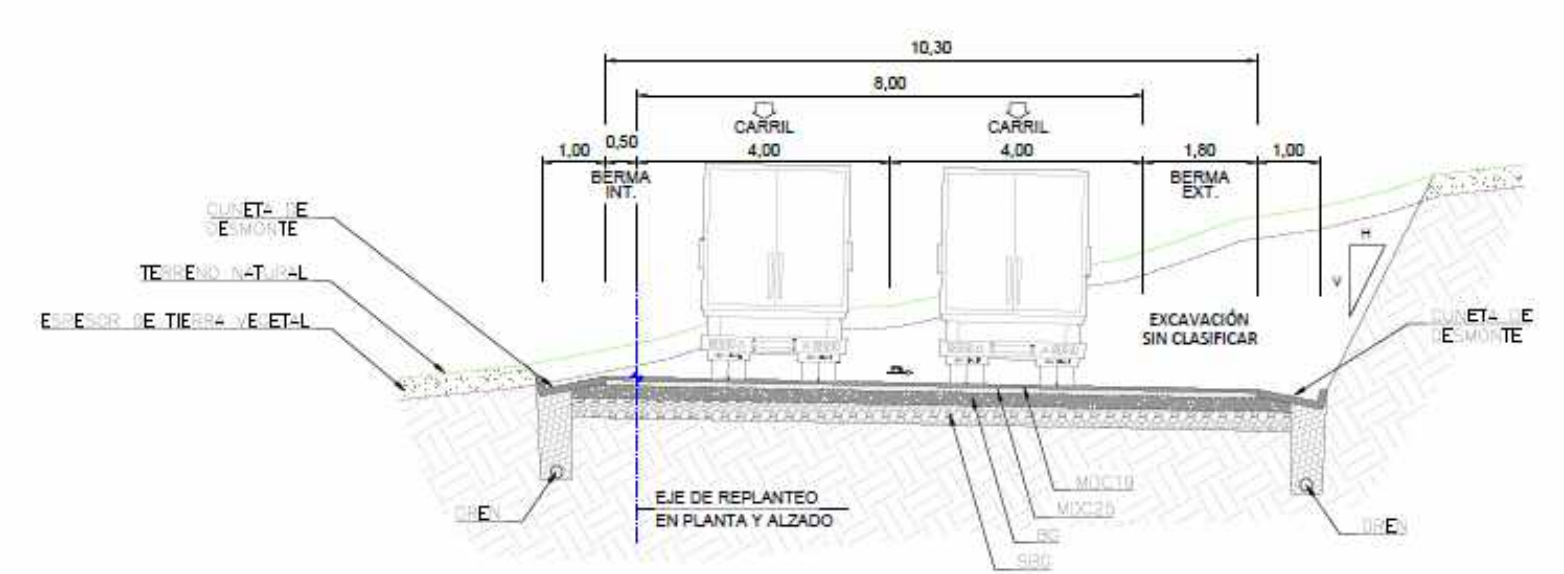
Fuente: Sacyr, 2017

Figura 3.10 Sección transversal tipo mixta con muro en tierra armada



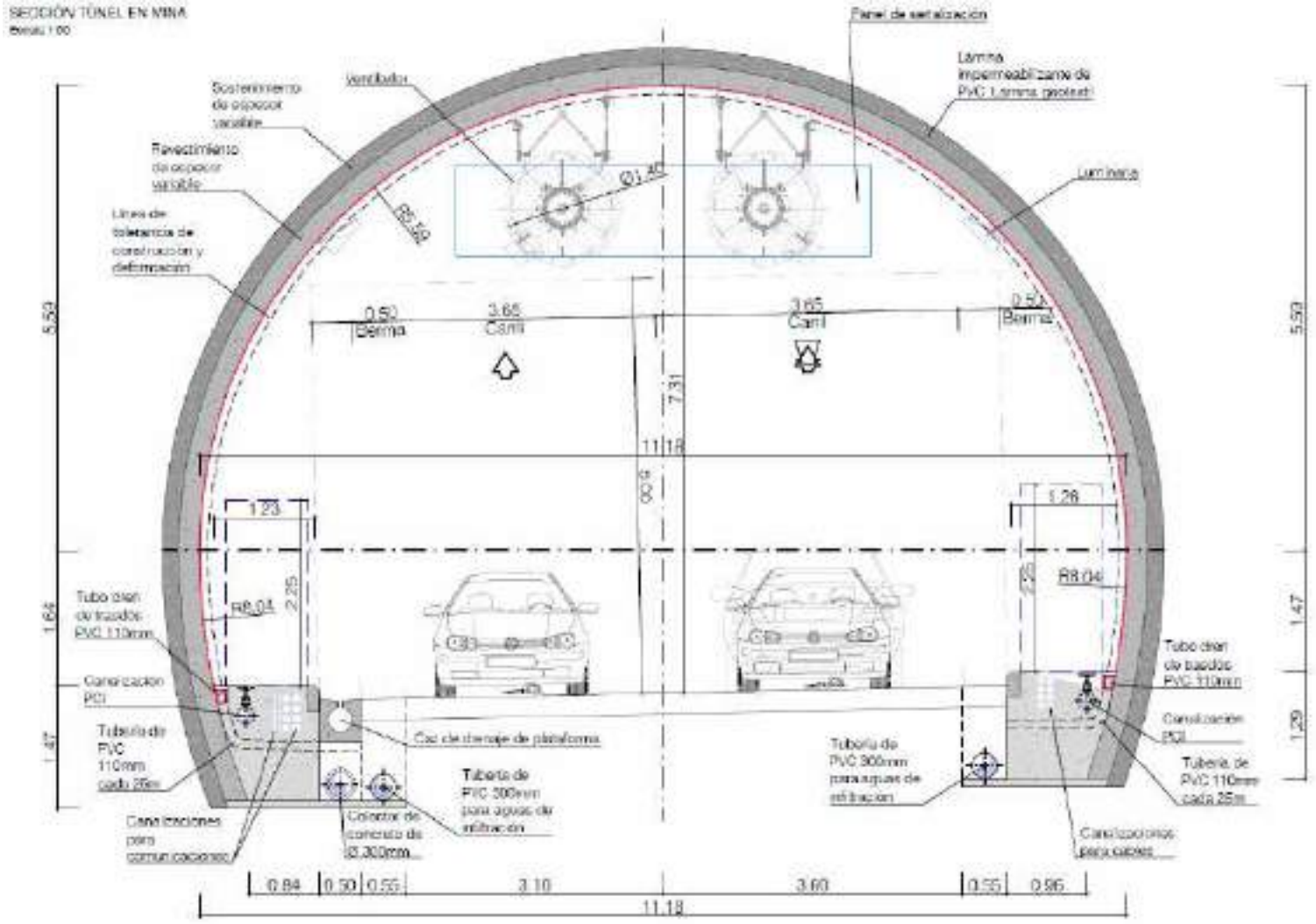
Fuente: Sacyr, 2017

Figura 3.11 Sección transversal tipo para glorieta



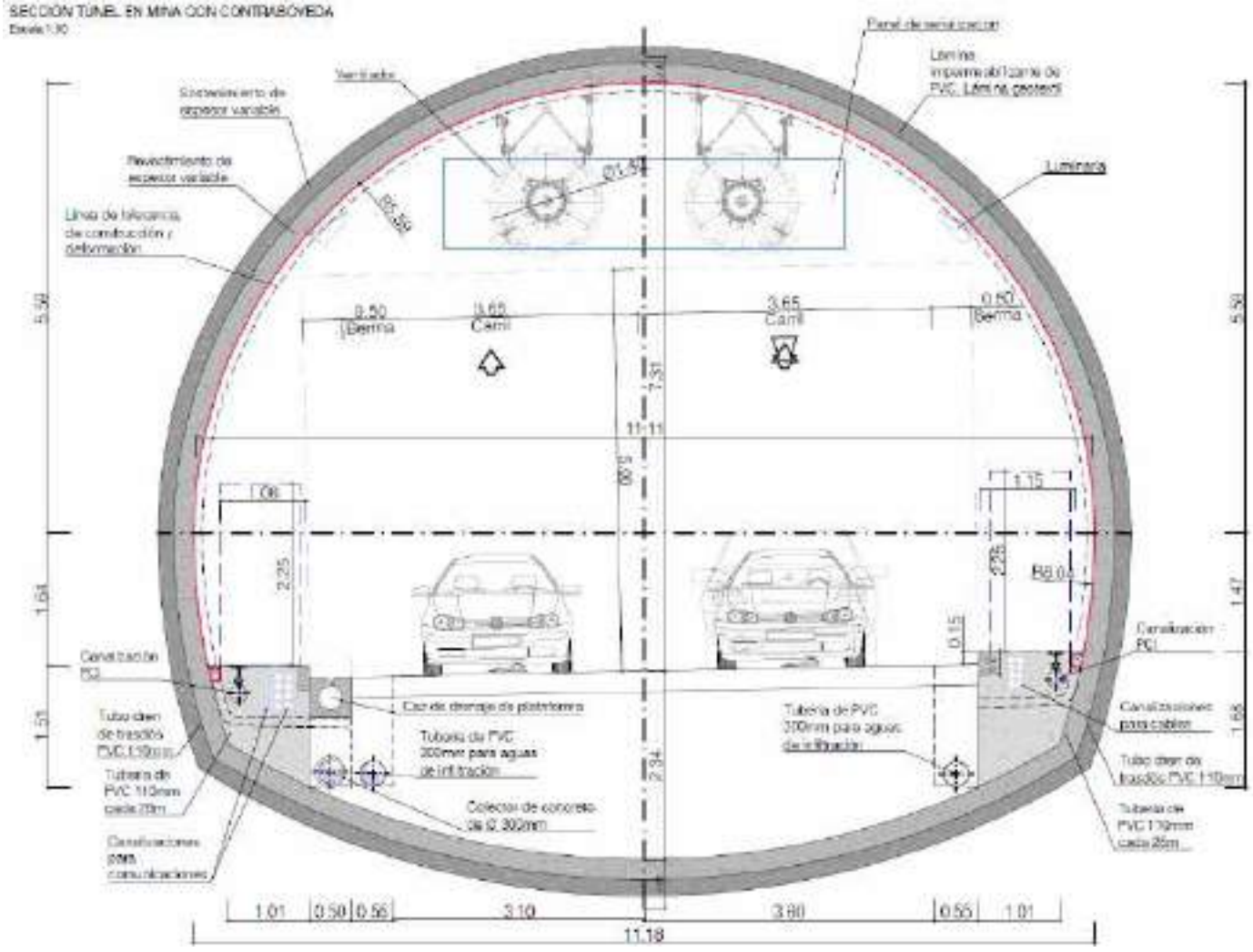
Fuente: Sacyr, 2017

Figura 3.12 Sección transversal tipo para túnel (1 de 2)



Fuente: Sacyr, 2017

Figura 3.13 Sección transversal tipo para túnel (2 de 2)



Fuente: Sacyr, 2017

3.2.3.1.4 Clasificación de la carretera

Una vez terminada la construcción de las obras proyectadas para la UF1, la vía construida operará en sentido bidireccional Cúcuta - Pamplona y en sentido Pamplona - Cúcuta a lo largo de la totalidad del diseño de la UF.

La vía proyectada y objeto de este estudio cuenta con un alineamiento en sentido Occidente – Oriente en la primera mitad de su longitud, y Norte – Sur en la segunda mitad, recorrido que se encuentra localizado en el costado nororiental del perímetro del municipio de Pamplona.

El eje vial proyectado inicia en la coordenada 1.309.050 N – 1.157.608E, ubicada en el límite noroccidental del perímetro urbano del municipio de Pamplona, sobre el acceso norte de la glorieta Pamplona 2, y localizada a aproximadamente 200 m al noroccidente del acceso principal de la Universidad de Pamplona. En este punto la vía proyectada genera la primera intersección a nivel con la vía existente Bucaramanga – Pamplona (Ruta 66-03) mediante la glorieta Pamplona 2, el recorrido de la vía proyectada atraviesa las veredas de Sabaneta Alta en la abscisa K60+075 con el portal de entrada al túnel, continuando por el túnel y llegando a la vereda Alcaparral en el portal de salida en la abscisa K58+745. Desde esta abscisa, y hasta alcanzar la abscisa K58+800 aproximadamente, el alineamiento presenta dirección Occidente – Oriente.

En la abscisa K58+200, el alineamiento cambia su orientación mediante una curva, y recorre la vereda Alcaparral en sentido Norte – Sur hasta alcanzar la abscisa K56+232, sitio en el cual se proyecta el acceso por el costado norte a la Glorieta Pamplona 1, correspondiente al punto final del alineamiento proyectado para la UF1, y localizada a aproximadamente 200 m del lugar denominado la Curva de Los Adioses. En el sitio de emplazamiento de la Glorieta Pamplona 2 se produce la segunda interacción de la UF1 con la vía existente-Ruta Nacional 55-05, aproximadamente en el punto de referencia PR71+000.

Cabe resaltar que en esta UF el alineamiento proyectado no tiene interferencias con el río Pamplonita u otros cuerpos de agua mayores, no obstante, si se presentan interferencias con cauces menores.

La Tabla 3.12 presenta el resumen de las características más relevantes del proyecto para la UF1:

Tabla 3.12. Infraestructura a construir UF1

Característica	Descripción	Detalle
Clasificación de la carretera	Funcionalidad	Vía primaria
	Topografía	Terreno montañoso a escarpado.
Elementos	Derecho de vía	Franja de terreno que comprende los elementos que constituyen la infraestructura de las carreteras, como son la calzada, bermas, cunetas y las zonas de aislamiento.
	Corona	Calzada nueva: 9,60m
	Calzada	7,30m
	Bermas	1,80m externa e interna

Característica	Descripción	Detalle
	Cunetas	Ancho variable
	Taludes previstos en cortes y terraplenes	Alturas de corte variables. Para taludes con alturas superiores a 10,0 m se implementarán bermas intermedias de 2,50 m de ancho cada 10,0 m de altura. Inclinación de taludes variable en función del diseño geotécnico.
	Andenes y senderos peatonales	No aplica
	Separadores	No aplica
	Línea de chaflanes	Definida en función de la inclinación de los taludes de corte propuestos.
Infraestructura de transporte del proyecto	Vías	Ancho de carril mínimo 3,65 m. Ancho mínimo de la calzada 7,30 m. Ancho de berma mínimo 1,80 m. Sentido de calzada Bidireccional Número de carriles por calzada 2 Longitud de referencia 4,005 Km.
	Túneles	Túnel bidireccional con las siguientes características: Longitud: 1.300,00 m. Gálibo de operación: 5,00 m. Ancho calzada: 8,30 m. Ancho carril: 3,65 m. Ancho calzada: 8,30 m. Ancho carril: 3,65 m. Sobreancho: 0,50 m. Ancho Andén: 1,00 m. Sección transversal tipo herradura Pavimento rígido en la totalidad del túnel. Portal de acceso Sabaneta Alta: K60+075 Portal de acceso Alcaparral: K58+745
	Puentes	No aplica
	Intersecciones a nivel o desnivel	Glorieta pamplona 1: K56+300 E = 1.159.662, N = 1.307.997, Intersección a nivel con la UF6.2 en el Punto de Referencia PR71+000 aproximadamente Glorieta Pamplona 2: K60+300 E = 1.157.611, N = 1.309.056, Intersección a nivel con la vía nacional Bucaramanga – Pamplona en el Punto de Referencia PR121+000 aproximadamente.
	Retornos viales	No aplica. Se suplen este tipo de obras con la presencia de dos glorietas localizadas en los puntos de inicio y fin de la UF1
	Peajes y centro de control operativo	No aplica
	Obras en los cascos urbanos	No aplica
	Cruces con otras obras lineales	Se interceptan obras lineales tales como: Redes eléctricas de baja y media tensión. Redes de acueducto en áreas rurales. Mangueras para abastecimiento de agua potable rural.
	Viaductos	No aplica

Característica	Descripción	Detalle
	Otro tipo de infraestructura que conforma el proyecto.	No aplica.
Infraestructura de drenaje	Infraestructura de drenaje	Definidas en función del diseño geométrico, diseño hidráulico y presencia de cauces naturales.
	Infraestructura de subdrenaje	Drenes subsuperficiales longitudinales para estructura de pavimento
	Cruces de corrientes de aguas superficiales	Cruces sobre cauces menores. No hay cruces sobre ríos
Infraestructura de geotecnia	Obras tipo de geotecnia y/o estabilidad de taludes	Definidas en función de las condiciones geotécnicas del corredor.
Infraestructura de suministro de energía	Sistemas y fuentes de generación de energía	Plantas eléctricas móviles o acometida al sistema eléctrico.

Fuente: Sacyr, 2017.

3.2.3.1.5 Características geométricas y técnicas

En la Tabla 3.13 se presentan las condiciones técnicas de operación definidas desde el diseño geométrico de la vía para esta UF. Ver Anexo 3 - Diseño

Tabla 3.13 Requisitos técnicos UF1

Requisitos Técnicos	Unidad	UF1
Longitud de Referencia	Km	4,005
Número de Calzadas Mínimo	Un	1
Número de Carriles por Calzada Mínimo	Un	2
Sentido de Carriles	Uni o Bidireccional	Bidireccional
Ancho de Carril Mínimo	m	3,65
Ancho de Calzada Mínimo	m	7,30
Ancho de Berma Mínimo	m	1,80
Tipo de Berma		Berma
Cumplimiento de especificaciones de Ley 105 de 1993	Si/No	Si
Funcionalidad	Primaria – Secundaria	Primaria
Acabado de la rodadura	Flexible - Rígido	Flexible
Velocidad de diseño mínimo	Km/h	60
Radio mínimo	m	120
Pendiente máxima	%	7
Ancho mínimo de separador central	m	No Aplica
Iluminación		En intersecciones

Fuente: Sacyr, 2017

De manera análoga a la presentación de los requerimientos técnicos para la UF1, se presentan los requerimientos técnicos para el túnel proyectado en esta UF.

Tabla 3.14 Requisitos técnicos del túnel proyectado en la UF1

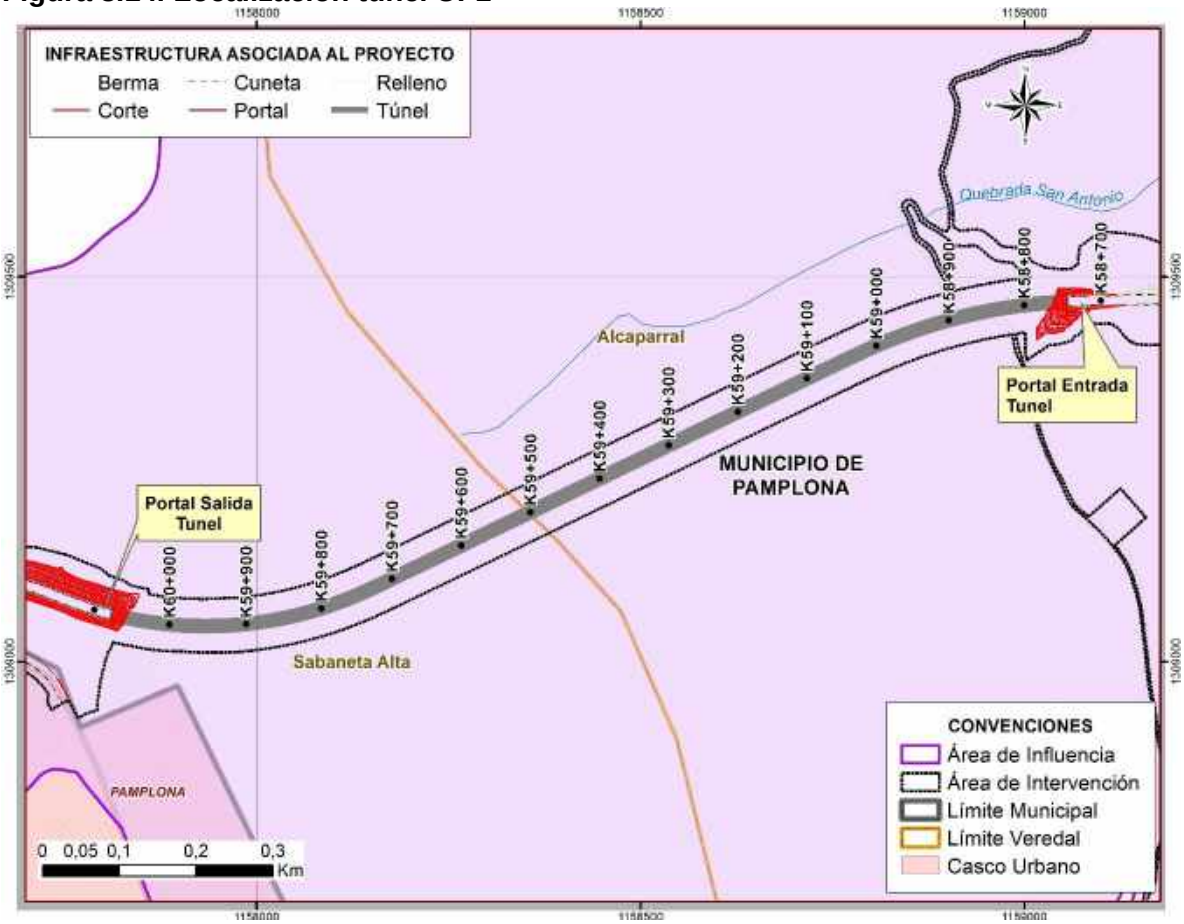
Requisitos Técnicos	Túnel 1
K de Inicio – K de Término	K 58+745 - K 60+075
Longitud de referencia (km)	1,300
Número de calzadas mínimo (un)	Una (1)
Número de carriles por calzada mínimo (un)	Dos (2)
Sentido de calzada (Uni o bidireccional)	Bidireccional

Requisitos Técnicos	Túnel 1
Ancho de Carril mínimo (m)	3,65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7,30
Sobre ancho (berma) mínimo (m)	0,50
Andenes laterales mínimo (m)	1,00
Acabado de la rodadura (Rígido-flexible)	Rígido
Velocidad de diseño mínimo (Km/h)	60
Radio mínimo (m)	198
Pendiente máxima (% sentido)	4.400
Tipo de Ventilación	Longitudinal
Gálibo mínimo de operación vehicular (m)	5,0
Revestimiento en hastiales y bóveda (m)	0,30-0,90
Impermeabilización (%)	100%

Fuente: Sacyr, 2017

En la Figura 3.14 se presenta la localización en planta del túnel proyectado en esta UF

Figura 3.14. Localización túnel UF1



Fuente: Sacyr, 2017

Tabla 3.15 Características técnicas vías industriales y vías acceso

Requisitos Técnicos	Unidad	UF 2
Número de Carriles por Calzada Mínimo	Un	1
Sentido de Carriles	Uni o Bidireccional	Bidireccional
Ancho de Carril	m	5
Ancho de bahía contrapaso	m	4
Funcionalidad	Primaria – Secundaria	Secundaria
Acabado de la rodadura	Flexible - Rígido	NA
Velocidad de diseño mínimo	Km/h	35
Radio mínimo	m	12
Pendiente máxima	%	30

- Áreas de servicio

En esta UF no se proyecta la construcción de áreas de servicio.

- Peaje

En esta UF no se considera la construcción de peajes.

- Intersecciones a desarrollar

En esta UF se cuenta como intersección los entrecruzamientos a nivel o desnivel que se generen entre el alineamiento proyectado y el alineamiento existente.

Para esta UF no se presentan intersecciones a desnivel, y las intersecciones a nivel entre vías existentes y el alineamiento proyectado de la UF1, se encuentra en las abscisas en las que se emplazarán las glorietas Pamplona 1 y Pamplona 2.

La localización en planta de las intersecciones a nivel se presentan en la Figura 3.15 y la Figura 3.16.

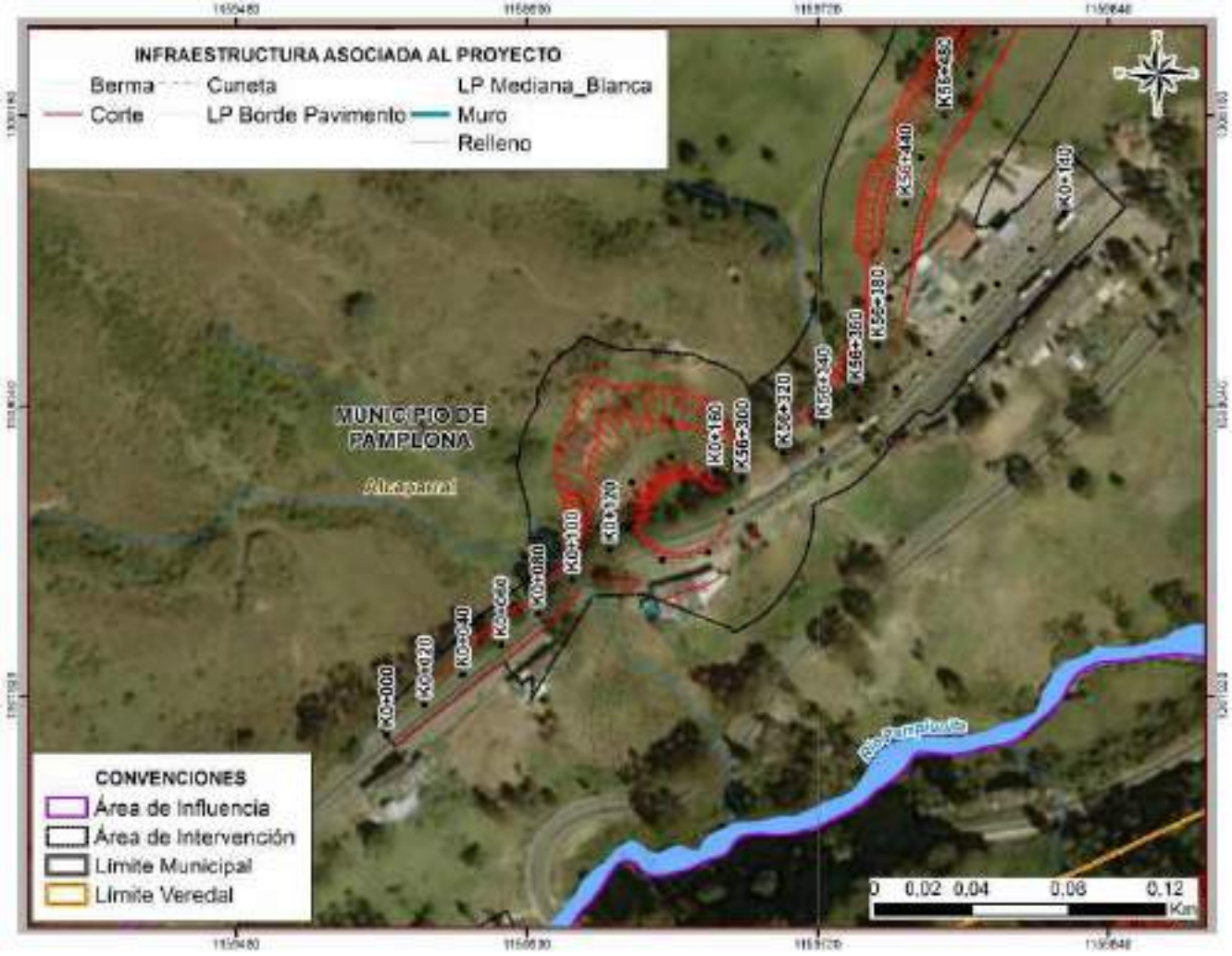
- Retornos considerados

Desde el diseño geométrico no se considera la construcción de retornos viales. Sin embargo, se cuenta con dos glorietas en los puntos de inicio y fin de la UF1, las cuales permiten suplir la necesidad de esta clase de movimientos vehiculares.

Las glorietas se encuentran localizadas en los siguientes sitios:

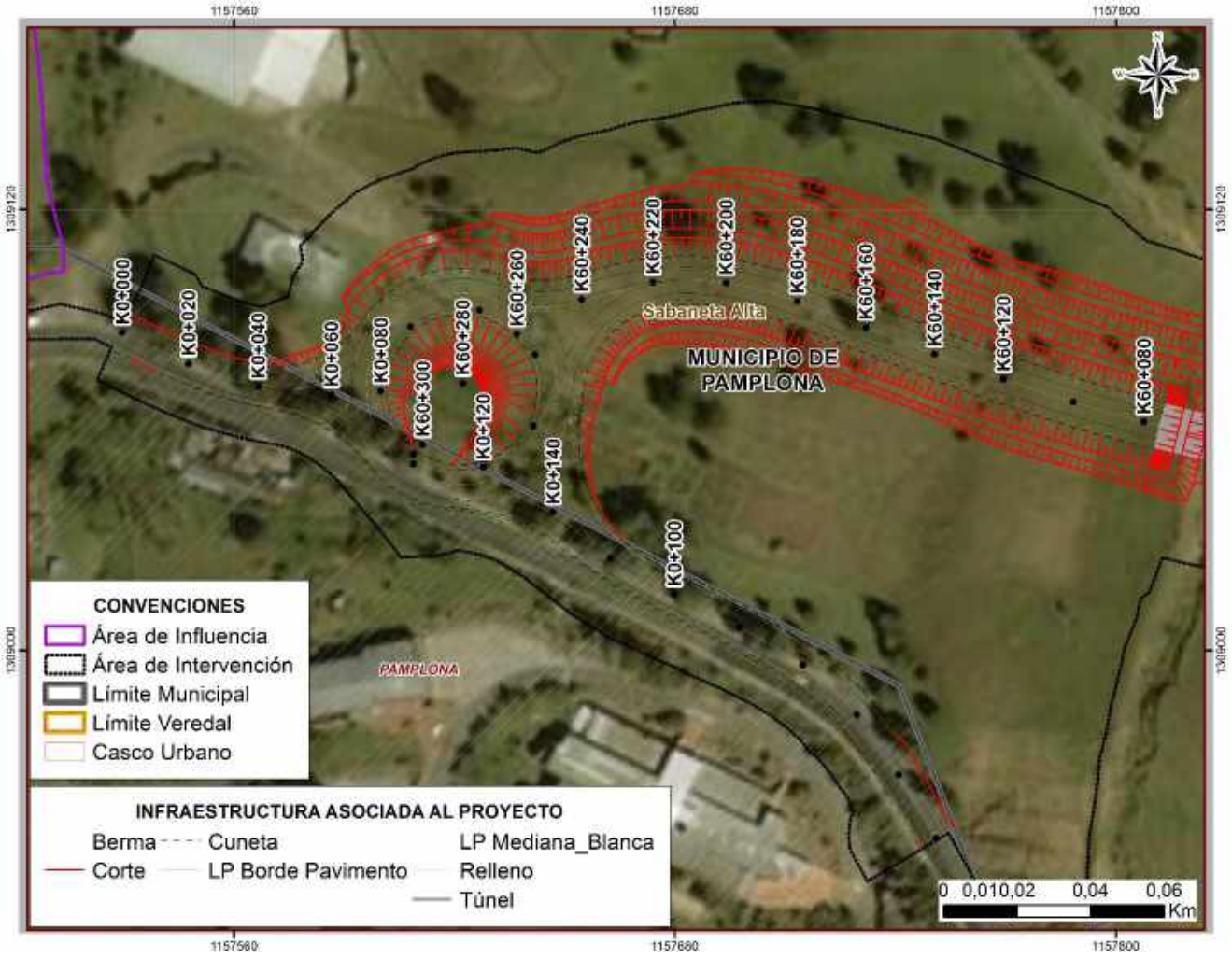
- Glorieta Pamplona 1: Localizada en la abscisa K56+300 (E = 1.159.662, N = 1.307.997).
- Glorieta Pamplona 2: Localizada en la abscisa K60+300 (E = 1.157.611, N = 1.309.056)

Figura 3.15. Glorieta Pamplona 1 – K56+300



Fuente: Aecom - Concol, 2017

Figura 3.16. Glorieta Pamplona 2 – K60+300



Fuente: Aecom - Concol, 2017

- Taludes viales

El desarrollo del proyecto contará con la conformación de taludes de corte y relleno en las zonas donde se proyecta la ubicación del alineamiento a lo largo de la UF1. Las intervenciones asociadas a este tipo de obras se describen a continuación, y las secciones típicas para este tipo de intervenciones se muestran en la Figura 3.8 y la Figura 3.10.

- Conformación de taludes de corte

Dadas las condiciones topográficas de la UF, así como la ubicación del alineamiento proyectado, se requiere la ejecución de actividades de excavación y/o corte en el terreno natural, con el propósito de alcanzar el nivel de la rasante de la vía a lo largo del corredor en las zonas donde este nivel se encuentre por debajo del terreno natural.

Los taludes de corte de la vía proyectada cuentan con una configuración geométrica que involucra niveles de terrazas con bermas para taludes con alturas mayores a 5,0 m aproximadamente. La configuración de taludes adoptada para el proyecto obedece a los siguientes lineamientos:

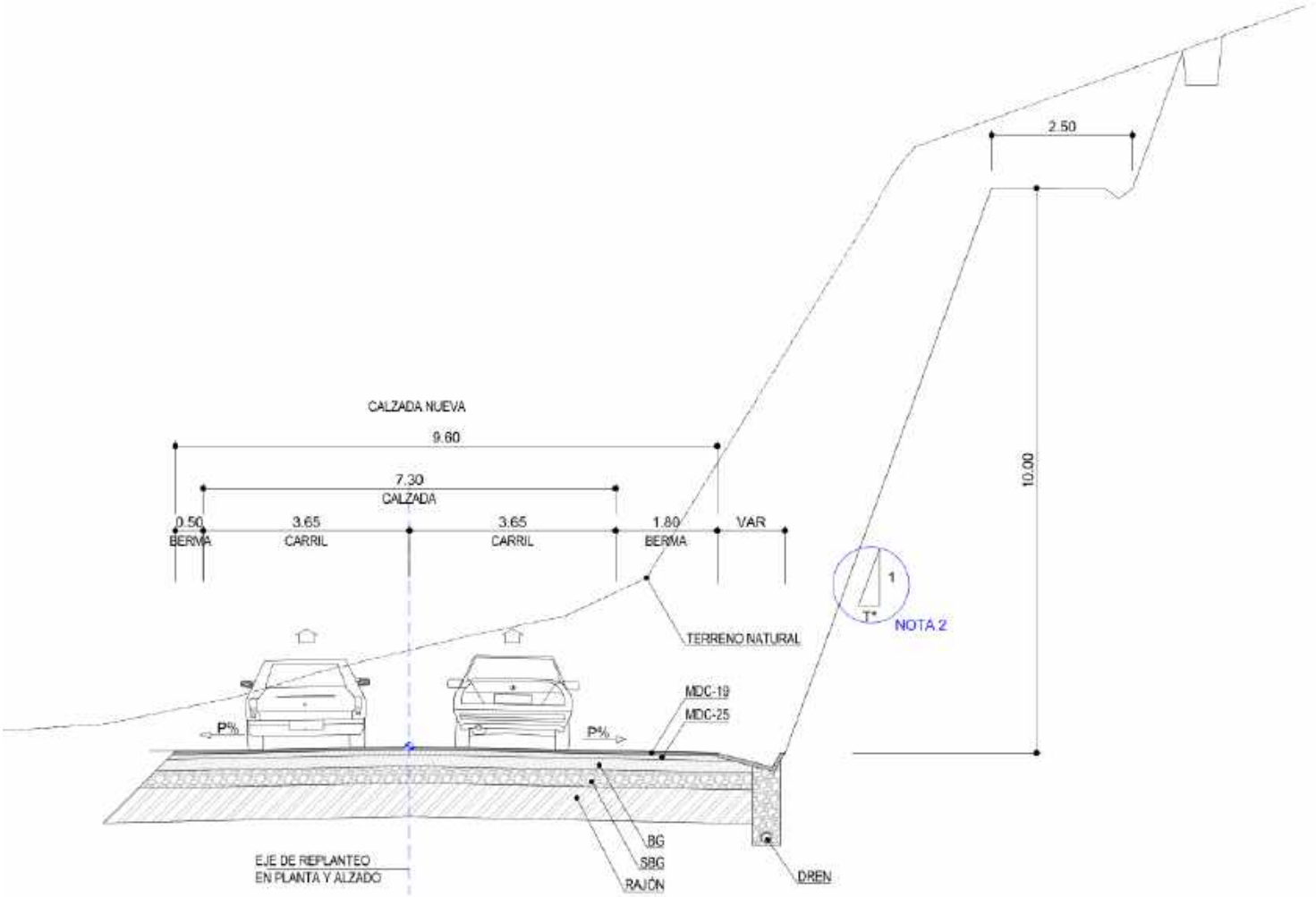
i. Para cortes inferiores a 10,0 m de altura, la excavación se realizará mediante un único talud de excavación.
ii. Para cortes con alturas superiores a 10,0 m, la excavación se realizará mediante la ejecución de cortes con alturas de 10,0 m y bermas intermedias de 2,50 m de ancho.

Con respecto a la inclinación de los taludes proyectados, se indica que este aspecto geométrico de los taludes será variable y estará en función de los diseños geotécnicos propuestos para la UF.

La Figura 3.17 presenta la configuración de un talud con altura de corte superior a 10,0 m de altura, en la cual se observan las dimensiones y demás características geométricas de este tipo de intervenciones.

Los detalles correspondientes a los tramos viales en los cuales se conformarán taludes de corte se encuentran en los planos denominados Diseño geométrico Planta – Perfil, correspondientes al Anexo 3 - Diseño.

Figura 3.17. Sección típica para taludes de corte con alturas superiores a 10,0 m



Fuente: Sacyr, 2017

Para la ejecución de estos cortes se requiere la utilización de maquinaria que permita la remoción del material de laderas, así como la conformación de los diferentes niveles de berma. Complementariamente se necesita la ejecución de obras hidráulicas en los taludes como zanjas de coronación y cunetas en las zonas de berma, junto con disipadores de energía y otras obras hidráulicas que permitan la adecuada recolección de las aguas de escorrentía superficial y su subsecuente conducción a las obras de arte de la vía.

Los tramos de intervención para la conformación de taludes de corte, así como las condiciones geométricas y de obras complementarias de estabilización se relacionan en la Tabla 3.16 y la Tabla 3.17.

Tabla 3.16. Tabla resumen de las principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Derecho (MD).

Denominación	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/2V) (m)	Dirección del eje (º)	Dirección de buzamiento (º)	Diseño de desmonte	Espesor de tierra vegetal (m)
D1-1-CD MD	MD	56+400	56+460	56+440	60	4,0	-	15	285	1H/1V	0,15
D1-2-CD MD	MD	56+460	56+560	56+480	100	4,0	-	25	295	1H/1V	0,15
D2-CD MD	MD	56+645	56+765	56+660 56+740	120	4,5	-	320	230	1H/1V	0,50
D3-CD MD	MD	56+870	56+890	56+880	20	1,0	-	325	235	1H/1V	0,30
D4-CD MD	MD	56+930	57+005	56+970	75	3,0	-	353	263	1H/1V	0,50
D5-CD MD	MD	57+015	57+025	57+020	10	<1,0	-			1H/1V	0,50
D6 - CD MD	MD	57+040	57+170	57+120	130	5,0	-	27	297	1H/1V	0,15
D7-1 - CD MD	MD	57+225	57+300	57+260	75	6,0	-	356	266	1H/1V	0,15
D7-2 - CD MD	MD	57+300	57+390	57+300	90	3,4	-	330	240	1H/1V	0,50
D8-1 - CD MD	MD	57+475	57+540	57+540	65	4,0	-	345	255	1H/1V	0,50
D8-2 - CD MD	MD	57+540	57+590	57+550	50	4,0	-	5	275	1H/1V	0,15
D9-1 - CD MD	MD	57+765	57+825	57+820	60	8,2	-	45	315	1H/1V	0,45
D9-2 - CD MD	MD	57+825	57+875	57+830	50	8,6	-	25	295	1H/1V	0,90
D10-1 - CD MD	MD	57+940	58+020	57+990	80	15,8	10,8	153	243	K57+940-K57+965: 1H/1V K57+965-K58+020: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Bisel; Resto al 1H/2V	0,45
D10-2 - CD MD	MD	58+020	58+100	58+100	80	6,8	-	120	210	1H/1V	0,50
D10-3 - CD MD	MD	58+100	58+190	58+140	90	6,3	-	93	183	1H/1V	0,20
D11 - CD MD	MD	58+285	58+370	58+340	85	12,0	7,0	267	177	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Bisel; Resto al 1H/2V	0,60
D12 - CD MD	MD	58+460	58+520	58+480	60	4,0	-	268	178	1H/1V	0,20
D13 - CD MD	MD	58+580	58+615		35	>1,0	-	268	178	1H/1V	0,15

Fuente: Sacyr, 2018

Tabla 3.17. Tabla resumen de las principales características y diseño de los cortes de excavación de la UF1 Margen Izquierdo (MI).

Denominación nueva	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/3V) (m)	Dirección del eje (º)	Dirección de buzamiento (º)	Diseño de desmonte	Espesor de tierra vegetal (m)
D1-1-CD MI	MI	56+320	56+380	56+370	60	5,0	-	40	130	1H/1V	0,15
D1-2-CD MI	MI	56+380	56+450	56+440	70	12,0	5,0	8	98	Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto (5 m) al 1H/2V	0,15
D1-3-CD MI	MI	56+450	56+570	56+480 56+520 56+540	120	K56+450-K56+490: 12 m K56+490-K56+540: 13 m K56+540-K56+570: 9 m	K56+450-K56+490: - K56+490-K56+540: 8 m K56+540-K56+570: -	30	120	K56+450-K56+490: 1H/1V K56+490-K56+540: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto (8 m) al 1H/2V K56+540-K56+570: 1H/1V	56+450 - 56+520: 0,15 56+520 - 56+570: 0,40
D1-4-CD MI	MI	56+570	56+670	56+610 56+660	100	K56+570-K56+610: 10 m K56+610-K56+670: 16 m	K56+570-K56+610: - K56+610-K56+670: 7 m	355	85	K56+570-K56+610: 1H/1V K56+610-K56+670: Descabezado de 9 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,40
D1-5-CD MI	MI	56+670	56+770	56+670 56+740	100	K56+670-K56+690: 13 m K56+690-K56+770: 18,5	K56+670-K56+690: 4 m K56+690-K56+770: -	320	50	K56+670-K56+690: Descabezado de 9 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K56+690-K56+770: 3H/2V	0,50
D2 - CD MI	MI	56+805	56+815	56+810	10	1,0	-			1H/1V	0,30
D3-1-CD MI	MI	56+870	56+950	56+900	80	9,5	-	336	66	1H/1V	0,50
D3-2-CD MI	MI	56+950	57+020	56+970	70	10,5	-	357	87	1H/1V	0,50
D3-3-CD MI	MI	57+020	57+090	57+050	70	10,2	-	17	107	1H/1V	0,15

Denominación nueva	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/3V) (m)	Dirección del eje (º)	Dirección de buzamiento (º)	Diseño de desmonte	Espesor de tierra vegetal (m)
D3-4-CD MI	MI	57+090	57+210	57+110 57+130 57+190	120	K57+090-K57+110: 9,7 mK57+110-K57+190: 13,0 mK57+190-K57+210: 8,5	K57+090-K57+110: - K57+110-K57+190: 8,0 mK57+190-K57+210: 8,5	33	123	K57+090-K57+110: 1H/1VK57+110-K57+190: Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2VK57+190-K57+210: 1H/2V	0,15
D3-5-CD MI	MI	57+210	57+270	57+260	60	18,2	13,2	5	95	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,15
D3-6-CD MI	MI	57+270	57+320		50	16,4	11,5	347	77	Descabezado de 5 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,50
D3-7-CD MI	MI	57+320	57+405	57+340	85	14,3	9,8	310	40	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,50
D4-1-CD MI	MI	57+460	57+540		80	19,4	14,5	340	70	Descabezado de 8 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,50
D4-2-CD MI	MI	57+540	57+610	57+570	70	26,2	19,6	5	95	Descabezado de 8m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,15
D5-1-CD MI	MI	57+750	57+840		90	25,4	18,5	40	130	Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	57+750 - 57+800: 0,45 57+800 - 57+840: 0,90

Denominación nueva	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Altura del Talud en Roca (1H/3V) (m)	Dirección del eje (º)	Dirección de buzamiento (º)	Diseño de desmonte	Espesor de tierra vegetal (m)
D5-2-CD MI	MI	57+840	57+930	57+850 57+930	90	K57+840 - K57+890: 27,4 (K57+870) K57+890 - K57+930: 13,2	K57+840 - K57+890: 20,4 (K57+870) K57+890 - K57+930: -	10	100	K57+840-K57+870: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K57+870-K57+935: 1H/2V	57+840 - 57+900: 0,15 57+900 - 57+930: 0,90
D5-3-CD MI	MI	57+930	58+000	57+990	70	K57+930-K57+940: 20,1 K57+940-K57+970 (Punto Crítico): 14,3 K57+970-K58+000: 20,2 (K57+980)	K57+930-K57+940: 13,2 K57+940-K57+970 (Punto Crítico): - K57+970-K58+000: 13,4 (K57+980)	340	70	K57+935-K57+945: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K57+945-K57+970: 1H/1V K57+970-K58+000: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,45
D5-4-CD MI	MI	58+000	58+070		70	K58+000-K58+055: 18,9 K58+055-K58+070: 14,6	K58+000-K58+055: 12,0 K58+055-K58+070: 4,6	130	40	K58+000-K58+055: Descabezado de 7 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V K58+055-K58+070: Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,50
D5-5-CD MI	MI	58+070	58+150		80	15,0	5,1	100	10	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	58+070 - 58+100: 0,20 58+100 - 58+150: 0,50
D5-6-CD MI	MI	58+150	58+290	58+230	140	17,2 (K58+280)	7,3 (K58+200)	67	337	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,20
D5-7-CD MI	MI	58+290	58+390	58+340	100	35,1	25,1	87	357	Descabezado de 10 m al 1H/1V; Berma 3 m de ancho; Resto al 1H/2V	0,60
D6-CD MI	MI	58+455	58+620	58+490	165	12,2		269	359	1H/1V	0,20

Fuente: Sacyr, 2018

La información detallada del diseño de taludes de corte se presenta en el documento correspondiente al volumen V. Estabilidad y estabilización de taludes el Anexo 3 – Diseño, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

- Conformación de terraplenes

La conformación de rellenos en la vía, a diferencia de los taludes de corte, se llevará a cabo mediante la disposición de materiales que cumplan con las Especificaciones Técnicas del proyecto desde el nivel del terreno natural, hasta alcanzar la cota rasante del proyecto. La conformación de rellenos a lo largo de la UF requiere un volumen estimado del orden de 150.339,19 m³ de material.

A continuación, en la Tabla 3.18 y la Tabla 3.19 se presenta la información correspondiente a las intervenciones a ejecutar para la conformación de terraplenes en las dos márgenes de la vía.

Tabla 3.18. Tramos de los terraplenes del margen derecho de la calzada derecha de la UF1 (MD)

Denominación	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Talud de relleno	Saneo (incluyendo suelo vegetal)
R1-CD MD	MD	56+560	56+645		85	4,5	3H/2V	Sin saneo
R2-CD MD	MD	56+765	56+870	56+850	105	8,5	3H/2V	2,7 m en Qc
R3-CD MD	MD	56+890	56+930	56+910	40	11,0 (56+900)	3H/2V	5,0 m en Qc
R4 - CD MD	MD	57+005	57+015		10	3,0	3H/2V	2,0 m en Qc
R5 - CD MD	MD	57+025	57+040		15	1,5	3H/2V	2,0 m en Qc
R6 - CD MD	MD	57+390	57+475	57+420	85	15,5	3H/2V	3,0 m en Qc
R7 - CD MD	MD	57+695	57+765	57+740	70	14,5	3H/2V	Sin saneo
R8 - CD MD	MD	58+190	58+285	58+230	95	14,0	3H/2V	Sin saneo
R9 - CD MD	MD	58+370	58+460	58+420	90	15,0 (58+430)	3H/2V	3,0 m en Qc
R10 - CD MD	MD	58+520	58+580		60	1,5	3H/2V	Sin saneo
R11 - CD MD	MD	58+615	58+680	59+630	65	8,0 (59+640)	3H/2V	4,0 m en Qc

Fuente: Sacyr, 2018

Tabla 3.19. Tramos de los terraplenes del margen izquierdo de la calzada derecha de la UF1 (MI).

Denominación nueva	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Talud de relleno	Saneo (además de tierra vegetal)
R1-CD MI	MI	56+770	56+805		100	1,0	3H/2V	2,7 m en Qc
R2-CD MI	MI	56+815	56+870		55	3,0	3H/2V	2,7 m en Qc
R3-CD MI	MI	57+405	57+460		55	2,5	3H/2V	3,0 m en Qc
R4-CD MI	MI	57+610	57+750		140	8,0 (57+680)	3H/2V	Sin saneo
R5-CD MI	MI	58+390	58+455		65	3,5 (58+430)	3H/2V	3,0 m en Qc
R6-CD MI	MI	58+620	58+670		50	2,0 (59+640)	3H/2V	4,0 m en Qc

Fuente: Sacyr, 2018

Los detalles correspondientes a los tramos viales en los cuales se conformarán terraplenes se encuentran en los planos denominados Diseño geométrico Planta – Perfil, del Anexo 3 - Diseño, así como en el volumen de estabilidad y estabilización de taludes, incluido también en el Anexo 3.

- Muros de contención

Teniendo en cuenta que las condiciones topográficas de la UF1 no permiten la conformación de terraplenes en la totalidad de los tramos en los cuales se requiere la conformación de rellenos para la construcción de la vía proyectada, se hace necesaria la construcción de muros de contención que permitan alcanzar la cota rasante proyectada desde el diseño geométrico.

A partir de los condicionantes geométricos y geotécnicos del trazado, se ha optado por proyectar distintas tipologías de muros en función de sus alturas, con el fin de buscar una solución constructiva más económica y robusta posible. Con base en esta premisa se definieron las tipologías de muros de contención a implementar en la UF1:

Tabla 3.20. Tipologías de muros de contención proyectados en la UF1.

Tipología	Condicionante: ALTURAS
Muro de concreto reforzado	De 0 a 4 m
Muro de suelo reforzado (MSR)	De 4 a 11 m
Muros de tierra armada (MTA)	Mayores de 11 m

Fuente: Sacyr, 2018.

Con base en las premisas de diseño planteadas desde el punto de vista geotécnico, junto con las condiciones impuestas por el diseño geométrico se llevó a cabo la definición de los tramos en los cuales se requiere la implementación de muros de contención, así como la tipología de muro a construir. Con esta información se define la localización, dimensiones y tipologías de muros a implementar en la UF1, y que se resumen en la Tabla 3.21.

Tabla 3.21. Muros de contención proyectados en la UF1.

Denominación	Margen	PK Inicio	PK Fin	PK Análisis	Long. (m)	Altura Máx. (m)	Saneo (incluyendo suelo vegetal)
MSR 57+200	MD	57+170	57+225	57+200	55	8.0	5,0 m en Qc
MTA57+670 *	MD	57+590	57+695	57+670	105	12,5 (57+660)	5,0 m en SR+W5 al pie del muro (banqueta)
MTA 57+920	MD	57+880	57+940	57+920	60	11.5	4,0 - 5,0 m de saneo en SR+W5

Fuente: Sacyr, 2018.

La información detallada del diseño de terraplenes se presenta en el documento correspondiente al volumen V. Estabilidad y estabilización de taludes, que se encuentra en el Anexo 3 – Diseño, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

- Puentes a construir

Dentro de la UF1 no se proyecta la construcción puentes.

- Obras menores de drenaje

Dentro del desarrollo del proyecto vial se contempla la construcción de alcantarillas, box culverts y pontones de diferentes dimensiones. La Tabla 3.22 presenta el listado de las obras menores proyectadas dentro de la UF1, indicando su sección transversal, el tipo de sección transversal propuesta y las dimensiones de la sección propuesta.

Tabla 3.22. Relación de obras hidráulicas menores proyectadas para la UF1

Nombre de la obra	Tipo de obra	Dimensión (m)	Coordenadas	
		(H×L o Ø)	Este	Norte
UF-1-EJE 68-OH-00+100	Alcantarilla	Ø1.20m	1.157.612,80	1.309.046,79
UF-1-EJE 64-OH-00+120	Alcantarilla	Ø0.91m	1.157.554,28	1.309.075,41
UF-1-EJE 67-OH-00+055	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.681,55	1.307.980,15
UF-1-OH-56+325	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.762,05	1.308.057,20
UF-1-OH-56+585	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.618,91	1.307.968,34
UF-1-OH-56+840	Alcantarilla	Ø1.20m	1.159.709,31	1.308.022,92
UF-1-OH-57+030	Alcantarilla	Ø1.20m	1.159.814,20	1.308.254,65
UF-1-OH-57+210	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.692,20	1.308.465,78
UF-1-OH-57+440	Alcantarilla	Ø1.20m	1.159.723,04	1.308.800,81
UF-1-OH-57+530	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.643,29	1.308.643,98
UF-1-OH-57+690	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.640,65	1.309.001,21
UF-1-OH-57+735	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.606,55	1.309.082,70
UF-1-OH-57+945	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.660,13	1.309.221,74
UF-1-OH-58+250	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.699,22	1.309.248,60
UF-1-OH-58+425	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.791,84	1.309.419,01
UF-1-OH-58+520	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.545,33	1.309.494,67
UF-1-OH-58+630	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.374,64	1.309.475,30
UF-1-EJE 55-OH-00+105	Alcantarilla	Ø0.91m	1.159.270,17	1.309.473,00
UF-1-EJE 56-OH-00+035	Alcantarilla	Ø1.20m	1.159.171,69	1.309.470,82

Fuente: Sacyr, 2018

Adicionalmente, en el proceso de identificación de las vías de acceso a las ZODME se encontraron algunas alcantarillas existentes, sobre las cuales no se ejecutará ningún tipo de intervención, pero para las cuales se reporta su localización, como se muestra en la Tabla 3.23

Tabla 3.23. Obras de drenaje existentes en las vías de acceso a las ZODMES de la UF1

No.	UBICACIÓN		DIAMETRO	LONGITUD (m)
	NORTE	ESTE		
20-ALCANTARILLA	1 308 587.44	1 159 141.91	36"	4.956
21-ALCANTARILLA	1 309 292.11	1 159 021.88	36"	5.095
22-ALCANTARILLA	1 309 454.60	1 158 935.63	36"	5.889
23-ALCANTARILLA	1 309 525.15	1 158 883.17	36"	5.120
24-ALCANTARILLA	1 309 565.50	1 158 877.92	36"	4.986
25-ALCANTARILLA	1 309 639.22	1 158 891.55	36"	8.329
26-ALCANTARILLA	1 309 627.28	1 158 894.07	36"	7.600
27-ALCANTARILLA	1 309 754.29	1 158 910.06	36"	7.600
28-ALCANTARILLA	1 309 776.95	1 158 967.23	36"	5.500
29-ALCANTARILLA	1 309 792.83	1 159 038.06	36"	5.046
30-ALCANTARILLA	1 309 861.89	1 159 081.32	36"	6.118
31-ALCANTARILLA	1 309 914.67	1 159 045.72	36"	5.701
32-ALCANTARILLA	1 309 946.03	1 158 981.99	36"	5.067
33-ALCANTARILLA	1 310 136.27	1 158 992.43	36"	4.157
34-ALCANTARILLA	1 310 298.69	1 158 928.29	36"	5.600

No.	UBICACIÓN		DIAMETRO	LONGITUD (m)
	NORTE	ESTE		
35-ALCANTARILLA	1 310 325.38	1 158 906.15	36"	6.019
36-ALCANTARILLA	1 308 521.05	1 156 729.62	16"	4.550
37-ALCANTARILLA	1 308 591.08	1 156 627.17	16"	5.600
38-ALCANTARILLA	1 308 595.96	1 156 455.31	16"	5.300
39-ALCANTARILLA	1 309 019.61	1 156 344.22	16"	5.600
40-ALCANTARILLA	1 309 189.95	1 156 370.99	36"	5.250
41-ALCANTARILLA	1 309 303.07	1 156 392.06	16"	5.500
42-ALCANTARILLA	1 309 418.33	1 156 456.14	16"	5.800
43-ALCANTARILLA	1 309 519.90	1 156 427.22	16"	5.600
44-ALCANTARILLA	1 309 585.65	1 156 343.26	16"	5.700
1-ALCANTARILLA	1 309 006.39	1 156 818.75	16"	5.240
2-ALCANTARILLA	1 309 079.99	1 156 946.77	36"	5.853
3-ALCANTARILLA	1 309 155.61	1 156 983.85	16"	6.682
4-ALCANTARILLA	1 309 369.20	1 156 924.38	16"	4.888
5-ALCANTARILLA	1 309 437.60	1 156 990.24	16"	5.783
6-ALCANTARILLA	1 309 511.85	1 157 032.38	36"	6.060
7-ALCANTARILLA	1 309 589.28	1 157 046.21	36"	5.329
8-ALCANTARILLA	1 310 020.33	1 157 278.10	36"	5.621
9-ALCANTARILLA	1 310 170.74	1 157 223.73	36"	6.104
10-ALCANTARILLA	1 310 174.02	1 156 825.54	16"	5.785
11-ALCANTARILLA	1 310 269.95	1 156 742.01	16"	6.676
12-ALCANTARILLA	1 310 542.83	1 156 480.70	36"	6.996
13-ALCANTARILLA	1 310 546.90	1 156 318.34	24"	5.915
14-ALCANTARILLA	1 310 628.99	1 156 275.28	24"	5.203
15-ALCANTARILLA	1 310 812.15	1 156 205.21	16"	5.596
16-ALCANTARILLA	1 310 925.24	1 156 045.95	24"	5.107
17-ALCANTARILLA	1 311 003.83	1 155 930.59	24"	4.786
18-ALCANTARILLA	1 311 132.08	1 155 785.93	36"	5.353

Fuente: Sacyr, 2017

Adicional a las obras hidráulicas identificadas, se cuenta con un cruce en el cual se requiere la solicitud de permiso de ocupación de cauce. La localización del sitio se relaciona a continuación:

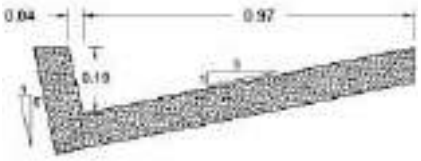
Tabla 3.24. Cauces para los cuales se requiere permiso de ocupación en las vías de acceso a ZODMES de la UF1

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)	Este	Norte
UF-1-OH-V156	OC_V156	Sabanetas-14	Ø0.91m	1.155.899,32	1.311.068,14

Fuente: Sacyr, 2017

Como complemento a las obras menores de drenaje a construir, se cuenta también con obras longitudinales de drenaje, las cuales, de acuerdo con su función y ubicación con respecto a los bordes de vía, presentan diferentes características y secciones transversales.

Tabla 3.25. Tipologías de obras de drenaje longitudinales proyectadas en la UF1

Cuneta tipo	Nombre	Características	Sección transversal
1	Cuneta de desmonte clase 1	Debido a la existencia de cortes de tierra en el trazado de la Unidad Funcional 1 se proyecta la construcción de cunetas de desmonte. La cuneta de desmonte es una estructura tipo canal, la cual es adosada a la berma de la calzada y al talud de corte. Para el dimensionamiento de las cunetas de desmonte tipo 1, se ha realizado la verificación hidráulica de la cuneta proyectada en contraste con cada una de las zonas de aporte del terreno en las que aplica este tipo de cuneta; dicho lo cual se han revisado parámetros fundamentales como lo son capacidad hidráulica y velocidad que desarrolla el agua durante su paso por el tramo de cuneta hasta entregar a una obra de drenaje transversal o al terreno natural.	
2	Cuneta de desmonte.	Debido a la desigualdad de condiciones de tipo hidráulico, hidrológico, topográfico y geométrico que se presentan en su mayoría en los tramos comprendidos entre las abscisas, es necesario plantear una cuneta de desmonte de mayor dimensión y calculada de manera independiente a las demás cunetas dispuestas en este tramo.	
3	Cuneta de mediana	Dentro del diseño de drenaje longitudinal se proyecta la construcción de cunetas de mediana, las cuales tienen la función de recoger las aguas provenientes de escorrentía superficial que se genera en lo ancho de las calzadas. Esta cuneta se dispone en aquellos casos en que las calzadas proyectadas se encuentren juntas en el trazado geométrico, por lo cual esta cuneta se ubica en el separador de las calzadas.	
4	Zanjas de coronación	Las zanjas de coronación son cunetas recolectoras de las aguas de escorrentía que drenan desde la divisoria de aguas en la parte superior del talud de corte hasta llegar a este. La función de la cuneta de coronación es encauzar estas aguas con la intensión de prevenir el contacto con el talud por un posible derrumbe de material sobre la calzada de la vía. Al disponer de estas cunetas de coronación se garantiza que las cunetas que van adosadas al talud de corte (cuneta de desmonte) tengan una menor área aferente de escorrentía superficial, dando, así como resultado capacidad suficiente a la cuneta de desmonte dispuesta sobre la calzada de la carretera. La dinámica de la zanja de coronación es conducir las aguas receptadas a lo largo del talud por medio de bajantes escalonadas hasta encolar con la obra de drenaje más cercana sobre la carretera.	

Fuente: Sacyr, 2017

De acuerdo con el diseño hidráulico, de las cuatro tipologías de cunetas presentadas en la Tabla 3.25, se proyecta la construcción de cunetas tipo 2 – cunetas de desmonte, y cunetas tipo 4 – zanjas de coronación. Teniendo en cuenta que el alineamiento proyectado requiere la ejecución de taludes de excavación en las dos márgenes de la vía, se cuantificó la cantidad de cunetas requeridas para la UF tanto para la margen derecha e izquierda de la vía, y su total por cada tipo de cuneta definida.

La Tabla 3.26 resume las cantidades y tipologías de cunetas proyectadas para de la UF1.

Tabla 3.26. Longitudes totales de cunetas proyectadas para la UF1

Tipo de cuneta	Margen de la vía	Longitudes (m)	
		Por margen	Total
Cuneta de Desmonte	Derecha	2.955,00	5.475,00
	Izquierda	2.520,00	
Zanja de coronación	Derecha	601,00	2.581,00
	Izquierda	1980,00	

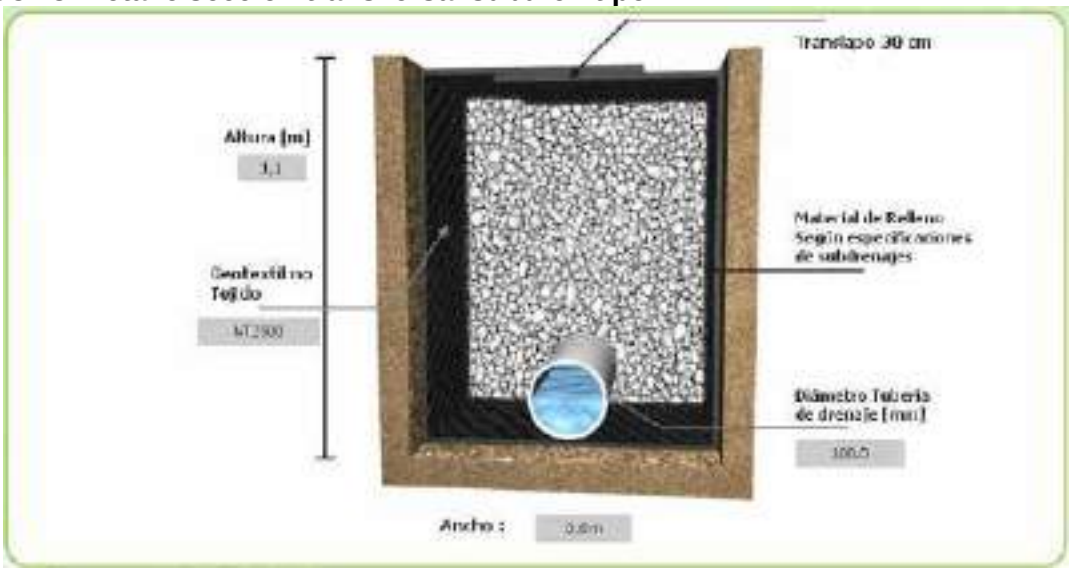
Fuente: Sacyr, 2017

- Obras de subdrenaje a construir

Como complemento a las obras de drenaje menores del proyecto, se contempla también la construcción de filtros subsuperficiales localizados bajo las cunetas proyectadas para la vía. Se considera la construcción de una única clase de filtro subsuperficial con las siguientes características:

i. Subdren tipo 1: Filtro francés de 0,60 m de ancho por 1,10 m de alto, conformado con gravilla 2", al fondo de la zanja se instalará tubería perforada para filtro tipo Pavco de d= 100 mm. La Figura 3.18 presenta las dimensiones tipo para estas estructuras.

Figura 3.18. Detalle sección transversal subdren tipo 1



Fuente: Sacyr, 2017

- **Obras de estabilidad y estabilización geotécnica**

Se presentan las interferencias del trazado con sitios críticos donde se han construido obras de estabilización de taludes y laderas naturales. Se analizó la interacción entre las obras a realizar con la infraestructura actual y de prever posibles reactivaciones de movimientos de ladera.

Los principales sitios críticos detectados a lo largo del corredor de la UF1 y sus principales características se muestran en la Tabla 3.27, se presenta una descripción general de la zona, la problemática encontrada y el diseño geotécnico propuesto

Tabla 3.27. Listado de sitios críticos con actuaciones realizadas

Denominación	PK Análisis	PK Inicio	PK Fin	Long. (m)	Movimientos de ladera	Nuevo Diseño de desmonte
K0+080 (PR 71+000)	-	K0+020	K0+080	60	Deslizamientos superficiales de un macizo rocoso lutítico muy alterado a completamente alterado	Talud 1H/1V
K56+450	K56+440	K56+420	K56+470	50	Coronas de deslizamiento y terreno saturado con procesos de reptación dentro de un depósito coluvial.	Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.
K56+900	-	K56+750	K57+000	250	Coronas de deslizamiento y terreno saturado con procesos de reptación dentro de un depósito coluvial.	Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.
K57+950	K57+850	K57+930	K57+960	30	Proceso de remoción en masa en un suelo residual.	Descabezado al 1H/1V en suelos. Berma de 3 m y talud al 1H/2V en roca.

Fuente: (Sacyr, 2018)

La información detallada del diseño de terraplenes se presenta en el documento correspondiente al volumen V. Estabilidad y estabilización de taludes, que se encuentra en el Anexo 3 – Diseño, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

- Actividades constructivas en el túnel

La filosofía del Nuevo Método Austriaco (NATM) se basa, entre otras consideraciones, en la utilización del terreno que rodea la sección del túnel como elemento resistente frente a los incrementos locales de tensión que se producen durante la excavación. Para ello se ha de relajar el estado tensional del macizo rocoso del entorno del túnel, permitiendo su deformación hasta un punto de equilibrio en que el sostenimiento es capaz de hacer frente a la tensión generada por el terreno y controlar la deformación del mismo.

La utilización de deformaciones de convergencia para disipar parte de la energía deformacional del macizo rocoso se verifica mediante el seguimiento y la caracterización geotécnica de los sucesivos frentes de excavación y la toma de datos continua mediante la auscultación de la sección excavada, lo que permite controlar las deformaciones en todo momento y evitar que estas alcancen valores excesivos, permitiendo de este modo ejecutar el túnel optimizando su costo mientras se mantienen unos coeficientes de seguridad adecuados.

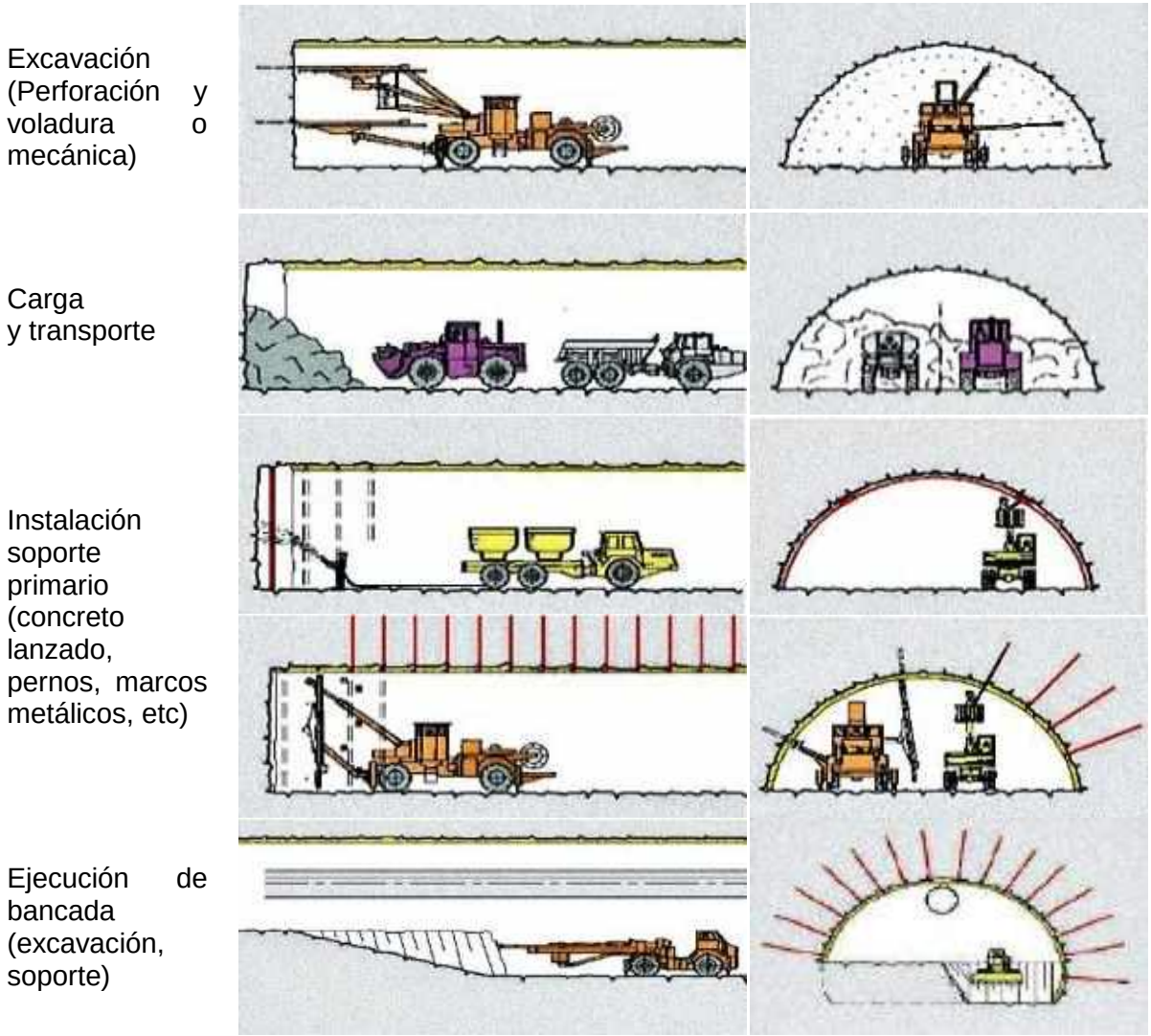
Consecuentemente con lo anterior, la distribución de los sostenimientos definidos en la redacción del Proyecto Fase III debe ser ajustada durante la etapa de construcción a las condiciones reales

del macizo rocoso de acuerdo a los datos obtenidos en obra.

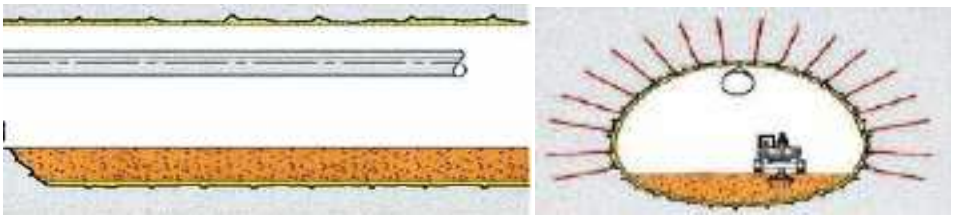
Este planteamiento permitirá optimizar la aplicación de los sostenimientos colocados, adaptando así las previsiones del proyecto a la realidad encontrada al excavar el túnel, así como realizar el refuerzo del sostenimiento inicialmente colocado en los casos donde éste ha podido resultar insuficiente, con el fin de garantizar completamente la estabilidad y seguridad de la sección excavada.

En las siguientes figuras se explica la secuencia de excavación del Nuevo Método Austriaco (NATM):

Figura 3.19. Secuencia Nuevo Método Austriaco (NATM)



Invert (en caso de ser necesario)



Fase 1. Excavación:

La excavación del Túnel de Pamplona, así como de la gallería de emergencia se realizará mediante excavación por perforación y voladura o mediante excavación mecánica. La utilización de un método u otro de excavación dependerá de dos factores:

- Tipo de sostenimiento.
- Tipo litología en la que se esté excavando.

Las litologías en las que se excavará el túnel y la galería son:

- Areniscas, las cuales representan el 33% del túnel
- Arcillolitas meteorizadas, Lodolitas y Arenas Rojas las cuales representan el 67% del túnel

A continuación, se muestra una tabla del tipo de excavación que se ejecutara en función del tipo de sostenimiento y de la litología atravesada:

Tabla 3.28. Método de excavación según el tipo de soporte de Túnel y litología atravesada.

SOPORTE	CALIDAD DEL TERRENO	LITOLOGÍA	MÉTODO EXCAVACIÓN
SC-I	Muy Bueno	Areniscas	Perforación y voladura
SC-II	Buenos	Areniscas	Perforación y voladura
SC-III	Regular	Areniscas	Perforación y voladura
SC-IV	Pobre	Areniscas	Excavación Mecánica
SC-V	Pobre	Areniscas	Excavación Mecánica
SC-VIa	Muy pobre	Lodolitas, arcillolitas meteorizadas y arenas rojas	Excavación Mecánica
SC-VIb	Muy pobre		Excavación Mecánica

Fuente: Sacyr 2018.

Tabla 3.29. Método de excavación según tipo de soporte de galería y litología atravesada.

SOPORTE	CALIDAD DEL TERRENO	LITOLOGÍA	MÉTODO EXCAVACIÓN
SG-I	Muy Bueno	Areniscas	Perforación y voladura
SG-II	Buenos	Areniscas	Perforación y voladura

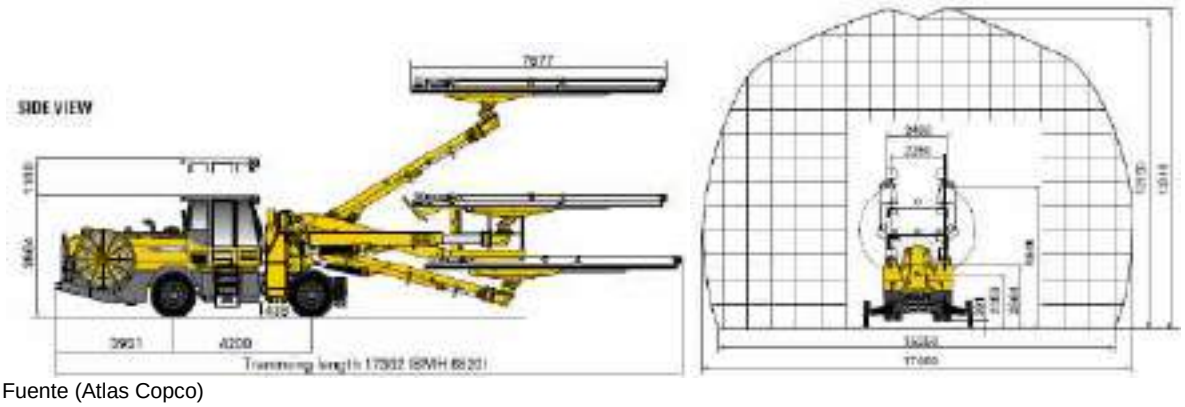
SOPORTE	CALIDAD DEL TERRENO	LITOLOGÍA	MÉTODO EXCAVACIÓN
SG-III	Regular	Areniscas	Perforación y voladura
SG-IV	Pobre	Areniscas	Excavación Mecánica
SG-V	Pobre	Areniscas	Excavación Mecánica
SG-VIa	Muy pobre	Lodolias, arcillolitas meteorizadas y arenas rojas	Excavación Mecánica
SG-VIb	Muy pobre		Excavación Mecánica

Fuente: Sacyr 2018.

Para llevar a cabo la excavación del túnel se llevará a cabo mediante jumbos hidráulicos automatizados, con los cuales se consiguen alta productividades, calidad en la ejecución de las perforaciones y confortabilidad para los operarios.

Para el Túnel de Pamplona, la perforación puede llevarse a cabo con el siguiente jumbo hidráulico:

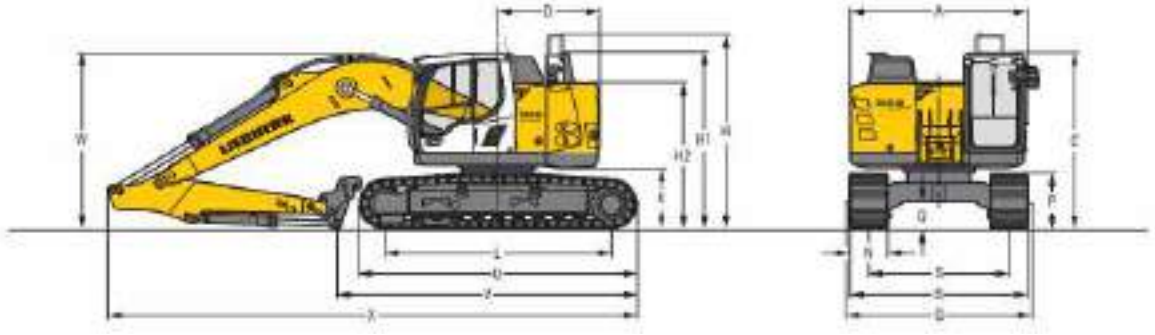
Figura 3.20. Jumbo Hidráulico de 3 brazos tipo XL3_C



Fuente (Atlas Copco)

Para los terrenos de peores calidades geotécnicas (arcillolitas, y zonas fracturadas), las excavaciones se llevarán a cabo mediante métodos mecánicos. La maquinaria a utilizar para estos casos será una excavadora con martillo hidráulico y cazo sobre orugas, simular a la indicada a continuación.

Figura 3.21. Retroexcavadora sobre orugas con martillo neumático y cazo.



Fuente (Liebherr)

Figura 3.22. Excavación de túnel en calota en terrenos poco competentes mediante retroexcavadora sobre orugas

Fuente (Túnel Manajle-Geoconsult)

Fase 2: Ventilación.

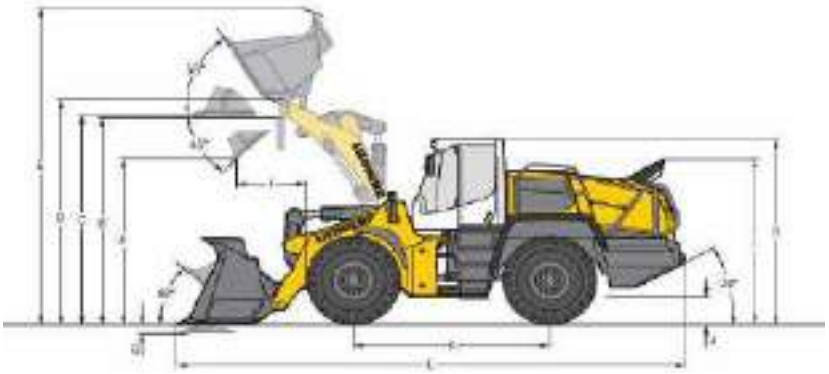
En aquellas secciones en las que la excavación se ejecuta mediante perforación y voladura, una vez que se ejecute esta, se deberá de ventilar el frente de excavación para eliminar los gases nocivos para el personal encargado de ejecutar los trabajos de excavación del túnel.

FASE 3. Desescombro

Una vez que se ha ventilado el frente de excavación, se comenzará con los trabajos de desescombro del material generado en la voladura.

Para llevar a cabo la excavación se utilizará una cargadora sobre neumáticos como la siguiente o similar:

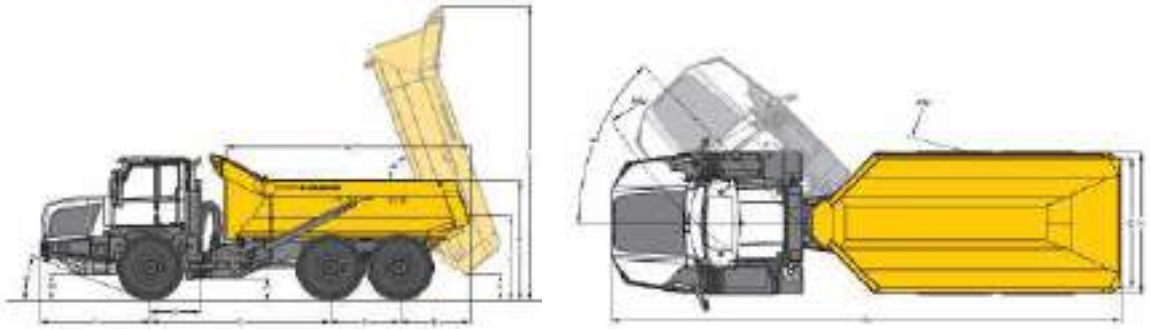
Figura 3.23. Cargadora tipo



Fuente (Liebherr)

Para sacar el material de la voladura del interior del túnel hasta los botaderos del proyecto se utilizarán camiones articulados como los indicados a continuación o similares.

Figura 3.24. Camiones articulados



Fuente (Liebherr)

Fase 4. Instalación del soporte primario

El sostenimiento primario consistirá en concreto lanzado con fibra sintética, y dependiendo del tipo de soporte se deberá de aplicar marcos metálicos, pernos y malla electrosoldada.

- Concreto lanzado:

El concreto lanzado se colocará a lo largo de la superficie de cada uno de los pases de excavación. El concreto lanzado se aplicará mediante un equipo de proyección húmedo tipo PM-500. Las ventajas de estos equipos son las siguientes:

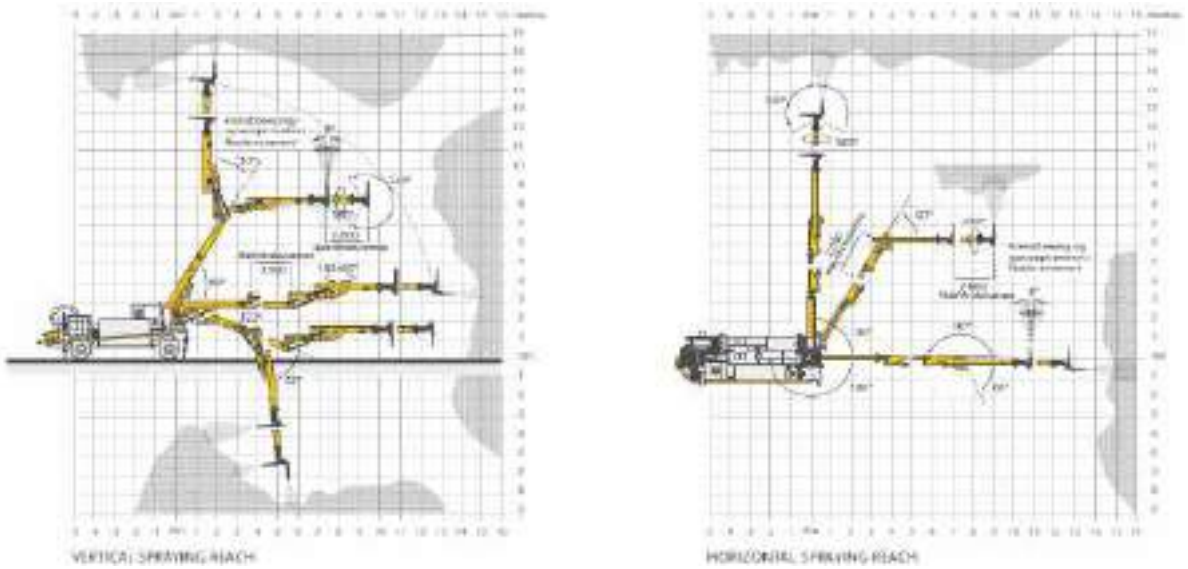
  - Fácil aplicación del concreto lazado en cualquier área del túnel

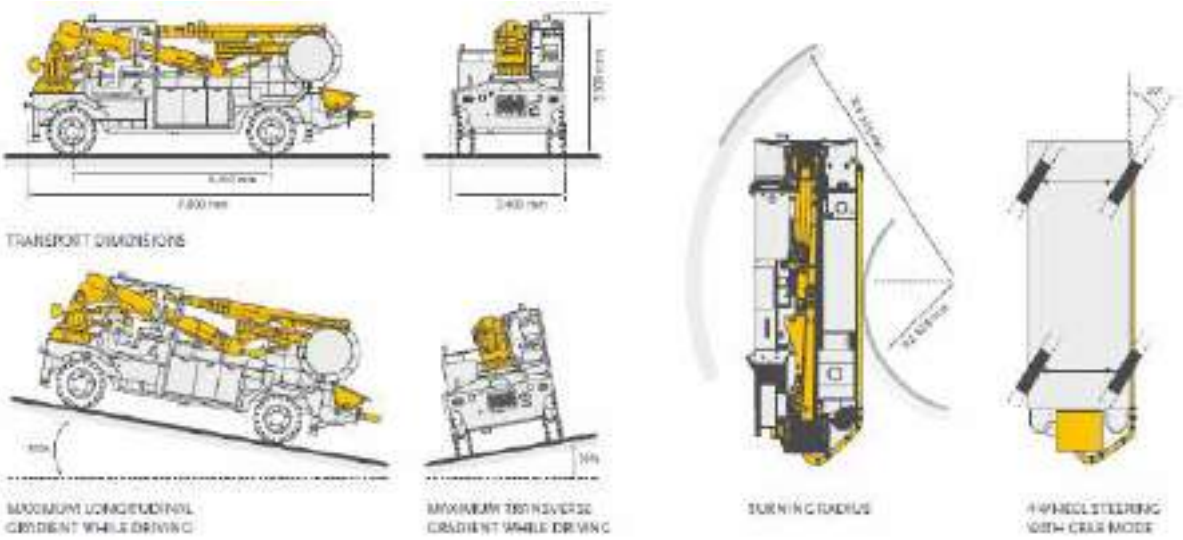
- Puede utilizarse tanto en sección grandes como sección más reducidas como los entroques y galería de emergencia.
- Alto rendimiento de proyección, llegando a 30 m3/h

Figura 3.25. Aplicación concreta lanzado mediante PM-500

Fuente (Túneles de Manajle- Geoconsult)

Figura 3.26. Características técnicas bomba de concreto lanzado tipo PM-500





Fuente (Putzmeister)

- **Pernos de fricción:**

La principal propiedad de este tipo de pernos es su inmediata puesta en funcionamiento.

Figura 3.27. Colocación de pernos de fricción.

Fuente: Sacyr, 2018

- **Marcos metálicos tipo HEB o marcos reticulados:**

Los marcos metálicos son usados en conjunto con el concreto lanzado. Se utilizan en aquellas zonas o tipos de terrenos de baja calidad portante. Los marcos metálicos tienen las siguientes características:

- Soporte inmediato del terreno.
- Control geométrico de la sección del túnel.

Figura 3.28. Instalación de marcos metálicos

Fuente: Sacyr, 2018

- **Enfilajes autoperforantes**

Se instalarán en aquellos terrenos con peores propiedades geotécnicas, en el caso del Túnel de Pamplona, se instalarán en las secciones excavadas en arcillolitas. Este tipo de pre-soportes son utilizados para:

- Mejorar el terreno antes de comenzar la excavación del mismo. Funciona como presoporte.
- Disminuye la sobre-excavación en terrenos con baja calidad portante.

Figura 3.29. Ejecución de enfilajes autoperforantes mediante jumbo

- Definición de los soportes

La definición de los soportes tanto del Túnel Pamplona como de la Galería de Emergencia están definidos dentro del ***"Anexo D. Cálculos Tensodeformacionales"***, correspondientes al Informe de diseño de Túneles, incluido en el Anexo 3 - Diseño.

Los sostenimientos definidos se han hecho en función de la clasificación RMR Bieniawski y del tipo de litología en la que se ejecuta:

Tabla 3.30. Definición soportes túnel en función del RMR y la litología

SOPORTE	RECUBRIMIENTO	RMR	LITOLOGÍA
SC-I	-	RMR > 75	Areniscas
SC-II	-	60 < RMR < 75	Areniscas
SC-III	-	45 < RMR < 60	Areniscas
SC-IV	-	30 < RMR < 45	Areniscas
SC-V	-	< 30 o suelos	Areniscas
SC-VIa	< 75,00 m	< 30 o suelos	Lodolias, arcillolitas meteorizadas y arenas rojas
SC-VIb	> 75,00 m	< 30 o suelos	

Fuente: Sacyr, 2017

Tabla 3.31. Definición soportes galería en función del RMR y la litología

SOPORTE	RECUBRIMIENTO	RMR	LITOLOGÍA
SG-I	-	RMR > 75	Areniscas
SG-II	-	60 < RMR < 75	Areniscas
SG-III	-	45 < RMR < 60	Areniscas
SG-IV	-	30 < RMR < 45	Areniscas
SG-V	-	< 30 o suelos	Areniscas
SG-VIa	< 75,00 m	< 30 o suelos	Lodolias, arcillolitas meteorizadas y arenas rojas
SG-VIb	> 75,00 m	< 30 o suelos	

Fuente: Sacyr, 2018

A continuación, se presentan las tablas resumen de cada una de los tipos de soporte definido para cada terreno:

Tabla 3.32. Resumen de las clases de sostenimiento del túnel de Pamplona – UF1.

UNIDAD LITOLÓGICA	RMR	RECUBRIMIENTO	TIPO SOPORTE	METODO EXCAVACIÓN		LONGITUD PASE	PERNOS	CONCRETO	MARCO METÁLICO	ENFILAJES
	I - Muy Bueno RMR>75	-	SC-I	Avance	Perforación y Voladura	4,0 m	Mn 24 - Lg= 4 m Ocasionales	Concreto Lanzado con Fibras 5 cm	-	-
				Destroza		8,0 m				
	II - Bueno 60<RMR<75	-	SC-II	Avance	Perforación y Voladura	3,0 m	Mn 24 - Lg= 4 m (T)x(L) = 2,0 m x 2,0 m	Concreto Lanzado con Fibras 10 cm	-	-
				Destroza		6,0 m				
	III - Regular 45<RMR<60	-	SC-III	Avance	Perforación y Voladura	2,0 m	Mn 24 - Lg= 4 m (T)x(L) = 1,5 m x 2,0 m	Concreto Lanzado con Fibras 15 cm	-	-
				Destroza I		4,0 m				
	IV - Pobre 30<RMR<45	-	SC-IV	Avance	Medios Mecánicos	1,5 m	Mn 24 - Lg= 4 m (T)x(L) = 1,5 m x 1,5 m	Concreto Lanzado con Fibras 20 cm	TYPE 95-34-26 - Espaciado 1,5 m	-
				Destroza I / Destroza II	Medios Mecánicos (Desfase Destrozas = 3m)	3,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 20 cm	TYPE 95-34-26 - Espaciado 1,5 m	-
	V - Muy Pobre RMR<30 & Soils		SC-V	Avance	Medios Mecánicos	1,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 25 cm	HEB-140	
				Destroza I / Destroza II	Medios Mecánicos (Desfase Destrozas = 2 m)	2,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 25 cm	HEB-140	-
				Contrabóveda	Medios Mecánicos (Desfase entre Destroza y Contrabóveda = 2m)	2,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 25 cm	-	-
Arcillolitas meteorizadas > 20%/ Lodolitas y Arenas Rojas	V - Muy Pobre RMR<30 & Soils	< 75,0 m	SC-VI a	Avance	Medios Mecánicos	1,5 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 30 cm [30 cm]	HEB-180 - Espaciado 1,0 m	TM-80 101,6 mm Espaciado = 50 cm Lg = 12 , Solape = 4 m
				Destroza I / Destroza II	Medios Mecánicos (Desfase entre Destrozas = 3m)	3,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 30 cm	HEB-180 - Espaciado 1,0 m	-

UNIDAD LITOLÓGICA	RMR	RECUBRIMIENTO	TIPO SOPORTE	METODO EXCAVACIÓN		LONGITUD PASE	PERNOS	CONCRETO	MARCO METÁLICO	ENFILAJES
				Contrabóveda	Medios Mecánicos (Desfase entre Destroza y Contrabóveda = 3m)	3,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 30 cm	-	-
	V - Muy Pobre RMR<30 & Soils	> 75,0 m	SC-VI b	Avance / Contrabóveda Provisional	Medios Mecánicos	1,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 35 cm [35 cm]	HEB-180 - Espaciado 1,0 m	TM-80 101,6 mm Espaciado = 50 cm Lg = 12 , Solape = 4 m
				Destroza I / Destroza II	Medios Mecánicos (Desfase entre Destrozas = 2m)	2,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 35 cm	HEB-180 - Espaciado 1,0 m	-
				Contrabóveda	Medios Mecánicos (Desfase entre Destroza y Contrabóveda = 2m)	2,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 35 cm	-	-

Fuente: Sacyr, 2018

Tabla 3.33. Resumen de las clases de sostenimiento de la galería de Pamplona – UF1.

UNIDAD LITOLÓGICA	RMR	RECUBRIMIENTO	CLASE DE SOSTENIMIENTO	EXCAVACIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	LONGITUD DE PASE	PERNOS	SHOTCRETE	MARCOS	ENFILAJES
Areniscas	I - Muy Bueno RMR>75	-	SG-I	Sección Completa	Perforación y Voladura	4,0 m	Mn 24 - Lg= 2.5 m Ocasionales	Concreto Lanzado con Fibras 5 cm	-	-
	II - Bueno 60<RMR<75	-	SG-II	Sección Completa	Perforación y Voladura	3,0 m	Mn 24 - Lg= 2.5 m (T)x(L) = 2,0 m x 2,0 m	Concreto Lanzado con Fibras 5 cm	-	-
	III - Regular 45<RMR<60	-	SG-III	Sección Completa	Perforación y Voladura	2,0 m	Mn 24 - Lg= 2.5 m (T)x(L) = 1,5 m x 2,0 m	Concreto Lanzado con Fibras 10 cm	-	-
	IV - Pobre 30<RMR<45	-	SG-IV	Sección Completa	Medios Mecánicos	1,5 m	Mn 24 - Lg= 2.5 m (T)x(L) = 1,5 m x 1,5 m	Concreto Lanzado con Fibras 15 cm	TYPE 95-32-22 - Espaciado 1,5 m	-
	V - Muy Pobre RMR<30 &	-	SG-V	Sección Completa	Medios Mecánicos	1,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 20 cm	HEB-120 - Espaciado 1,0 m	TM-80 101,6 mm Espaciado

UNIDAD LITOLÓGICA	RMR	RECUBRIMIENTO	CLASE DE SOSTENIMIENTO	EXCAVACIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	LONGITUD DE PASE	PERNOS	SHOTCRETE	MARCOS	ENFILAJES
	Soils									= 50 cm Lg = 12 , Solape = 4 m
Arcillolitas meteorizadas/ Lodolitas y Arenas Rojas	V - Muy Pobre RMR<30 & Soils	-	SG-V a	Sección Completa	Medios Mecánicos	1,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 15 cm	TYPE 95-32-22 - Espaciado 1,5 m	-
	V - Muy Pobre RMR<30 & Soils	< 75,0 m	SG-V b	Sección Completa	Medios Mecánicos	1,0 m	-	Concreto Lanzado con Fibras 25 cm	HEB-120 - Espaciado 1,0 m	TM-80 101,6 mm Espaciado = 50 cm Lg = 12 , Solape = 4 m
		> 75,0 m		Contrabóveda	Medios Mecánicos (Desfase entre Destroza y Contrabóveda = 2m)	2,0 m		Concreto Lanzado con Fibras 30 cm	HEB-120 - Espaciado 1,0 m	-

Fuente: Sacyr, 2018

- Suministro de energía

El suministro de energía para el proyecto se estima que sea por medio de un generador eléctrico o planta eléctricas y/o acometida al sistema eléctrico dependiendo de las necesidades y funcionalidad del sistema para cada tramo de la UF1. El sistema utilizado en ejecución del proyecto será informado en Informes de cumplimiento ambiental.

3.2.3.2 Infraestructura asociada al proyecto

A continuación, se describen las obras de infraestructura a implementar para el desarrollo del proyecto.

3.2.3.2.1 Campamentos y sitios de acopio

Dentro del área de influencia definida para la UF1, se contempla ubicación de dos sitios de acopio, localizados en los portales de acceso. A continuación, se resume su localización:

- El primero sitio de acopio se encuentra en el portal de acceso localizado en la abscisa K60+075. Esta zona contará con un área del orden de 0,70 Ha.
- El segundo sitio de acopio se encuentra en el portal de acceso localizado en la abscisa K58+745. Esta zona contará con un área del orden de 1,01 Ha.

3.2.3.2.2 Fuentes de material

Este material será suministrado por de terceros autorizados con Título Minero vigente y Licencia Ambiental, así como del material proveniente de excavaciones cuyas características den cumplimiento a las Especificaciones técnicas de construcción del proyecto.

En la UF1 no se cuenta con áreas cuyo uso sea fuentes de material para la construcción del proyecto, esto de conformidad con los títulos mineros existentes en el área de estudio. Se pueden considerar como alternativas para el uso de fuentes de material las siguientes:

i. Compra de agregados pétreos para el abastecimiento de la obra a terceros autorizados con título minero vigente y licenciamiento ambiental cuyos polígonos de explotación se encuentren en otras Unidades Funcionales del proyecto.
ii. Compra de agregados pétreos para el abastecimiento de la obra a terceros autorizados con título minero vigente y licenciamiento ambiental cuyos polígonos de explotación se encuentren dentro de la región de desarrollo del proyecto.
iii. Se considera viable la utilización de material procedente de la excavación como agregados pétreos, previa verificación y cumplimiento de las Especificaciones Técnicas de construcción definidas para el proyecto.

Teniendo en cuenta que el objeto del Contrato APP número 02 de 2017 se refiere al

proyecto vial Pamplona - Cúcuta consta de 5 unidades funcionales para construcción y una unidad funcional para rehabilitación y mantenimiento, por lo tanto, el escenario constructivo de la obra se considera un solo proyecto, aunque ambientalmente y para el objeto de esta licencia ambiental es la UF1. Por tanto, la UF1, no contempla la extracción de materiales, y en ese sentido se prevé que cuando sea necesario, las necesidades de material requerido para la obra serán abastecidas por las fuentes de materiales de terceros autorizados.

La Tabla 3.34 presenta un resumen de los títulos mineros vigentes localizados en otras Unidades Funcionales del proyecto, y que pueden ser consideradas como fuentes de material para abastecimiento de agregados para la obra.

Tabla 3.34. Fuentes de material para agregados pétreos disponibles para el proyecto

Titulo Minero	Modalidad	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Amb.	Expedición	Volumen potencial (m^3/año)	Posible Uso
547	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción	12,87	Bochalema y Chinácota	Dimas Martín Mora Zambrano	934	19/10/2009	30.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
KKD-08301	Contrato de Concesión (l 685)	Arenas Y Gravas Naturales Y Silíceas- Demas Concesibles	112,29	Bochalema	Gender Duran Angarita	922	07/11/2012	50.000	Relleno.
JBP-08371	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	135,9	Los Patios - Cúcuta	Pedro Emilio Silva	0754	25/08/2009	20.000	Relleno, sub base, base.
KB6-08021	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción	149,55	Los Patios - Cúcuta	Oskarina Arcila Villamizar	1148	18/12/2009	20.000	Relleno, sub base, base.
JLV-15522X	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	24,662	Cúcuta	Héctor Lindarte/Luz Chuscano	1165	21/12/2009	20.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
616	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción	96,9	Los Patios - Cúcuta	Unidad de Ingeniería y Suministros – UIS Ltda.	0297	27/05/2010	100.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
613	Contrato de Concesión (l 685)	Materiales De Construcción	182,7	Los Patios - Cúcuta	Gabriel Forero	1034	17/11/2009	90.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.

Fuente: Sacyr, 2017

3.2.3.2.3 Plantas de procesos

Teniendo en cuenta que el objeto del contrato APP número 02 de 2017 se refiere al proyecto vial Pamplona - Cúcuta consta de 5 unidades funcionales para construcción y una unidad funcional para rehabilitación y mantenimiento, por lo tanto, el escenario constructivo de la obra se considera un solo proyecto, aunque ambientalmente y para el objeto de esta licencia ambiental es la UF1. Para la UF1, no se contempla la instalación de plantas de concreto, triturado y asfalto ya que estas necesidades de material requerido para la obra serán suministradas por las plantas industriales autorizadas y ubicadas en la región.

3.2.3.2.4 Puntos de captación de aguas

Se solicita captación del río Pamplonita para uso industrial, en la franja delimitada por las coordenadas presentadas en la Tabla 3.35

Tabla 3.35 Sitio Propuesto para Captación y caudal a Solicitar

Id	Nombre de la fuente Río Pamplonita	Este	Norte	Municipio	Uso	Caudal a Solicitar (l/s)
					Industrial	Industrial
C11	Río Pamplonita	1.159.590,269 1.159.593,987 1.159.592,450 1.159.588,108 1.159.584,653 1.159.589,421 1.159.590,269	1.307.799,218 1.307.796,500 1.307.794,503 1.307.788,464 1.307.790,887 1.307.797,914 1.307.799,218	Pamplona	X	2,57

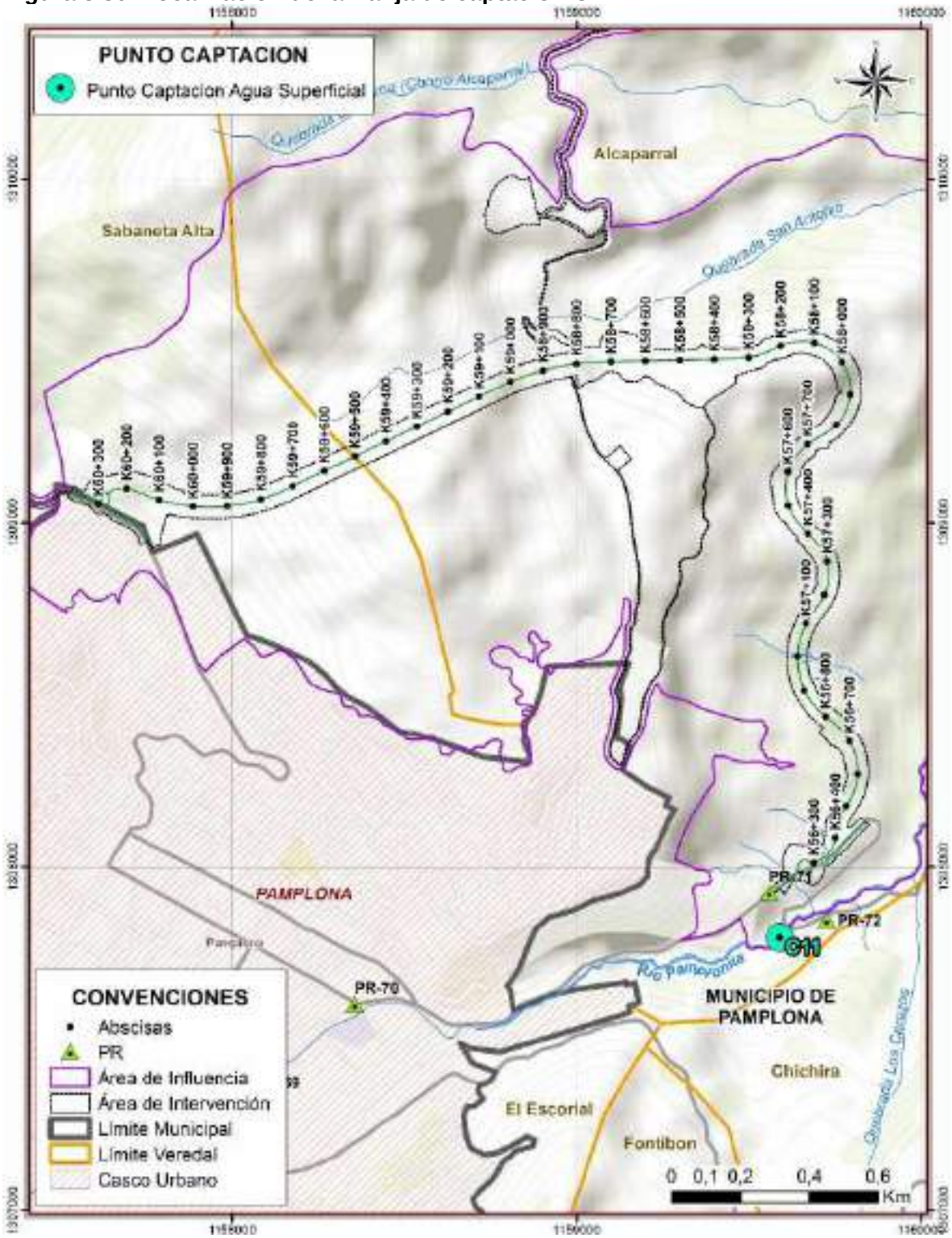
Fuente: Aecom – Concol, 2017

Cabe resaltar que el punto de captación proyectado dentro de la UF1, permitirá suplir los requerimientos de consumo de agua para la ejecución de las actividades de la UF1.

El punto seleccionado permitirá el abastecimiento de agua por un periodo de 10 horas diarias, 25 días al mes, durante los 35 meses de desarrollo del proyecto, lo cual permite concluir que el requerimiento de agua para la construcción de esta UF es del orden de 194.292 m³ de agua.

La Figura 3.30 muestra la localización de la captación citada.

Figura 3.30. Localización de la franja de captación C11



Fuente: Aecom – Concol, 2017.

La información detallada sobre las condiciones de acceso a los sitios de captación, los procedimientos para abastecimiento en los puntos de captación y demás información relacionada con esta temática para esta UF se encuentra en el Capítulo 7 del presente estudio.

3.2.3.2.5 Puntos de vertimiento

En la Tabla 3.36 se muestra la ubicación georreferenciada de los puntos de vertimiento y adicionalmente en la Figura 3.31 se puede apreciar su ubicación espacial.

Tabla 3.36 Sitios Propuestos para Vertimiento

Id	Nombre fuente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Municipio	Vereda	Caudal (l/s)	Caudal Total (l/s)
		Este	Norte				
V10	Río Pamplonita	1.159.590,60	1.307.798,65	Pamplona	Alcaparral	0,6	0,6
V13-1	Quebrada San Antonio	1.159.173,78	1.309.627,90	Pamplona	Alcaparral	2,2	23,70
V13-2	Quebrada San Antonio	1.159.161,94	1.309.618,69	Pamplona	Alcaparral	23,0	

Fuente: Aecom, Concol, 2017.

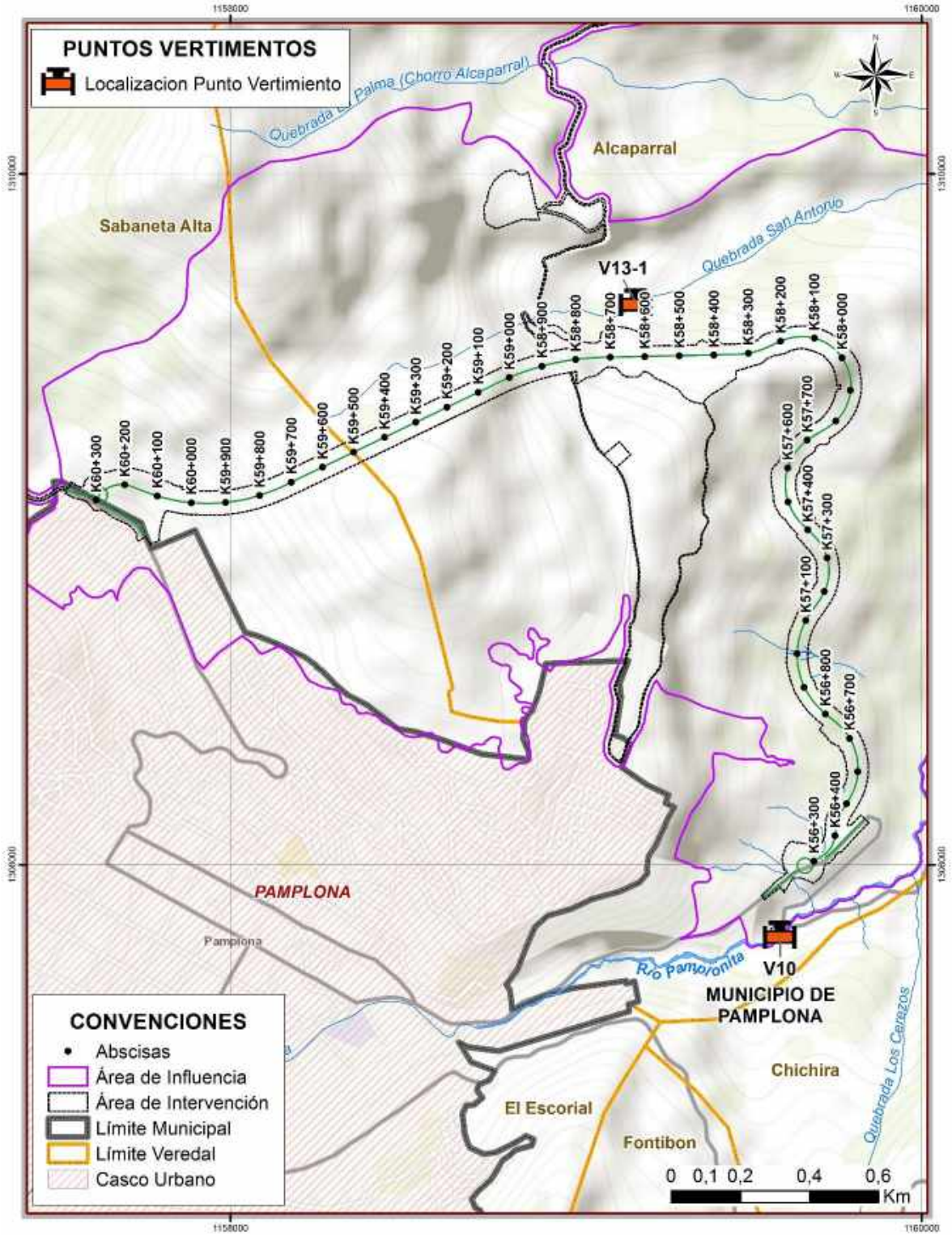
En el caso particular del punto de vertimiento V13, se indica que se descargarán las aguas naturales (asociadas a fenómenos de infiltración) (V13-1) y las aguas industriales (maquinaria - jumbos) (V13-2) del túnel, las cuales se manejarán separadamente. Estas últimas también podrán usarse en riego de vías.

Se contemplan dentro del sistema de tratamiento previo vertimiento al emisario final las siguientes actividades:

- Trampa de grasa
- Sedimentación
- Secado de lodos
- Floculación
- Decantación y separación de grasas
- Ajuste de pH.
- Secado de lodos.

Se considera que para la actividad de vertimientos se hará de manera puntual en las coordenadas indicada en la Tabla 3.36, e identificadas en la Figura 3.31.

Figura 3.31 Localización de Puntos de Vertimiento



Fuente: Aecom, Concol, 2017.

La información detallada sobre los caudales de vertimientos estimados para esta UF, junto con aspectos tales como la forma de disposición, entre otra información relevante correspondiente a vertimientos se encuentra en el Capítulo 7 del presente estudio.

3.2.3.2.6 Vías industriales

Con el propósito de movilizar personal, maquinarias, insumos, entre otros elementos necesarios para acometer la construcción de las obras civiles localizadas a lo largo de la UF y cuyas condiciones de acceso no son adecuadas, o en su defecto, no cuentan con accesos, se hace necesario la conformación de vías que permitan la movilización desde la vía existente a estos sitios de interés.

Las vías industriales propuestas para acceder a los diferentes frentes de obra y ZODMEs dentro de la UF1 tienen una sección transversal con un ancho de calzada del orden de 4,500 m. Para la construcción de tramos viales correspondientes a vías industriales nuevas, se hace necesaria la ejecución de actividades de corte y relleno, los cuales permitirán conformar la sección transversal de la vía de conformidad con las condiciones del terreno natural y el diseño geométrico propuesto; mientras que para los casos de utilización de infraestructura vial existente se lleva a cabo la verificación de las condiciones actuales de las vías a utilizar.

La Tabla 3.37, la Tabla 3.38 y la Figura 3.32 presentan respectivamente la caracterización de las vías industriales proyectadas para acceder a los diferentes frentes de obra y ZODMES de la UF, y la localización de los puntos de inicio y fin de cada uno de los alineamientos, referenciados con respecto al eje de vía proyectado.

La localización general de las vías industriales proyectadas se encuentra en el Plano VAPA_005_EIA_CP_IA_001_SIG, correspondiente al plano en escala 1:25.000 de infraestructura asociada al proyecto, incluido en el Anexo 1 Cartografía.

Tabla 3.37. Relación de vías industriales dentro de la UF1

Vía industrial	Nombre vía	Abscisa referencia	Costado sobre la vía proyectada	Longitud estimada (m)	Características	Permite acceder a
1	Acc V144-V18	-	-	2.060	Aprovechamiento de vía existente – Vía Bucaramanga - Pamplona	ZODME Ver 144 y vías industriales Acc V148 y AccV156
2	Acc V148	-	-	2.220	Vía veredal existente a Sabaneta Alta	ZODME Ver 148
3	Acc 156	-	-	4.100	Vía veredal existente a Sabaneta Alta	ZODME Ver 156
4	Acc V118-V121	K58+745	Derecho	4.160	Aprovechamiento de la vía existente para acceso a la Vereda Alcaparral	ZODME Ver 118 y Ver 121

Vía industrial	Nombre vía	Abscisa referencia	Costado sobre la vía proyectada	Longitud estimada (m)	Características	Permite acceder a
5	Acc V118	-	-	500	Aprovechamiento de la vía existente para acceso a la Vereda Alcaparral	ZODME Ver 118
6	VI-1	K58+745	Izquierda	2.340	Accesos desde las vías urbanas del municipio de Pamplona a la vereda Alcaparral	Acceso al polvorín, al portal del túnel en la abscisa K58+745 y a la abscisa K58+400 aproximadamente
7	Acc V131	-	-	640	Vía nueva derivada de la vía veredal de Alcaparral	ZODME Ver 131
8	VI-2	-	-	170	Vía de conexión entre frentes de obra del túnel y la vía industrial AccV118-V121	Área de almacenamiento portal oriental del túnel y vía industrial AccV118-V121

Fuente: Aecom - Concol, 2017

Tabla 3.38. Localización de puntos de inicio y fin de alineamientos para las vías industriales dentro de la UF1

Vía industrial	Nombre vía	Abscisa referencia	Costado sobre la vía proyectada	Coordenadas de referencia para la vía industrial			
				Inicio		Fin	
				Este	Norte	Este	Norte
1	Acc V144-V18	-	-	1 157 524.82	1 309 085.06	1 156 700.38	1 308 409.85
2	Acc V148	-	-	1 156 700.38	1 308 409.85	1 156 592.96	1 309 763.46
3	Acc 156	-	-	1 156 793.76	1 308 882.73	1 155 896.04	1 311 051.71
4	Acc V118-V121	K58+745	Derecho	1 158 978.83	1 309 431.54	1 159 891.65	1 312 126.98
5	Acc V118	-	-	1 159 894.95	1 312 120.37	1 160 129.77	1 312 017.84
6	VI-1	K58+745	Izquierda	1 159 371.96	1 309 334.96	1 158 985.67	1 309 424.92
7	Acc V131	-	-	1 159 077.61	1 309 861.48	1 158 973.76	1 309 948.80
8	VI-2	-	-	1 159 052.15	1 309 504.27	1 158 903.32	1 309 557.06

Fuente: Aecom - Concol, 2017

Adicional a las vías industriales, se hará uso de las vías existentes dentro del casco urbano del municipio de Pamplona, esto con el propósito de ingresar maquinaria y equipo en forma ocasional a las diferentes vías industriales con las que contará el proyecto.

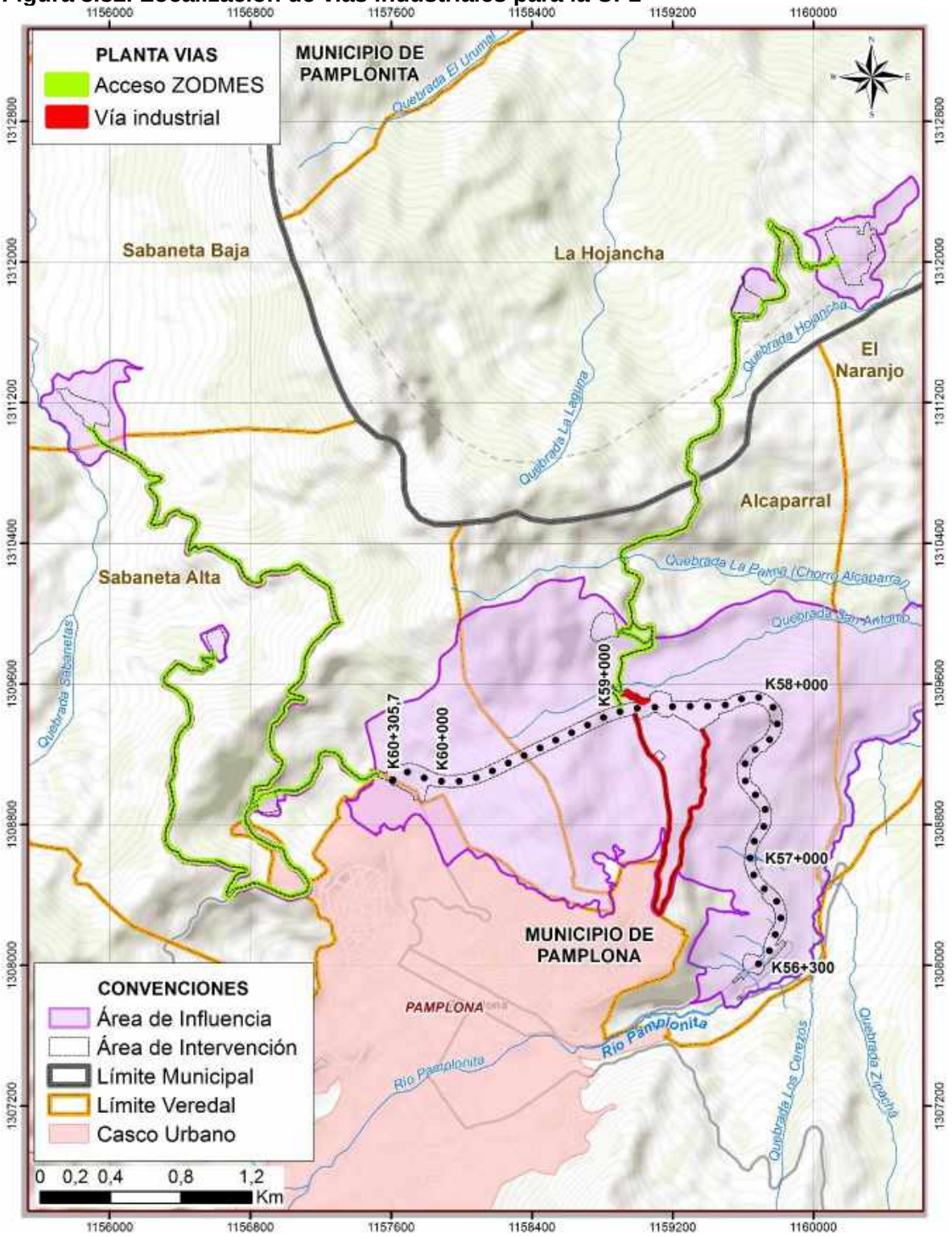
Las vías dentro del casco urbano serán utilizadas principalmente para movilización de personal, esto teniendo en cuenta que, para el caso de la Glorieta Pamplona 2 y el portal occidental del túnel de Pamplona, así como la vía industrial VI-1 se encuentran localizados en sitios que permiten el empalme entre la vía existente y las vías industriales proyectadas para el desarrollo del proyecto. La VI-1 en la abscisa PK + , permite el ingreso al frente de trabajo del túnel tal como se relaciona en la Tabla 3.38

Cabe resaltar que las intervenciones asociadas a vías industriales para la UF1 se enfocarán

a actividades de mantenimiento de la capa de rodadura en afirmado para las vías. Adicionalmente, dado que los alineamientos de las vías industriales definidas para la UF1 son vías existentes, no se contempla la ejecución de actividades de intervención en los taludes de las mismas

En el numeral 3.2.3.3.3 se presenta la descripción de las características de las vías existentes que serán utilizadas por el proyecto para accesos, así como las vías de acceso a las veredas que se interceptan con el alineamiento proyectado.

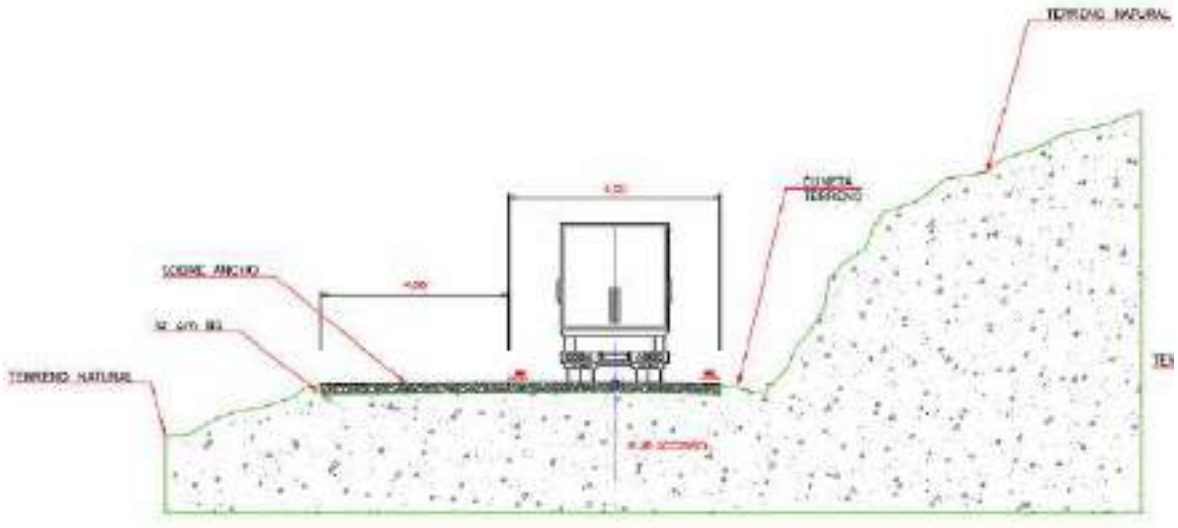
Figura 3.32. Localización de vías industriales para la UF1



Fuente: Aecom - Concol, 2017

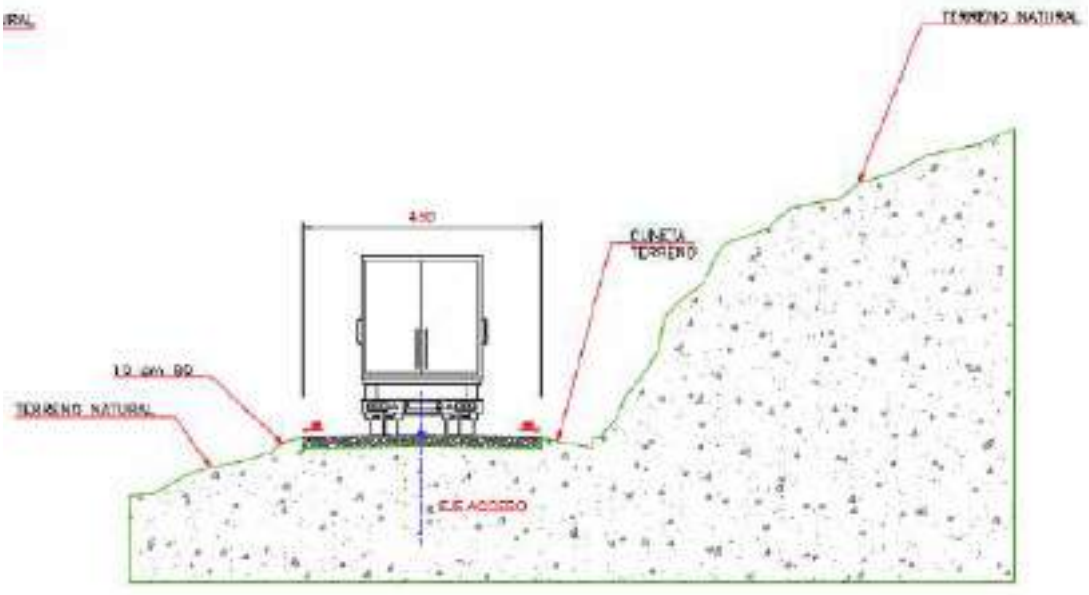
Para el diseño de estas vías se contemplan las siguientes secciones transversales:

Figura 3-33. Sección vía industrial con ancho de 8.50 m.



Fuente: Sacyr, 2018.

Figura 3-34. Sección vía industrial de 4.50 m de ancho.



Fuente: Sacyr, 2018.

Para las vías industriales de la UF1 se cuentan con dos tipos de secciones, la primera con

un ancho de calzada de 8.50 m, y una segunda sección transversal con un ancho de calzada de 4.50 m. Ambas secciones tipo cuentan con doble bombeo, con pendiente transversal en la estructura de pavimento a conformar con el propósito de permitir el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía superficial hacia los bordes de calzada, los cuales contarán con cunetas conformadas en terreno natural.

Adicionalmente, los diseños de sección tipo para las vías industriales del proyecto presentados en la Figura 3-33 y la Figura 3-34 muestran que la estructura de la rodadura será en afirmado, con un espesor de 0.10 m, utilizando material tipo base granular para la conformación de esta capa.

En el numeral 3.2.3.3.3 se presenta la descripción de las características de las vías existentes que serán utilizadas por el proyecto para accesos, así como las vías de acceso a las veredas que se interceptan con el alineamiento proyectado para la UF2.

3.2.3.3 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

La infraestructura a afectar corresponde a las instalaciones adyacentes al área de intervención sobre las cuales se espera la ocurrencia de los impactos significativos por el desarrollo del proyecto.

La descripción de estas infraestructuras se realiza a partir de la identificación de las construcciones en el buffer establecido para el área de intervención mediante reconocimiento de campo y teniendo en cuenta la localización de la UF1, a lo largo del corredor.

3.2.3.3.1 Redes de servicios interceptados por el proyecto.

En la Tabla 3.39 se relaciona la infraestructura tanto pública como privada identificada sobre el área de intervención.

Tabla 3.39 Infraestructura privada a intervenir

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas		Uso	# Beneficiarios
		Este	Norte		
1	Sabaneta Alta	1.157.648,22	1.309.087,45	Tanque de captación de agua del campus de la Universidad de Pamplona para riego de cultivos académicos. Traída de la vereda Sabaneta Alta	Estudiantes de la Universidad de Pamplona
2		1.157.727,91	1.309.044,31	Mangueras usadas para riego de plantas y cultivos del campus de la Unipamplona, agua traída de la vereda Sabaneta Alta	Estudiantes de la Universidad de Pamplona
3	Alcaparral	1.159.736,78	1.309.498,71	Bebedero para ganado proviene de nacimiento vereda Alcaparral, también es usado para riego de cultivos	2 fincas

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas		Uso	# Beneficiarios
		Este	Norte		
4		1.159.785,49	1.309.409,56	Manguera que trae agua del bebedero hacia cultivos, usada para riego	2 fincas
5		1.159.686,02	1.309.238,93	Manguera trae agua de nacimiento en la vereda Alcaparral para riego de cultivos y pasto	1 finca
6		1.159.687,67	1.308.504,35	manguera para riego de cultivos tomada de nacimiento de la vereda Alcaparral	1 finca
7		1.159.706,69	1.308.441,81	Manguera para riego de cultivos, tomada de quebrada de la vereda Alcaparral	1 finca
8		1.159.764,48	1.308.151,56	Manguera para lavadero de carros, proviene de quebrada de la vereda Alcaparral	Estación de servicio Los Adioses
9		1.159.740,26	1.308.121,95	Manguera para uso doméstico, proviene de tanque de captación de agua de quebrada de la vereda Alcaparral	Dos familias, fábrica de bocadillo, carnicería y estación de servicio Los Adioses .
10		1.159.716,21	1.308.011,53	Mangueras usadas para sistema de riego y consumo humano tomada de tanque de captación de vereda Alcaparral	2 familias

Fuente: Aecom - Concol, 2017

Es de resaltar que en el área de intervención no se localizan infraestructuras sociales o comunitarias como escuelas, casetas comunales, iglesias, entre otros;

3.2.3.3.2 Predios

El trazado proyectado y su servidumbre asociada, pasa principalmente por zonas de pastos, cultivos o concentraciones de viviendas por su cercanía al corredor actual.

Si bien se tuvieron en cuenta durante los diseños del trazado, distancias mínimas de seguridad con respecto a centros poblados e infraestructura de interés socioeconómico, la geografía colombiana se caracteriza por tener familias que se asientan en zonas aledañas a vías y otras infraestructuras, como este caso. En total serian intervenidos veintiséis (26) predios en la UF1.

La localización de los predios presentes en el área de intervención se encuentra en el Plano VAPA_006_EIA_CP_IS_001_SIG, correspondiente al plano en escala 1:25.000 de infraestructura y servicios interceptados, incluido en el Anexo 1.

3.2.3.3.3 Vías

Teniendo en cuenta que para la ejecución del proyecto se requiere de vías industriales para

la movilización de materiales, maquinaria y equipo desde y hacia los diferentes frentes de obra, y que para el caso particular de la UF1, el alineamiento vial proyectado se entrecruza y/o utiliza algunas vías veredales de uso de la comunidad para su movilización desde y hacia las diferentes Unidades Territoriales menores que serán atravesadas por el proyecto, se hace necesario identificar la localización de las vías existentes que tendrán relación con el proyecto y que cumplen con estas características, con el propósito de establecer las condiciones actuales de operación, así como los puntos de posible intersección con el trazado, o con las vías industriales del proyecto.

En atención a los requerimientos de ANLA se presenta al interior de este numeral las características de la infraestructura vial existente en el área de influencia e intervención del proyecto, cuya localización permite inferir que estarán relacionadas con la construcción del proyecto en la UF1.

A continuación, se presenta la relación de las vías veredales existentes a utilizar como vías industriales y el estado actual de estas, mostrando las características de la sección en algunos puntos en los cuales se llevó a cabo un levantamiento de información cualitativa de estado de la vía. Ver anexo 3_ VI. Es de resaltar que *antes de realizar alguna intervención en las vías existentes se informará a la comunidad y se levantaran nuevamente actas de vecindad con el acompañamiento de líderes comunitarios para constar las condiciones actuales de la vía bajo la premisa que las vías al finalizar el proyecto se entregaran en iguales o mejores condiciones de las iniciales.*

Tabla 3.40. Relación de vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1

Uso de la vía	Acceso a	Nombre vía	Coordenadas		Tipo de interacción con el proyecto
			Este	Norte	
Vía Veredal	VER 144	Acc V144-V18	1156866,46	1308965,18	Uso
	VER 148	Acc V148	1156377,6	1309708,97	Uso
	VER 156	Acc 156	1157307,42	1309958,43	Uso
	VER 121	Acc V118-V121	1158969,18	1309963,4	Uso
	VER 118	Acc V118	1159889,32	1312124,26	Uso
	VER 121	VI-1	1159302,19	1308840,04	Uso
	VER 131	Acc V131	1158970,9	1309945	Uso

Fuente: Aecom - Concol, 2018

Tabla 3.41. Características de la sección transversal de las vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1.

Uso de la vía	Acceso a	Nombre vía	Estado de la Vía			
			Material	Ancho (m)	Pendiente	Estado
Vía Veredal	VER 144	Acc V144-V18	Carpeta Asfáltica	6.60	Ondulado	Regular
	VER 148	Acc V148	Afirmado	2.7	Ondulado	Malo
	VER 156	Acc 156	Afirmado	2.3	Ondulado	Bueno
	VER 121	Acc V118-V121	Afirmado	2.7	Ondulado	Regular
	VER 118	Acc V118	Afirmado	2.7	Ondulado	Regular
	VER 121	VI-1	Afirmado	2.7	Ondulado	Regular

Uso de la vía	Acceso a	Nombre vía	Estado de la Vía			
			Material	Ancho (m)	Pendiente	Estado
	VER 131	Acc V131	Afirmado	2.7	Ondulado	Regular

Fuente: Aecom - Concol, 2018

Tabla 3.42. Características de cunetas y señalización de las vías existentes con interacción con el proyecto en la UF1.

Uso de la vía	Acceso a	Nombre vía	Estado de la Cuneta				Señalización	
			Material	Ancho (m)	Profundidad (m)	Estado	Horizontal	Vertical
Vía Veredal	V. La Hojancha	Acc V118	-	-	-	-	-	-
		Acc V118-V121	-	-	-	-	-	-
	V. Alcaparral	Acc V131	-	-	-	-	-	-
		VI-1	-	-	-	-	-	-
	V. Sabaneta Baja	Acc 156	-	-	-	-	-	-
	V. Sabaneta Alta	Acc V144-V18	Natural	0.40	0.07	Regular	Si	Si
		Acc V148	-	-	-	-	-	-
Nota: Los campos de la tabla diligenciados con "-" hacen referencia a la falta del elemento de infraestructura en la vía evaluada.								

Fuente: Aecom - Concol, 2018

En cuanto a obras de drenaje longitudinal, se observa que las vías cuentan con cunetas en terreno natural en los tramos viales donde la superficie de rodadura corresponde a afirmado, mientras que en los tramos con placa-huella se cuenta con cunetas en concreto. Estas vías no cuentan con ningún tipo de señalización.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunas de las condiciones de la infraestructura vial existente junto con una breve descripción de sus características, las cuales permiten ilustrar las condiciones de la infraestructura vial expuestas en las anteriores tablas.

Fotografía 3-1. Estado de la vía Acc V118-V121

Fuente: Aecom - Concol, 2018

En la Fotografía 3-1 se observa que la vía no cuenta con cunetas, y que la estructura de pavimento corresponde a afirmado. Se observa también la presencia de vegetación en el borde externo de vía, así como depósitos de material proveniente del talud en el borde interno de la vía

Fotografía 3-2. Estado de la vía Acc V144-V18

Fuente: Aecom - Concol, 2018

En la Fotografía 3-2 se observa el estado de la vía nacional Bucaramanga – Pamplona, en el tramo del cual se desprenderá el acceso para el ZODME VER 144. Se observan cunetas externas en terreno natural, descolando a las obras de drenaje transversal existente. Se identifica que la capa de rodadura en este sector corresponde a carpeta asfáltica con evidencias de algunas intervenciones asociadas a sellado de grietas longitudinales sobre el borde externo de la calzada.

Fotografía 3-3. Estado de la vía Acc-V148

Fuente: Aecom - Concol, 2018

En la Fotografía 3-3 se observa la sección de la vía Acc-V148, donde se evidencia la falta de delimitación de la sección transversal de la vía, esto debido a la presencia de vegetación compuesta por pastos. Se observan también rama de árboles que obstaculizan parcialmente la visibilidad. La capa de rodadura corresponde a afirmado, no obstante, su estad oes malo debido a la presencia de vegetación dentro de la sección transversal de tránsito.

Fotografía 3-4. Estado de la vía Acc-V156

Fuente: Aecom - Concol, 2018.

En la Fotografía 3-4 se evidencia la presencia de una sección de vía con capa de rodadura en afirmado, sin presencia de cunetas internas o externas. Se evidencia presencia de vegetación en algunos sectores donde se debiera encontrar la cuneta, así como algunos parches de vegetación en la sección transversal.

Fotografía 3-5. Estado de la vía Acc-V156

Fuente: Aecom - Concol, 2018.

En la Fotografía 3-5 se evidencia la presencia de una sección de vía con capa de rodadura en placa huella, con presencia de cunetas laterales en concreto en ambos lados de la sección transversal. Se evidencia que no existe continuidad de la cuneta a lo largo del tramo fotografiado, encontrando que las aguas captadas por la cuneta de la sección en piedra pegada no son entregadas adecuadamente al terreno natural.

Cabe destacar que al interior de las vías industriales se identifican tramos viales en los que la estructura de pavimento corresponde a placa- huella, esto debido a las condiciones topográficas de algunos sitios de las vías veredales existentes, no obstante, la presencia de estas obras es esporádica y obedece a aspectos puntuales de las condiciones topográficas del área de estudio, razón por la cual no se ven reflejadas las longitudes de placa huella en la descripción de las vías de acceso.

3.2.4 Insumos del proyecto

Durante la fase de construcción del proyecto se contempla la utilización de materiales de construcción para ejecutar las obras, combustibles para los equipos y los insumos procesados para las estructuras en concreto, entre otros. Para la utilización de estos materiales se requiere establecer las medidas de manejo, su procedencia y las cantidades estimadas.

La adquisición de estos insumos se hará a través de terceros autorizados, los cuales se relacionaron en la Tabla 3.34.

3.2.4.1 Materiales de construcción

El desarrollo del proyecto requerirá la utilización de materiales pétreos y granulares para las construcciones y adecuaciones de las vías y accesos; dichos materiales se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan licencias minera y ambiental vigentes otorgadas por las respectivas entidades competentes.

No obstante, lo anterior, de identificarse la posibilidad y viabilidad de extraer directamente este material por parte del constructor se realizará los trámites de ley, tanto ambientales como mineros, para proceder a su explotación directa. En ningún caso se realizará sin contar con los permisos legales necesarios.

La necesidad de material de construcción (Sub Base Granular SBG) y la relación de Mezcla Densa Caliente (MDC) para el proyecto se presentan en la Tabla 3.43 y la Tabla 3.44.

Tabla 3.43. Relación de concreto asfáltico requerido para construcción de pavimentos para la UF1.

Mezclas para pavimento flexible	
Tipo de concreto asfáltico	**Volumen concreto asfáltico (m^3)**
Mezcla densa en caliente tipo MDC-19 (Capa rodadura)	1.651,54
Mezcla densa en caliente tipo MDC-25 (capa intermedia)	2.981,55
Volumen total concreto asfáltico	4633.09

Fuente: Sacyr, 2017

Tabla 3.44. Relación de agregados requeridos para la UF1

Agregados requeridos	
Estructura de pavimento	**Volumen total (m^3)**
Base granular con material de préstamo	22.610,58
Base granular para desvíos	0,00
Subbase granular para desvíos	12.165,45
Volumen total de materiales granulares	34.776,03

Fuente: Sacyr, 2017

Se considera procedente el uso de fuentes de materiales de terceros que cuenten con todos los permisos ambientales y mineros, presentando en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, copia de los títulos mineros y/o permisos ambientales vigentes de las empresas proveedoras de material. El listado de proveedores para materiales pétreos se presentó en la Tabla 3.34

3.2.4.2 Combustible

El aprovisionamiento de combustible y lubricantes para equipos y vehículos al servicio del proyecto, se recibirá a través de un operador del proyecto debidamente avalado por las autoridades ambientales.

Según el avance de la obra, dentro de la zona de intervención del proyecto se adecuarán zonas para almacenar combustible de forma temporal, de acuerdo a las necesidades de suministro de la maquinaria.

Estas zonas contarán con buena ventilación y estarán alejadas de fuentes de ignición, de oficinas y áreas administrativas. Igualmente, no se almacenarán con otros productos incompatibles con combustibles y lubricantes.

Las zonas de almacenamiento estarán acorde a la norma NFPA 30, para el almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables, contando con aireación, señalización, hojas de seguridad de los elementos almacenados, cubierta en zinc u otro material no inflamable. Se establecerá el plan de contingencia para indicar el procedimiento a seguir en caso de derrames accidentales.

El combustible será transportado en carrotanques los cuales cuentan con tanques de almacenamiento, motobombas, válvulas, tuberías y mangueras que hacen seguro el suministro. Los lubricantes y aceites podrán ser transportados y entregados en canecas de 55 galones o recipientes más pequeños que cumplan con las normas de seguridad de recipientes y contenedores de combustibles y materiales peligrosos, así como también se considera viable el uso de camiones lubricadores para la distribución de estos insumos a los frentes de obra.

El aprovisionamiento de combustible y lubricantes en los frentes de obra se hará en forma segura y limpia, tomando las medidas necesarias para evitar que se presenten derrames. Lo anterior incluye la revisión previa del estado de acoples y mangueras, empleo de mangueras sin uniones intermedias para evitar fallas de las mismas y registro del estado de los equipos a emplear por el supervisor encargado de las obras previo al cargue de combustibles de los equipos complementarios.

Las hojas de seguridad definidas para los combustibles se presentan en el Capítulo 11 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

3.2.4.3 Insumos procesados

La obtención de insumos procesados como concretos hidráulicos y concretos asfálticos se llevará a cabo mediante la compra de los mismos a terceros autorizados que cuenten con títulos mineros y licencias ambientales vigentes.

Debido al carácter temporal y móvil de los frentes de obra, los campamentos y otras instalaciones requeridas para el desarrollo de las obras, no se considera la definición de zonas de acopio permanente de insumos procesados, y se optará por disponer en los frentes de obra de insumos procesados, con el propósito de no disponer de grandes extensiones de terreno para tal fin.

La disposición de los insumos procesados se llevará a cabo lateralmente sobre la vía proyectada y/ o la vía existente, manteniendo un adecuado aislamiento de forma tal que estos acopios temporales no representen condiciones de riesgo para el personal, ni afecten la calidad de los insumos suministrados para la obra.

3.2.4.3.1 Cantidades de concretos requeridas para la UF

Las cantidades estimadas de concreto requeridas para acometer las obras civiles correspondientes a la UF1, se relacionan en la Tabla 3.45.

Tabla 3.45. Relación de concretos requeridos para la UF1

Tipo de Concreto	Volumen concreto (m³)
Concreto para túnel	37.428
Concreto para muros	5.383
Concreto para drenajes	1.226
Concreto para sostenimiento	103
Volumen total de Concreto UF1	44.140

Fuente: Sacyr, 2017

3.2.4.3.2 Mantenimiento

El mantenimiento de equipos y maquinaria será realizado en talleres autorizados de la región, y los vehículos y la maquinaria, así como los demás equipos a utilizar, serán sometidos a mantenimientos periódicos que incluirán limpieza, suministro de combustibles, engrase y cambios de aceite.

Mantenimiento mecánico: Comprende las actividades de mantenimiento que se ejecutan a los equipos industriales en las instalaciones de los talleres y centro de acopio; tales como limpieza, soldadura, cambio de piezas, montaje y desmontaje de estructuras, cambio de bandas transportadoras, engrase, entre otras. Incluye la inspección de los equipos para detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Mantenimiento eléctrico: Comprende las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo sobre los componentes eléctricos de los equipos y de la maquinaria en general; tales como revisión y cambio de cableado, funcionamiento de dispositivos eléctricos, así como de los demás accesorios de carácter eléctrico del equipo (Diodos, transistores, circuitos, codificadores, etc.).

Se considera también dentro de las actividades de mantenimiento, su ejecución a través de terceros autorizados para tal fin. Adicionalmente se considera que la actividad de lavado de mixers se haga en los frentes de obra y que el agua residual sea tratada por medio de sistemas cerrado (decantación y sedimentación), o por medio de terceros autorizados para tal fin. Una vez, el agua residual sea tratada se prevé la reutilización de esta en lavado de mixer, humectación de vías y terraplenes, etc.

3.2.4.3.3 Material sobrante y cantidad de material a disponer

La disposición de los materiales sobrantes de los procesos constructivos se realizará en las Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación conocidas como ZODME o en escombreras autorizadas para el acopio y disposición final de residuos de construcción (RCD) (Ver anexo 3.6).

Los Residuos de Construcción y Demolición – RCD solo podrán ser dispuestos en escombreras autorizadas, para el proyecto se estima la generación de 2.234 m^3.

Para la UF1 se solicitan siete 7 ZODMES. Los diferentes volúmenes que se consideran dentro del análisis de capacidad de ZODMES, así como la información proveniente de la curva de masas se presentan a continuación:

Tabla 3.46. Relación de volúmenes de materiales sobrantes de excavación para la UF1

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
Material sobrante de excavación (Sin factor de expansión)	m³	631.326,59
Material sobrante de excavación (Con factor de expansión - 1.06)	m³	669.206,18
Residuos de Construcción y Demolición (RCD) a disponer en escombreras autorizadas	m³	2.234
Volumen de material aprovechable proveniente de excavaciones	m³	126.265,03
Capacidad de acopio de las ZODMES en la UF1	m³	628.607
Volumen total de material a disponer en las ZODMES	m³	542.940
Volumen de material proveniente de excavación a disponer en escombreras	m³	2.234

Fuente: Aecom – Concol, 2018

Para el caso de la UF1, se evidencia que la capacidad de acopio de las 7 ZODMES proyectadas en esta UF cuentan con la capacidad suficiente para acopiar la totalidad del volumen de excavación de material con factor de expansión, una vez descontado el volumen de material aprovechable para la conformación de terraplenes.

Para el caso de los residuos de construcción y demolición (RCD), los procedimientos de recolección, acopio temporal, transporte y disposición final con terceros autorizados para tal fin, se llevará a cabo de conformidad con las disposiciones indicadas en la Resolución 0472 de 2017 “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones”

Dentro de las alternativas para la disposición final de RCD se plantea el uso de escombreras municipales: Escombrera Municipal de Cúcuta y Escombrera Metropolitana Agualinda ubicada en el municipio de Los Patios, estas dos en el departamento de Norte de Santander, esta información en su momento será reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental ICA donde será reportará los avances realizados en la conformación de cada ZODME, reportando los volúmenes dispuestos. Ver anexo 3 - 6.

3.2.4.4 Explosivos

El uso de explosivo se realizará con cargas preformadas. Los cartuchos irán colocados según los diferentes planes de tiro sobre vainas de plástico rajadas longitudinalmente (tubos

omegas) que serán de la misma longitud que el taladro. Este sistema ofrece la ventaja de que las vainas pueden ser preparadas en el exterior de los túneles y su introducción en el taladro perforado será muy rápida.

De esta manera, los tiempos de carga son menores y además la manipulación del explosivo se realiza en un lugar apartado del frente, mejorando por tanto la seguridad. Esta labor será realizada por artilleros especialistas.

Como precaución a la posible generación de algún tipo de corriente errática los detonadores que se utilizarán durante la ejecución de las obras serán no eléctricos. Estos detonadores proporcionan una seguridad mucho mayor que la que pudiesen ofrecer los detonadores eléctricos.

Las voladuras se cargarán según el plan de tiro en el cual se reflejará la situación de los detonadores, así como la carga que lleva cada taladro.

Teniendo en cuenta las características del macizo rocoso que se va a excavar, se ha previsto utilizar explosivos encartuchados. Como carga de fondo se utilizarán cartuchos de 40 mm sin embargo, como carga de columna el diámetro de los cartuchos será de 26 mm.

Para las labores de precorte en las cuales se requiere una concentración de carga no excesiva con el objeto de no dañar la roca se utilizará también explosivos gelatinosos o hidrogeles específicos para tiros de precorte o recorte.

Para el almacenamiento de estos insumos se cuenta con un polvorín localizado sobre la margen derecha de la vía industrial V1, a 300m, y con el centroide del polígono de localización en las coordenadas E = 1.159.122,17, N = 1.309.186,45. Se dispondrá de un área de almacenamiento de 0,27 Ha para el acopio y almacenamiento. Ver Anexo 3.7

3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición

El Proyecto generará básicamente dos tipos de materiales que serán dispuestos en las Zonas de Manejo de Material de Excavación - ZODME o en áreas de terceros que cuenten con autorización para tal fin: Se generarán Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y material sobrante de excavación.

Los materiales sobrantes de excavación serán dispuestos en las ZODMES del proyecto, que son áreas diseñadas específicamente para el acopio y disposición final de los materiales no reutilizables provenientes de las excavaciones, material de derrumbes o excavaciones para la construcción de obras temporales y permanentes.

Los residuos clasificados como de construcción y demolición (RCD) deberán ser dispuestos en escombreras, las cuales cuentan con características de diseño diferentes a las de las ZODMES, esto debido a la naturaleza de los residuos finales a disponer, así como al comportamiento mecánico de los mismos.

Material sobrante de excavación:

Material arcilloso, rocoso o granular proveniente de las excavaciones y que no cumple con las especificaciones técnicas para ser utilizado como material en las obras de construcción, serán dispuestos en las ZODME autorizadas o en escombreras autorizadas.

El manejo y la disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición en la UF1 se tienen establecidos 7 sitios para ZODME, las cuales son zonas de disposición de materiales sobrantes de excavación y su objetivo primordial es alojar de forma permanente el material sobrante de excavación generado durante las actividades constructivas, bajo condiciones seguras que causen un impacto ambiental mínimo, para lo cual en la Tabla 3.47 se presentan estas ZODME con la relación de áreas estimadas a utilizar para disponer en cada uno de los sitios identificados e indicando las características generales.

Las coordenadas relacionadas corresponden a los puntos centroides de cada una de los polígonos propuestos.

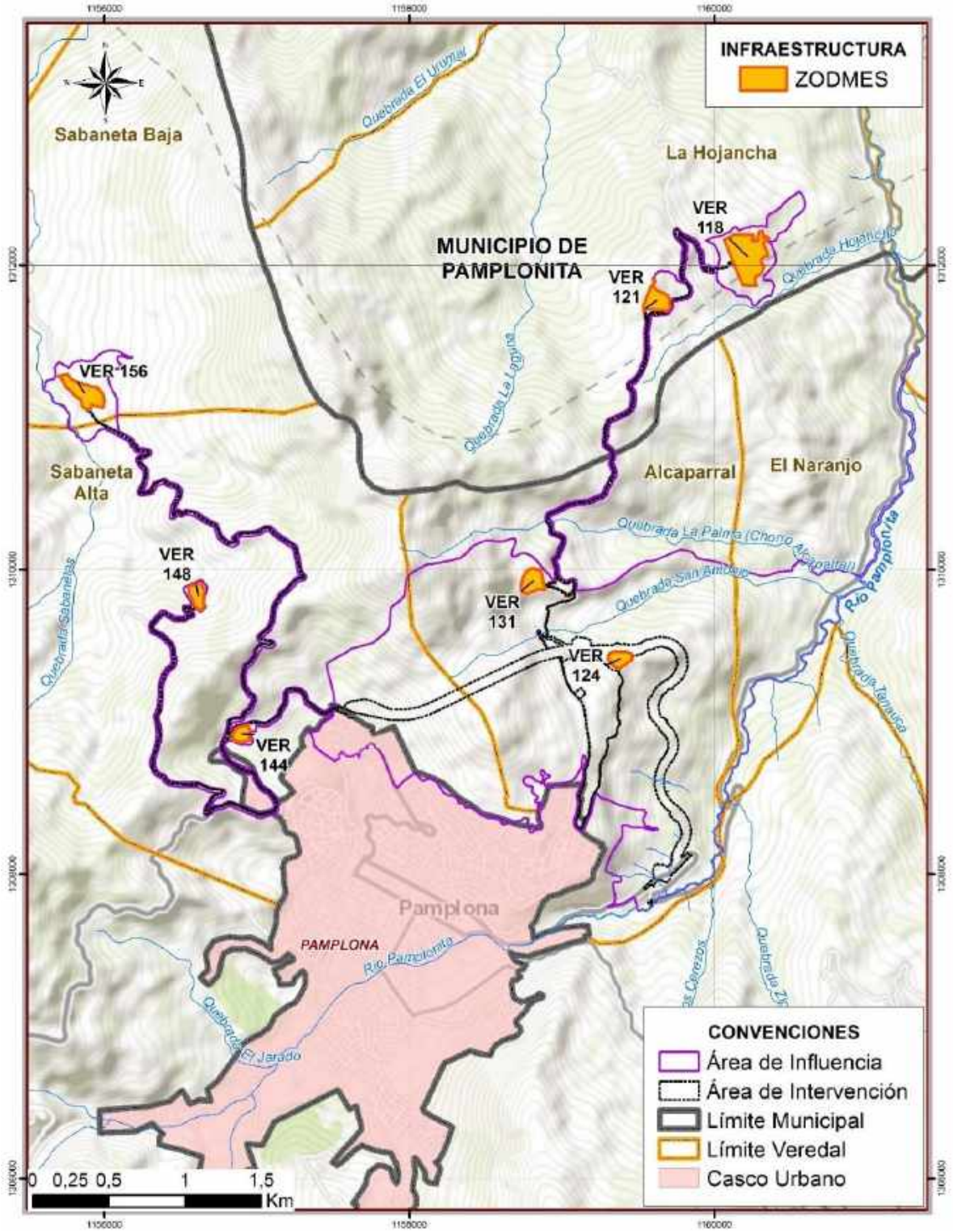
Tabla 3.47. Relación de ZODME para la UF1

ZODME	Coordenadas Magna Sirgas, Origen Bogotá		Capacidad de acopio aproximada (m^3)
	Este	Norte	
VER 118	1.160.194	1.312.066	263.010
VER121	1.159.641	1.311.768	55.447
VER124	1.159.371	1.309.414	71.914
VER131	1.158.820	1.309.917	52.504
VER144	1.156.901	1.308.919	35.222
VER148	1.156.611	1.309.820	38.058
VER156	1.155.878	1.311.155	112.452
VOLÚMENES TOTALES			**628.607**

Fuente: Sacyr, 2017

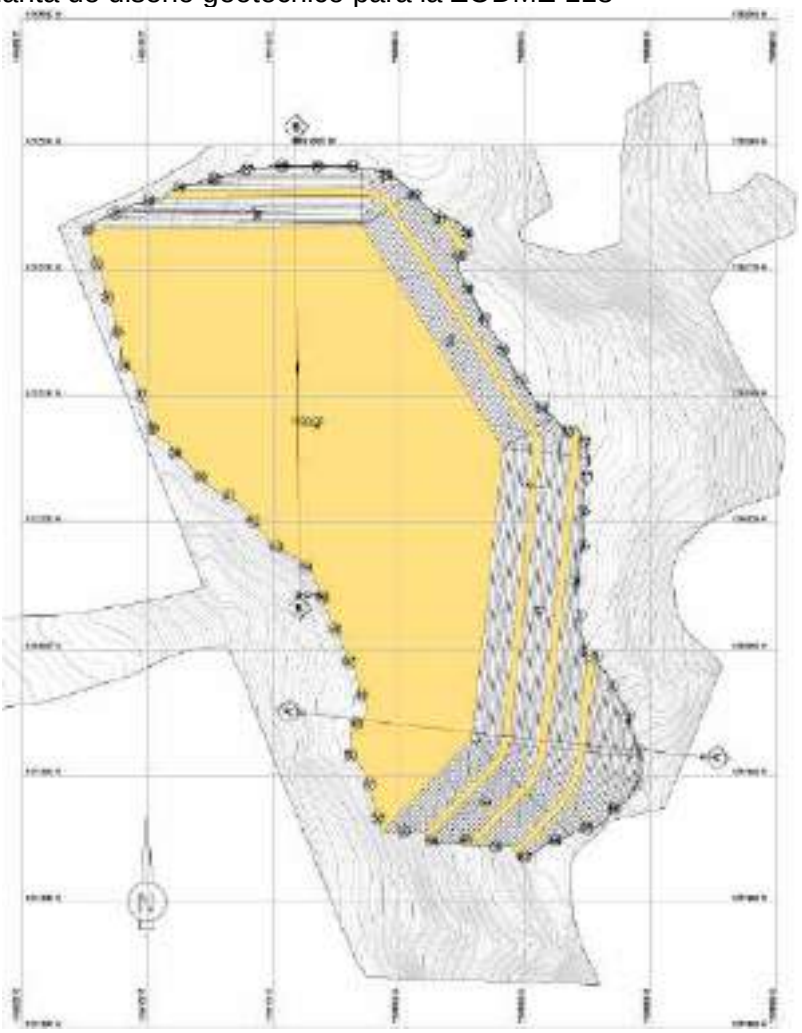
Con base en la información de ubicación de las zonas de disposición de material, se tiene que la capacidad de acopio estimado de las ZODMES es del orden de 628.607 m^3. La localización de las ZODMES con respecto a la UF1 se muestra en la Figura 3.35 a la Figura 3.49

Figura 3.35. Localización de ZODMES proyectadas para la UF1



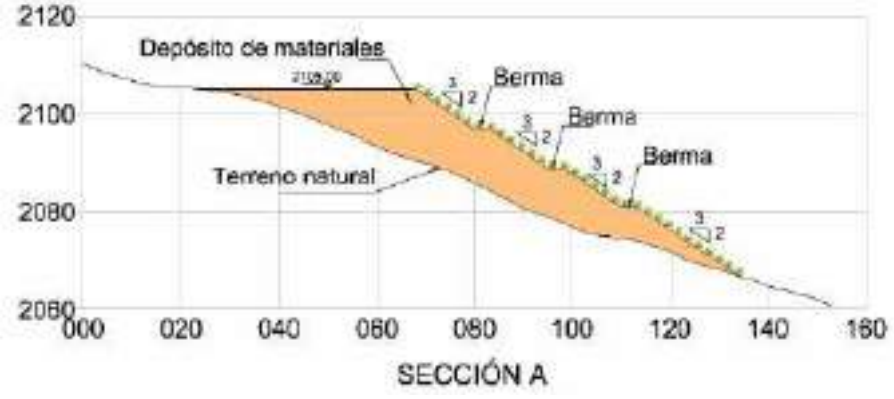
Fuente: Aecom - Concol, 2017

Figura 3.36. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 118



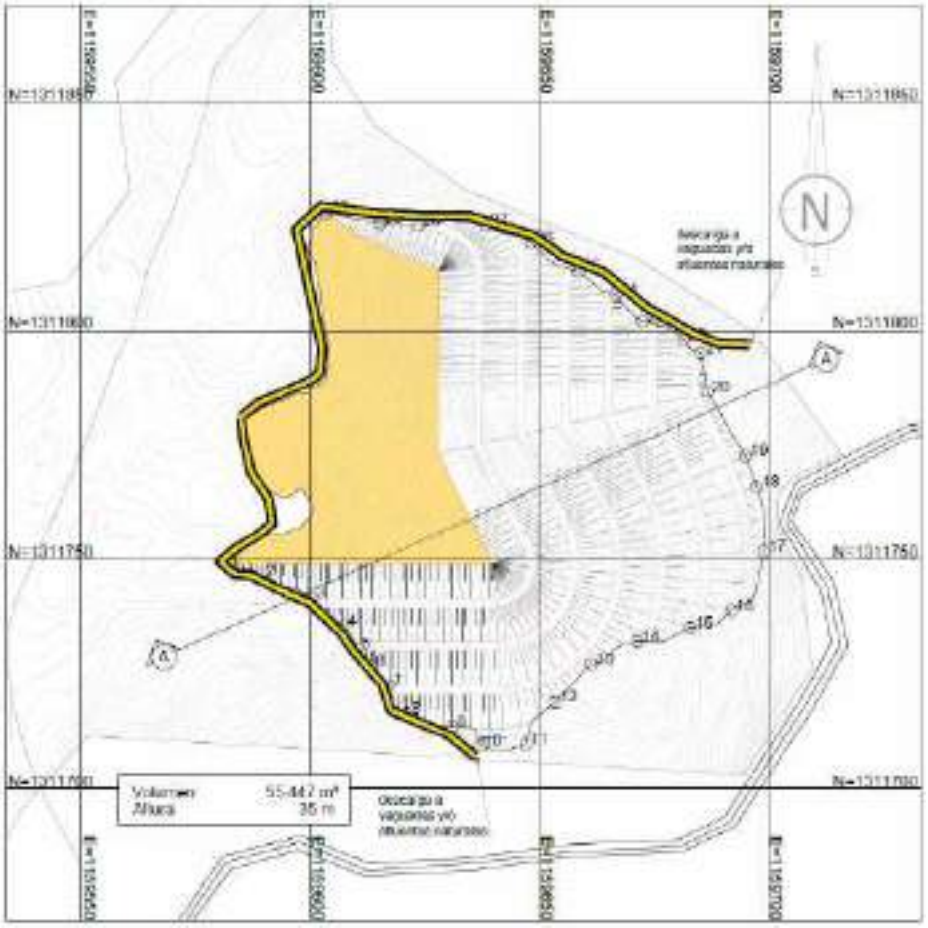
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.37. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 118



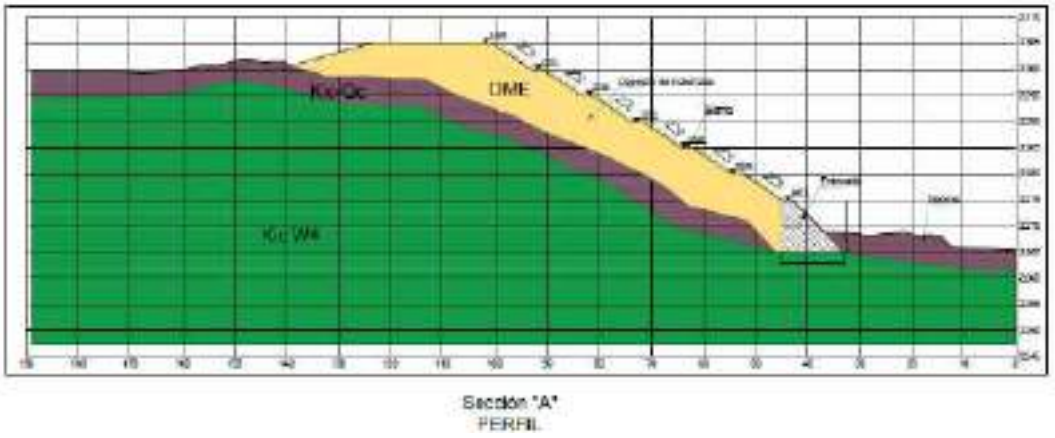
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.38. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 121



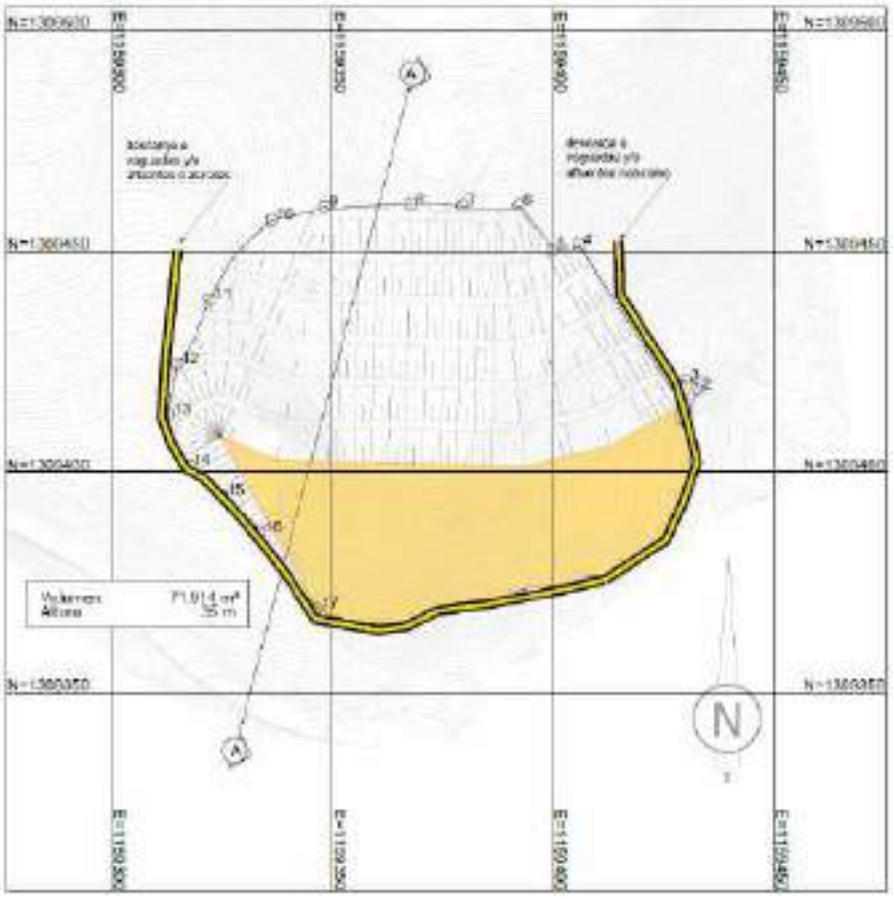
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.39. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 121



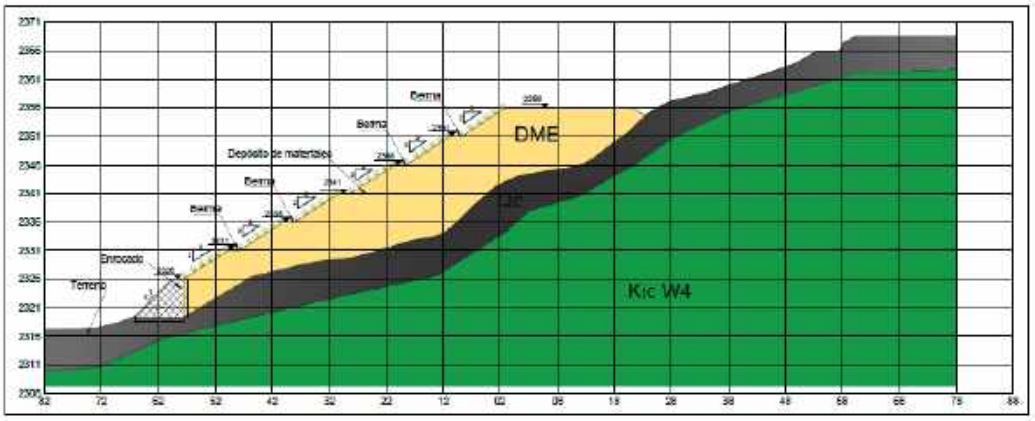
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.40. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 124



Fuente: Sacyr, 2018

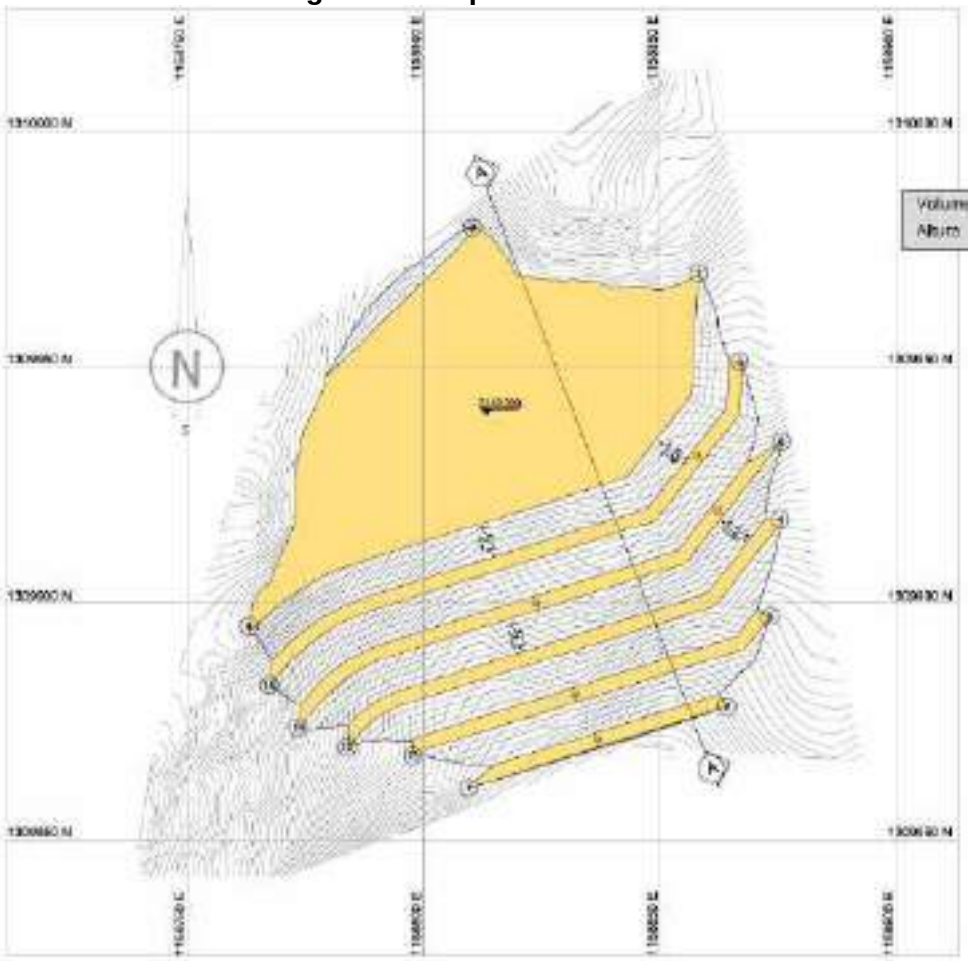
Figura 3.41. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 124



Sección "A"

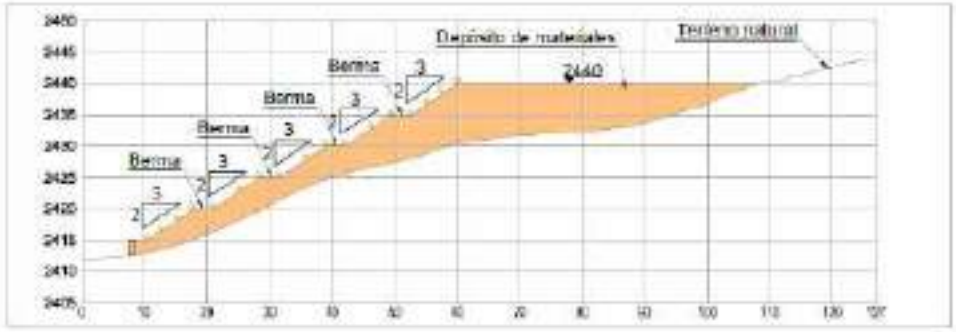
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.42. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 131



Fuente: Sacyr, 2018

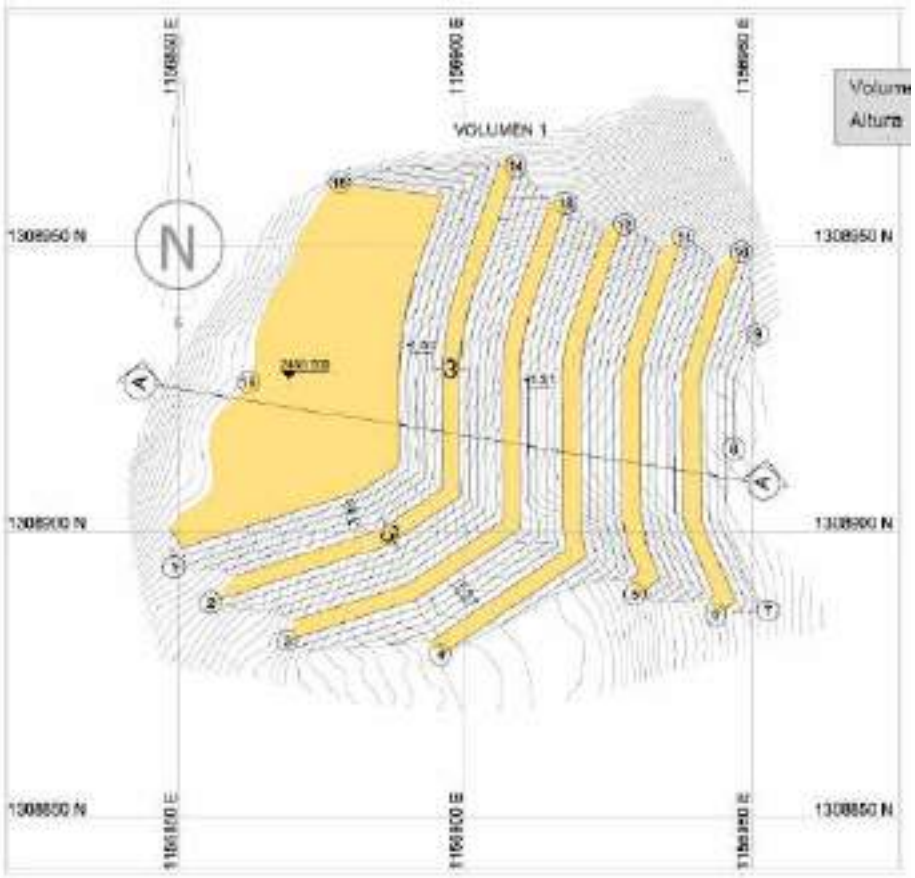
Figura 3.43. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 131



SECCIÓN A

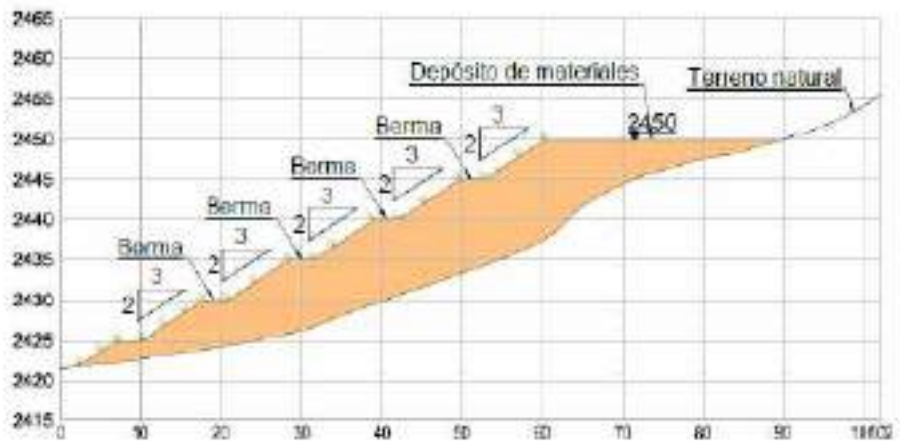
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.44. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 144



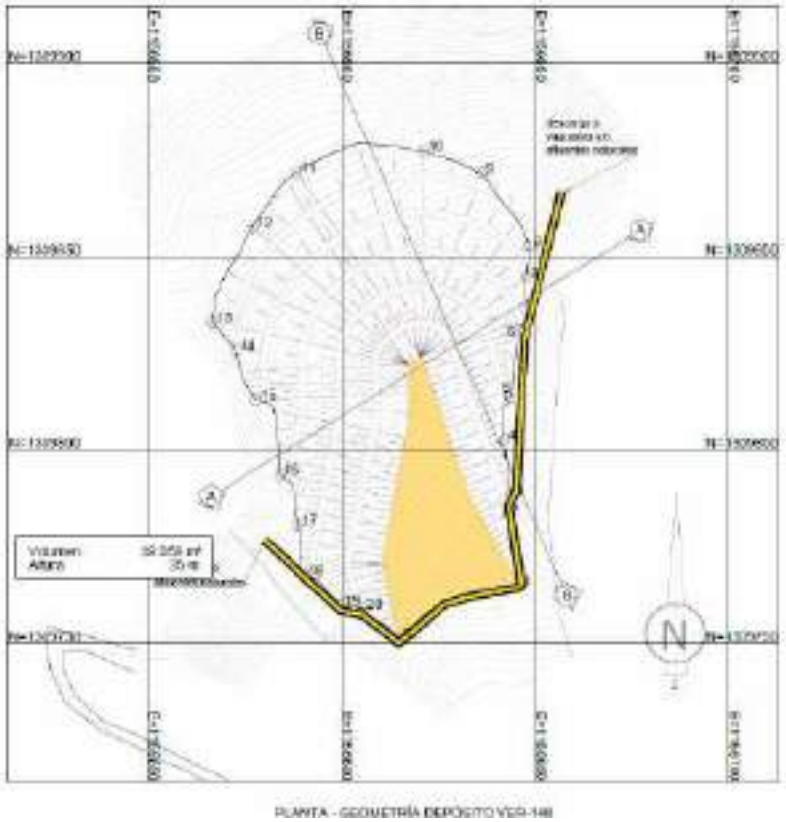
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.45. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 144



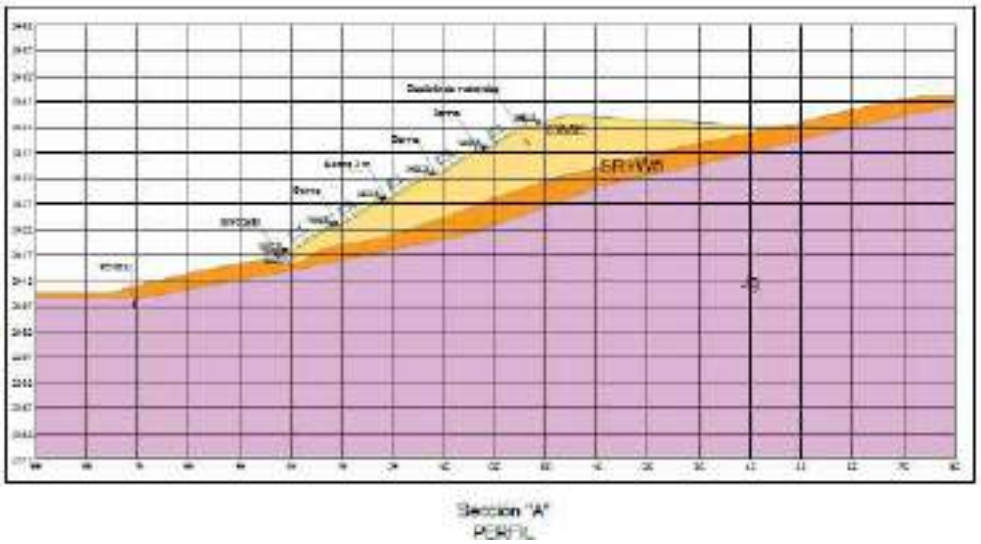
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.46. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 148



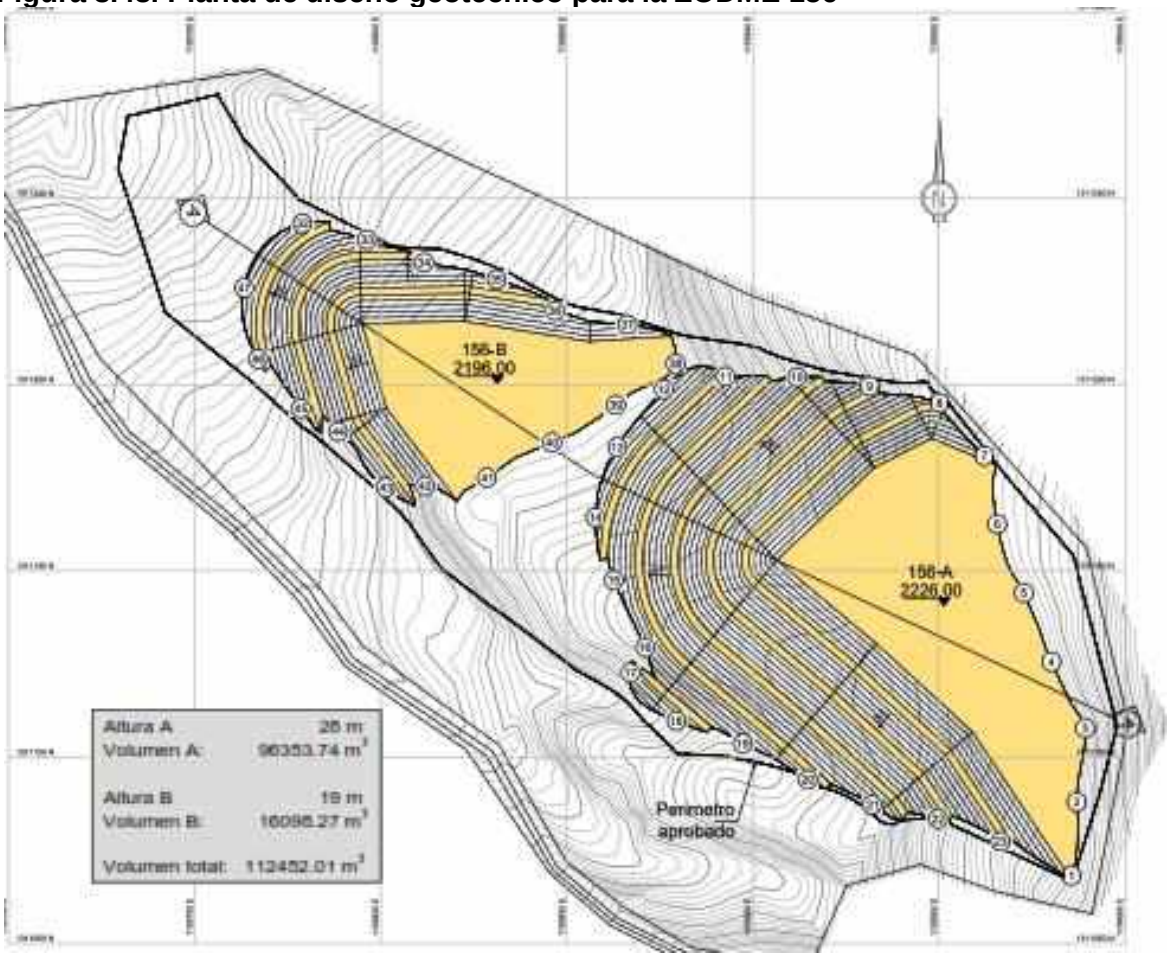
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.47. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 148



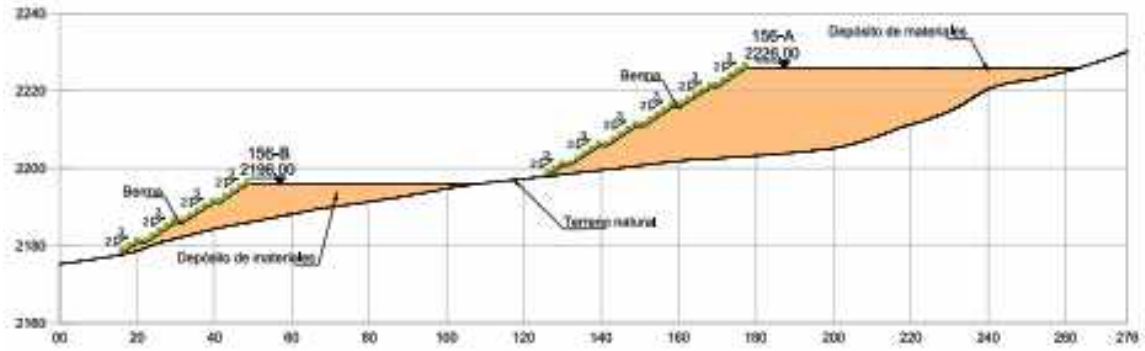
Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.48. Planta de diseño geotécnico para la ZODME 156



Fuente: Sacyr, 2018

Figura 3.49. Sección transversal de diseño geotécnico para la ZODME 156



Fuente: Sacyr, 2018

Los detalles de los análisis de estabilidad ejecutados tanto para las ZODME´s como para los enrocados de conformación se encuentran consignados en el Anexo 3 – Diseño.

El origen de material a disponer en las ZODME corresponde a lo generado por las actividades de construcción contempladas en la UF1, la rutas a utilizar para el transporte de material sobrante serán desde los frentes de obra por medio de adecuación de vías o por la Ruta Nacional 55 -05 (UF6), Tabla 3.37. Las medidas de manejo para el transporte de estos materiales cumplen con lo establecido en la resolución 541 de 1994 y la resolución 472 de 2017, estas medidas son establecidas en el PMA del presente estudio, capítulo 11.1.1.

Cabe resaltar que las áreas reportadas de ZODME´s y coordenadas de centroides definidas para cada una de ellas corresponden a la huella en planta definida a partir del diseño geotécnico, razón por la cual estos valores pueden ser inferiores a los correspondientes a las áreas de intervención e influencia del proyecto, por cuanto la estimación de áreas de intervención e influencia asociadas a este tipo de obras fue considerada conservadoramente mayor a las áreas que efectivamente van a ser utilizadas para la conformación de dichas estructuras.

Previa conformación de las ZODME´s, se plantea la construcción de obras de drenaje subsuperficial, correspondiente a filtros drenantes en espina de pescado a lo largo de las áreas de conformación de cada una de las ZODME´s, y en los diferentes niveles de bermas se proyecta la localización de cunetas perimetrales que permitirán la adecuada colección de las aguas de escorrentía superficial para su posterior entrega a cuerpos de agua presentes en el perímetro de estas estructuras. Los planos de detalle para la construcción de estas obras hidráulicas se encuentran en el Anexo 3 – Diseño/Diseño de ZODME´s.

La información detallada correspondiente a aspectos de diseño tales como:

- Análisis de estabilidad geotécnica general de los taludes de conformación de las ZODMES.

- Análisis de estabilidad de obras de contención para niveles inferiores de las ZODME´s.
- Diseños hidráulicos de las obras de drenaje superficial y subsuperficial de las ZODME´s.

Se encuentra consignada en el Anexo 3 – Diseño, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

La localización general de las ZODMES proyectadas se encuentra en el Plano VAPA_005_EIA_CP_IA_001_SIG, correspondiente al plano en escala 1:25.000 de infraestructura asociada al proyecto, incluido en el Anexo 1. Adicionalmente, la información correspondiente al diseño geotécnico de las ZODMES se encuentra en el Anexo 3 – Diseño.

- *Conclusiones y recomendaciones de construcción para las ZODMES*

De los diseños presentados de las ZODMES propuestas para la UF1 se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Dada las condiciones topográficas de las zonas de localización de los ZODMES, se pueden realizar capas de lleno con una altura máxima entre bermas de cinco (5) metros y una pendiente con relación de 1.5H:1.0V, 1.7H:1.0V y 2.0H:1.0V, de acuerdo a análisis locales geológicos- geotécnicos de las zonas y previos diseños y evaluaciones.
- El comportamiento de la estructura general en las condiciones de análisis de estabilidad estática, pseudoestático, con presencia de nivel freático en la base, y nivel freático en el lleno, arrojan en promedio factores de seguridad menores a 1.5 y 1.1, lo que indica, analizar las condiciones locales desde el punto de vista geotécnico para verificar la capacidad portante del terreno de cimentación y materiales de fundación. Por lo cual se espera pueda variar en el momento que se cuente con exploración de campo y ensayos de laboratorio específicos.
- Las aguas de escorrentía encauzadas por vaguadas, en zonas de alta pendiente, transportan material granular, de tamaños que van desde lodos a bloques subangulares métricos, son un agente latente de inestabilidad que actúa principalmente en la temporada invernal, promoviendo el movimiento por lubricación y saturación de los materiales.
- El planteamiento geométrico inicialmente evaluado (en secciones transversales) de los ZODMES resultó geotécnicamente estable cuando se evalúa con los parámetros geotécnicos adoptados en el presente informe. Cabe resaltar que a la fecha de la elaboración del informe no se cuenta con exploraciones ni ensayos de campo, de forma local para cada zona de depósito sino a modo general con la exploración hecha para el corredor vial.
- Los factores que inciden en el comportamiento y estabilidad geotécnica del depósito son: pendiente del terreno, materiales y geometría de apoyo, geometría del depósito, nivel de las aguas, características de los materiales que conforman el lleno, calidad y control en el proceso constructivo. Con lo anterior un depósito de pendientes 2H/1V resulta la pendiente más estable, en comparación a los ZODMES evaluados con pendientes 1.7H:1.0V y 1.5H:1.0V. Sin embargo, es de vital importancia caracterizar el suelo de fundación previo a la construcción.
- A partir de lo mostrado en los análisis de estabilidad en escenarios considerando un

incremento del nivel de aguas dentro del cuerpo del depósito, en las condiciones geométricas y de materiales propuestas, se encuentra que si llega a presentarse un incremento de las aguas dentro del depósito se generaría una inestabilidad; por lo que se concluye que es primordial un diseño y construcción de obras hidráulicas adecuadas para la captación, conducción y evacuación de todo tipo de aguas (freáticas, infiltradas o de escorrentía) que aseguren la completa estanqueidad del depósito.

3.2.5.1 Análisis de estabilidad

Los Factores de Seguridad fueron validados con base en los criterios de valores límites admisibles para factores de seguridad básicos sugeridos en el Capítulo H.3 de la Norma Sismo-resistente colombiana, 2010 (NSR-10).

Para el análisis de estabilidad pseudo estático, implementando las obras de estabilidad, se tendrá en cuenta un coeficiente de aceleración horizontal de 0.19g, equivalente al 60% de Aa, para un sismo con un periodo de retorno de 475 años.

3.2.5.2 Características de ZODMES

Para determinar las áreas de ZODME se contempló zonas de baja pendiente, con cobertura vegetal de pastos limpios, sitios con características de estabilidad geotécnica buenas, y quedando lo suficientemente alejado de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel de las aguas altas sobrepase la cota más baja de los materiales colocados en el depósito.

El material sobrante a disponer en las ZODME proyectados para la UF1, corresponde en su totalidad al proveniente del descapote y movimientos de tierra de las áreas a intervenir, al igual que el material de excavación de las zonas de préstamo que no cumpla con las características físicas y técnicas adecuadas para ser usado en las obras y los residuos vegetales producto de la rocería y corte de vegetación.

El material de descapote se dispondrá en primera instancia sobre los taludes de los terraplenes de las vías de acceso a las dos ZODME y en las plataformas superiores, así como para el relleno de las zonas de préstamo, como medida complementaria que ayuda en la revegetalización de las áreas intervenidas.

El diseño de la UF1 se ha realizado teniendo en cuenta la premisa de la compensación de tierra para evitar el excedente de materiales y, por tanto, la creación de áreas de depósito de materiales sobrantes.

Sin embargo, durante la etapa de construcción de la UF1 será necesario contar con las ZODME ya que la topografía de la zona, notablemente ondulada, no permite hacer un manejo compensado de movimiento de tierras.

3.2.5.3 Identificación de interferencias de las ZODME´s con infraestructura existente

Finalmente, se llevó a cabo una revisión de las ZODMES con el propósito de identificar las posibles interferencias de este tipo de estructuras con cuerpos de agua y edificaciones. El resultado de esta evaluación permitió concluir que la localización de las ZODMES no presenta interferencias con vías existentes o viviendas dentro de las áreas de influencia e intervención del proyecto.

3.2.5.4 Uso final de ZODME, abandono y cierre

Teniendo en cuenta que el uso del suelo establecido en el Plan de Ordenamiento de la Cuenca del Rio Pamplonita para las aras de ZODME´s, corresponde a áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales, y que el uso actual de estas áreas está destinada principalmente a actividades pecuarias, se propone que el uso final posterior al abandono de las instalaciones, este en concordancia con el uso permitido.

3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos

El proyecto contempla la generación de residuos peligrosos y no peligrosos provenientes de las distintas actividades constructivas, operación de campamentos y plantas de asfalto y concreto.

En este contexto en el presente numeral se describen las características de los residuos sólidos y se propone el modelo de gestión a implementar, ciñéndose a los lineamientos y requisitos establecidos en la normatividad nacional y local vigente, con base en los principios de prevención y reducción en la fuente en aras de minimizar y controlar los potenciales impactos que se producen sobre el ambiente.

En términos generales en el proyecto de construcción del proyecto vial se espera generar residuos que se clasificaran en tres grandes categorías: Residuos de construcción (escombros y lodos), residuos domésticos (convencionales) y residuos industriales.

A continuación, se describen las generalidades de la gestión de residuos que son objeto de autorización en el presente estudio de impacto ambiental.

3.2.6.1 Clasificación y cuantificación de los residuos sólidos

En la construcción de las obras se generan residuos sólidos provenientes del descapote, las excavaciones, demoliciones, lodos de instalación de pilotes; los cuales pueden ser reutilizados en las obras para la reconformación de taludes, canteras y/o nivelación del terreno. No obstante, dadas las características mecánicas del material de corte esperado, se debe evaluar su posible reutilización en los rellenos de la vía, si no es posible ningún tipo de aprovechamiento es procedente la identificación de sitios para la disposición final

controlada del material sobrante.

A continuación, se describen las características de los generados en las actividades constructivas:

i. Tipo 1. Escombros: Material arcilloso, rocoso o granular proveniente de las excavaciones y que no cumple con las especificaciones técnicas para ser utilizado como material de obras; Son aprovechables siempre y cuando no estén contaminados.
ii. Tipo 2. Sobrantes de material de descapote: Material orgánico proveniente de las actividades desmonte y descapote. Se consideran residuos aprovechables biodegradables
iii. Tipo 3. Lodos: Residuos con alto porcentaje de humedad y lodos bentoníticos.
iv. Tipo 4. Residuos de construcción (RCD): a los residuos de demoliciones de estructuras existentes, residuos de concreto. Su disposición final se llevará a cabo en escombreras o a ZODMES que contemplen dentro de sus diseños la posibilidad de acopiar residuos sólidos de estas características.

3.2.6.2 Clasificación de los residuos sólidos domésticos

Durante el desarrollo del proyecto en sus dos etapas se generarán diversos tipos de residuos domésticos u ordinarios, los cuales se reducirán considerablemente en la etapa de operación, teniendo en cuenta la disminución en el número de personas en los campamentos. Se realizará una gestión integral de residuos sólidos, para la cual es necesario identificar y clasificar los residuos domésticos e industriales según sus características:

i. Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables: corresponden a envolturas y envases limpios de vidrio, plástico, cartón, madera, papel o PET (envases de gaseosas); periódicos, revistas, folletos, catálogos, cuadernos, hojas de papel, fotocopias, sobres, tarjetas, cartón, bolsas de papel, cajas, cartulinas y cartones, latas vacías y aplastadas; todos en buen estado, que no estén húmedos o sucios, ni con restos de alimentos.
ii. Tipo 2. Residuos orgánicos: todos los desperdicios orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, alimentos descompuestos etc.) que pueden ser transformados en suelo orgánico o abono a través del proceso de compostaje, o aprovechados para alimento de especies domésticas.
iii. Tipo 3. Residuos no aprovechables: como su nombre lo indica son residuos que no tienen ningún valor para el reciclaje y van normalmente a los rellenos sanitarios; en general los que estén sucios, con restos de comida, o mojados, como empaques o envases de papel, cartón, plástico o caucho, bolsas de mecato, icopor, tetra pack, papel carbón, servilletas y papel higiénico, barrido y colillas de cigarrillo.

3.2.6.3 Clasificación de los residuos sólidos industriales

i. Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables: a este grupo corresponden materiales

sobrantes de construcción como el vidrio, aluminio, madera, embalajes de cartón y plástico, y la chatarra.

ii. Tipo 2. Residuos peligrosos o contaminados: se consideran en este grupo los geotextiles (geomembranas), lonas, guantes, zapatos, estopa, en general, los materiales utilizados para contener o recoger derrames de combustibles o aceites, los filtros de aceite y gasolina, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites y/o hidrocarburos, como producto de las actividades normales de mantenimiento de maquinaria, equipos y herramientas; empaques y envases provenientes de los combustibles, lubricantes, solventes, cemento, pinturas, aceites, anticorrosivos, etc., y las colillas de soldadura.

También en este grupo se incluyen las baterías de aparatos eléctricos, equipos de telefonía móvil o sus partes, equipos de oficina, tales como computadores o sus partes, equipos de conectividad (módems, decodificadores), fax, copiadoras, impresoras, etc.

iii. Los residuos provenientes de la enfermería, como gasas, algodones, jeringas, etc., que han estado en contacto con fluidos corporales, también se consideran residuos peligrosos, con un riesgo potencial a los seres humanos u otros organismos vivos debido a que no son degradables, pueden acumularse biológicamente, pueden ser letales o pueden causar efectos perjudiciales acumulativos.

iv. Tipo 3. Residuos no aprovechables – basura: son residuos que no pueden ser reciclados o aprovechados posteriormente, y van normalmente a los rellenos sanitarios; corresponden a pedazos de láminas de metal, tubería, trapos, etc.

En caso de generarse otros residuos industriales, peligrosos o contaminados, el contratista para cada actividad se encargará de almacenarlos debidamente hasta que una empresa certificada, que cuente con licencia ambiental se haga cargo del manejo y disposición final de esta clase de residuos.

3.2.6.4 Volúmenes a general

En el presente capítulo se hace descripción de los posibles volúmenes de residuos que se generarán, basados en datos de proyectos similares realizados por el consultor.

3.2.6.4.1 Residuos de construcción

De acuerdo al cronograma del proyecto se espera que la etapa de construcción de la vía tenga una duración del orden de 4 años, en los cuales se espera la generación sólidos provenientes del descapote, las excavaciones, demoliciones, lodos de instalación de pilotes. Se estima que la cantidad estimada de residuos de construcción estará discriminada de la siguiente manera:

i. 631.326,59 m^3 de excavaciones
ii. 2.234 m^3 demoliciones de estructuras existentes

3.2.6.4.2 Residuos de aprovechamiento forestal

De acuerdo al cronograma del proyecto se espera que la etapa de construcción de la vía tenga una duración del orden de 4 años, en los cuales se espera la generación sólidos provenientes del descapote, las excavaciones, demoliciones, lodos de instalación de pilotes.

En la Tabla 3.48 se presenta el resumen el volumen estimado de residuos provenientes del aprovechamiento forestal por cada una de las coberturas encontradas. El volumen de residuos está determinado como el 30% del volumen estimado de aprovechamiento forestal y corresponde básicamente a la fracción de follaje y residuos no aprovechables. Respecto a la fracción aprovechable se acatarán las medidas establecidas en la ficha Manejo del aprovechamiento forestal.

Tabla 3.48 Resumen aprovechamiento forestal por cobertura

Tipo de Área	Volumen Solicitado (m^3)
Naturales (Muestreo)	56.70
Antrópicas (Censo)	699,94
Total, General	**756,64**

Fuente: Sacyr, 2017

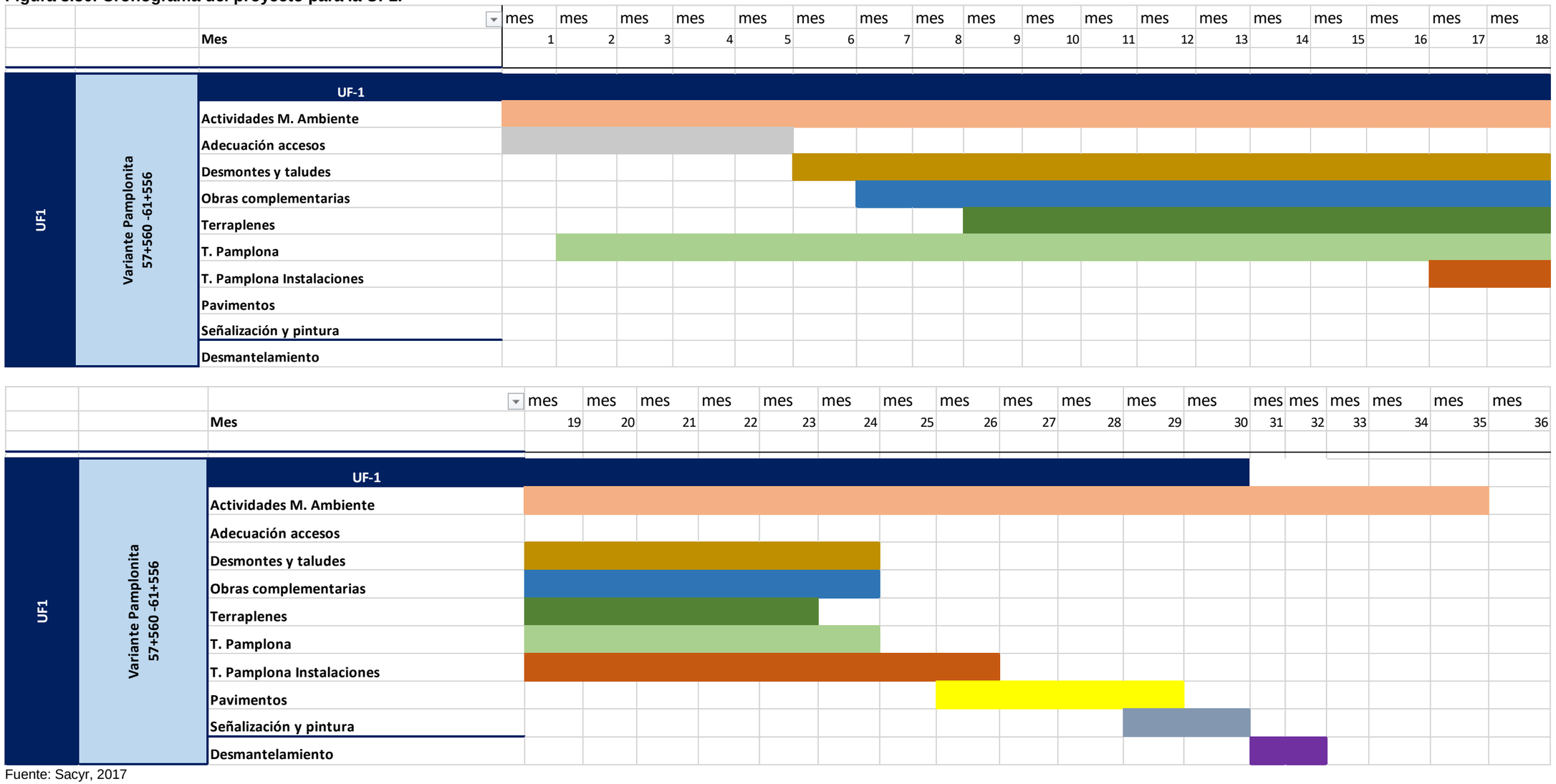
3.2.7 Costos del proyecto

El costo del proyecto para la UF1es de doscientos trece mil seiscientos cuarenta y cinco millones ciento treinta y tres mil pesos ($213.645.133 – valor en miles de pesos)

3.2.8 Cronograma del proyecto

El cronograma general de ejecución de actividades para la construcción de la UF1se presenta en la Figura 3.50

Figura 3.50. Cronograma del proyecto para la UF1.

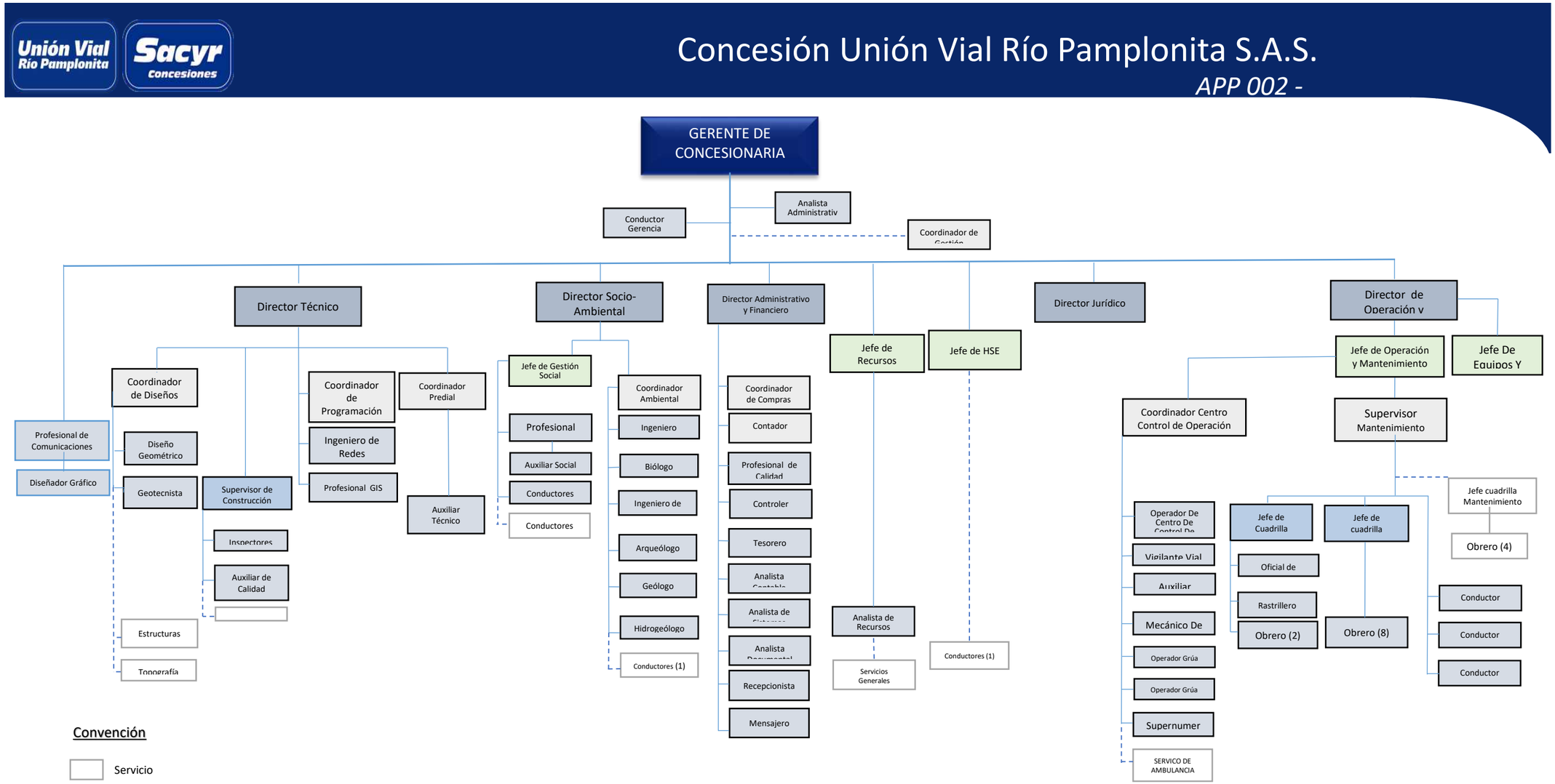


Fuente: Sacyr, 2017

3.2.9 Organización del proyecto

El organigrama definido para el proyecto se presenta en la Figura 3.51

Figura 3.51. Organigrama del proyecto



Fuente: UVRP, 2017

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 4. ÀREAS DE INFLUENCIA

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTAORREDOR 4G PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 4 ÁREA DE INFLUENCIA

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

4. ÁREAS DE INFLUENCIA 1
4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS 1
4.1.1 Determinación de implicaciones constructivas: 1
4.1.2 Consultar la información secundaria disponible: 2
4.1.3 Evaluación inicial ambiental: 2
4.1.4 Determinación del área de influencia preliminar: 2
4.1.5 Ajuste iterativo del área preliminar: 3
4.2 CRITERIOS DE DELIMITACIÓN 3
4.2.1 Criterios Abióticos 3
4.2.1.1 Cuencas hidrográficas: 3
4.2.1.2 Vaguadas de cauces importantes (Hidrología): 3
4.2.1.3 Barreras Naturales o Artificiales relevantes: 3
4.2.1.4 Curvas de Nivel: 4
4.2.1.5 Hidrogeología (zonas de recarga de acuíferos): 4
4.2.1.6 Zona de reserva vial (Ley 1228 de 2008): 4
4.2.2 Criterios Bióticos 4
4.2.3 Criterios Socioeconómicos 7
4.3 DEFINICIÓN IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 8
4.3.1 Área de influencia Preliminar 8
4.3.1.1 Área de influencia Preliminar Físico – Biótica 8
4.3.1.2 Área de Influencia preliminar socioeconómica 31
4.3.2 Área de Influencia Definitiva 33
4.3.2.1 Área de Influencia Definitiva Fisicobiótica 34
4.3.2.2 Área de Influencia Definitiva Medio Socioeconómico 38
4.3.2.2.1 Identificación de grupos étnicos 44

CORREDOR 4G PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 4 ÁREA DE INFLUENCIA

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 4.1 Descripción criterios de delimitación del área de influencia fisicobiótica por unidades de análisis..... 11
Tabla 4.2 Coordenadas de los vértices (Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá) 31
Tabla 4.3 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia 33
Tabla 4.4 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia preliminar 33
Tabla 4.5 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva 39
Tabla 4.6 Evaluación de impactos moderados y severos –Medio Socioeconómico- 40

CORREDOR 4G PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 4 ÁREA DE INFLUENCIA

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 4.1 Vértices y tramos de análisis para delimitar el área de influencia físicobiótica preliminar, UF1 Variante Pamplona..... 10
Figura 4.2 Esquema delimitación área de influencia preliminar..... 32
Figura 4.3 Proceso General de Identificación del Área de Influencia Definitiva..... 34
Figura 4.4 Espacialización impactos significativos..... 36
Figura 4.5 Área de Influencia fisicobiótica definitiva, construcción doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Sector Variante Pamplona..... 37
Figura 4.6 Delimitación área de influencia definitiva..... 38
Figura 4.7 Unidades territoriales mayores del área de influencia..... 42
Figura 4.8 Unidades territoriales menores del área de influencia..... 43

4. ÁREAS DE INFLUENCIA

Atendiendo los Términos de Referencia, M-M-INA-02, versión No. 2, para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 0751 de marzo de 2015); y la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del año 2010, se definieron las áreas de influencia del proyecto con fundamento en los impactos significativos potenciales que se generarían en la etapa de construcción del proyecto y su trascendencia en función con las barreras identificadas en cada caso, de acuerdo con la definición presentada en los Términos de Referencia referidos anteriormente, y transcrita a continuación:

"El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios; la manifestación de estos impactos debe ser objetiva y en lo posible cuantificable, siempre que ello sea posible, de conformidad con las metodologías disponibles."

De acuerdo con lo anterior, se delimitaron y definieron las áreas de influencia para los medios abiótico, biótico y socioeconómico basados en los diferentes componentes sobre los cuales se realiza el análisis en la caracterización ambiental, haciendo uso de un proceso de análisis, el cual se explica a continuación.

4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

A partir del anterior concepto, la definición de las áreas de influencia del proyecto doble calzada Pamplona - Cúcuta, Unidad Funcional 1 - UF 1 Variante Pamplona, requiere la realización de una evaluación ambiental que permita identificar los impactos ambientales significativos que se pueden presentar por la ejecución del proyecto en cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, siguiendo el proceso descrito de manera general en los siguientes pasos secuenciales:

4.1.1 Determinación de implicaciones constructivas:

Se relacionan con las características constructivas que involucra el proyecto, incluyendo factores de localización, instalación, construcción y montajes, así como desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, y las demás actividades e infraestructura permanente y temporal asociadas con el desarrollo del proyecto en fases de pre construcción y construcción y la interacción de estas con el medio en cada uno de sus componentes.

En este caso particular el proyecto de construcción de la variante Pamplona que constituye la UF 1, consta de un corredor vial en superficie y su infraestructura asociada:

a. Corredor vial, áreas de cortes y rellenos
b. Túnel, con sus respectivos portales de entrada y salida
c. Glorietas (dos, al inicio y final de la UF1).

d. Obras de arte.
e. Zonas de disposición final de materiales sobrantes de excavación con sus respectivos accesos.
f. Zonas de captación y vertimiento.
g. Zonas de lavado y tratamiento de agua residual.
h. Zonas de Ubicación de Polvorín.

En este paso inicial es importante comprender la división del proyecto en etapas y actividades secuenciales, como base de análisis del desarrollo del proyecto a partir de sus implicaciones y consecuente evaluación de impacto ambiental.

4.1.2 Consultar la información secundaria disponible:

Corresponde a la cartografía, sensores remotos y demás información geográfica disponible de fuentes confiables y reconocidas (SIG ANLA, IGAC, instrumentos de ordenamiento territorial, cartografía DAA, otros), la cual servirá para contextualizar la ubicación del proyecto y para establecer los posibles ámbitos de manifestación de los impactos.

4.1.3 Evaluación inicial ambiental:

Posteriormente se realiza la evaluación ambiental que permite identificar los impactos que se pueden presentar en cada uno de los medios (físico, biótico y socioeconómico) y su correspondiente manifestación espacial como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto.

4.1.4 Determinación del área de influencia preliminar:

Con base en la manifestación espacial de los impactos se delimita el área de influencia preliminar por grupo de componentes de los medios físico y biótico, integrando las áreas que, bajo un análisis de panel de expertos, se determina pueden ser afectadas por la ejecución del proyecto; esto en línea con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA 1-02:

"Teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad, varía de un componente a otro y de una actividad a otra, se debe delimitar un área de influencia por cada componente, grupo de componentes o medio potencialmente impactado (ver Figura 1); es decir, que los componentes pueden ser agrupados a discreción del solicitante.

Es importante aclarar que el resultado de la delimitación se puede ver reflejado en uno o varios polígonos, al identificar el área de influencia por cada componente, grupo de componentes o medio."

Con respecto al área de influencia del medio Socioeconómico, a partir del área de influencia preliminar delimitada por el grupo de componente físico – biótico, se identifican las unidades territoriales menores, registradas en información de los planes de ordenamiento territorial, que son interceptadas por el área de influencia preliminar físico – biótica.

4.1.5 Ajuste iterativo del área preliminar:

Atendiendo los términos de referencia, M-M-INA-02 Versión No. 2 la definición, identificación y delimitación del área de influencia definitiva, es el resultado de la evaluación ambiental y de un proceso iterativo que permite a partir del análisis de impactos en el área de influencia preliminar, establecer el área de influencia definitiva en la que se manifestarán los impactos significativos sobre los medios físico, biótico y socioeconómico. Con base en la manifestación espacial de los impactos significativos, se delimitó el área de influencia definitiva para cada uno de los medios; dicha área de influencia incluyó los ámbitos de manifestación significativos definidos.

4.2 CRITERIOS DE DELIMITACIÓN

Para la determinación del área de influencia preliminar, por grupo de componentes de los medios físico – bióticos, se emplearon los criterios que determinan la manifestación de impactos significativos, considerando la influencia de las siguientes unidades de análisis.

4.2.1 Criterios Abióticos

Se consideraron los principales elementos que se podrían afectar de forma significativa en el medio abiótico y sus correspondientes barreras físicas en superficie, teniendo en cuenta que los impactos se manifestarán principalmente sobre el terreno a intervenir:

4.2.1.1 Cuencas hidrográficas:

Aspectos orográficos relacionados con las divisorias de aguas. Estas barreras son fundamentalmente divisorias de aguas (partes más altas del sistema montañoso que dibujan una línea imaginaria que marca el cambio de sentido de escurrimiento de agua por la división de dos cuencas hidrográficas). Por su conformación son las últimas áreas en las cuales se tendrán los efectos asociados a la ejecución del proyecto, toda vez que contienen cambio drástico de pendiente en el terreno.

4.2.1.2 Vaguadas de cauces importantes (Hidrología):

Según la conformación observada de los cuerpos de agua, las corrientes cercanas al área de intervención de las obras, se constituyen en elementos que permiten la delimitación de la manifestación de eventuales impactos. Así mismo se considera la extensión aguas abajo de las corrientes interceptadas por el proyecto hasta donde podrían manifestarse los impactos y los cuerpos lenticos que pudieran intervenirse.

4.2.1.3 Barreras Naturales o Artificiales relevantes:

Se identifican barreras que constituyen un cambio en las condiciones físicas del área, considerando que éstas detendrán o atenuarán significativamente los efectos asociados a la ejecución del proyecto. Entre las más notables se encuentran las vías y los cambios de cobertura, como el límite entre pastos limpios y bosques riparios identificados en la zona.

4.2.1.4 Curvas de Nivel:

Finalmente, en las áreas donde no es posible definir fácilmente condiciones que delimiten la manifestación de los efectos derivados de la implementación de las obras del proyecto, se sigue una línea de altura constante o cota de nivel, identificando que sobre esta elevación es poco probable la existencia de efectos por interacción de la inclinación y altura del terreno.

4.2.1.5 Hidrogeología (zonas de recarga de acuíferos):

Teniendo en cuenta que la construcción de un túnel implica la afectación al componente hidrogeológico, se incluye este criterio. Sin embargo hay que señalar que la actual disposición geomorfológica y geológica del sector donde se va a llevar a cabo la materialización de la variante Pamplona determina ámbitos de manifestación de impactos concretos y puntuales a nivel espacial, los cuales se puede comprobar con el modelo hidrogeológico definido para el sector. Con esto, el área de influencia definida a superficie del terreno contiene de manera suficiente los límites reconocidos por los impactos hidrogeológicos por la materialización del túnel.

4.2.1.6 Zona de reserva vial (Ley 1228 de 2008):

En los casos que se deban emplear vías ya existentes para conectar áreas de intervención del proyecto (por ejemplo ZODMES alejados), el hecho de utilizar las vías para el transporte de materiales y personal generará impactos menores, que por ser difícil su cuantificación debido a la intermitencia, dispersión y relativo bajo nivel de contaminantes emitido en esta actividad; se establece que los impactos difícilmente trascenderán más allá de la zona en la cual la reserva vial determinada en la Ley 1228 de 2008, toda vez que es un área en la cual la restricción de construir infraestructura constituye un sector con baja presencia de barreras físicas que limiten la propagación de los impactos.

En complemento a lo planteado anteriormente en el criterio ***Hidrogeología,*** es importante indicar que el componente geológico no se constituye como un elemento determinante para la delimitación del área, puesto que los impactos que el proyecto generará sobre el mismo presenta ámbitos de manifestación contenidos en la evaluación hidrogeológica derivados de la construcción del túnel, y por tanto no determinan en sí mismo un área límite más amplia hasta donde se puedan presentar afectaciones por el desarrollo del proyecto.

Otro impacto considerado relacionado con el suelo es la generación y activación de procesos denudativos debido a la adecuación de la vía (Chaflanes) y los sitios para la infraestructura. Sin embargo, no es significativo ya que presenta extensión de carácter local y en todo momento se contiene en algún criterio presentado anteriormente.

4.2.2 Criterios Bióticos

Dentro de los impactos significativos asociados a la construcción de vías, se destaca la afectación de las coberturas naturales asociadas a vegetación arbórea y arbustiva que se encuentra en los sitios de despeje para la nueva calzada.

Las actividades de despeje de vegetación durante la construcción, genera la afectación de los fragmentos de vegetación interrumpiendo su continuidad a través de la división en diferentes tamaños, el aumento en la distancia de los fragmentos y la generación del efecto de borde.

Este impacto es considerado significativo ya que afecta un elemento fundamental para la estabilidad de los ecosistemas como es la cobertura vegetal natural, lo cual se ve plasmando en la calificación de los parámetros de evaluación del impacto.

La fragmentación de ecosistemas es considerada una de las principales causas de grandes cambios en el ambiente físico-biótico, en donde la composición, estructura y función original de un ecosistema se han alterado (p.e. pérdida en la conectividad, creación de bordes sobre el hábitat, o aislamiento de fragmentos) provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan (Terborgh, 1989; Whitcom et al, 1981). Estos factores afectan la composición y abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad.

Por lo tanto, para la delimitación del área de influencia biótica se acude a conceptos de Ecología del Paisaje que suministra las bases teóricas y conceptuales para el entendimiento de la estructura, función y cambio del paisaje (Forman y Gordon 1986, Turner, 1989, Urban et al 1987) y reconoce que el proceso de fragmentación, junto con la destrucción de hábitats, constituye la mayor amenaza para la diversidad biológica. (Dinerstein y Olson, 1994).

La estructura de los fragmentos tiene dos elementos claramente identificables como son el borde y el interior del fragmento o área Core. Las dos áreas son contrastantes tanto por sus condiciones físicas, composición de especies, estructura y dinámica de materia y energía.

En el área de borde, se producen efectos físicos (variabilidad en condiciones de humedad, temperatura y luz), efectos bióticos directos (cambios en distribución y abundancia de especies) efectos bióticos indirectos (alteración de procesos ecológicos). (Peña-Becerril, 2.005) En términos generales se produce una zonificación en un hábitat de borde de baja calidad y un hábitat interior de alta calidad por la modificación de los gradientes ambientales (T Santo, JL Telleria, 2.006).

Es así como un proyecto lineal al interceptar un fragmento puede presentar dos situaciones de afectación. La primera, corresponde a la interceptación de un fragmento sin área Core. En este caso la afectación solo genera la división del fragmento dentro de la franja de despeje de vegetación. La segunda, el proyecto lineal puede afectar fragmentos con área Core, generando la división del fragmento en dos, incluyendo el área Core y su borde. En este caso, se genera el efecto de borde sobre las dos áreas Core.

El proyecto de Dinámica Biológica de Fragmentos de Bosques realizado en la amazonia del Brasil por un especio de 32 años (BDFFP por sus siglas en inglés) ha permitido establecer que en el área borde se presenta un deterioro de las condiciones ecológicas a saber: se incrementan las tasas de mortalidad y daño en árboles grandes con DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) mayores a 60cm, se elevan las tasas de reclutamiento de especies de árboles y lianas demandantes de luz, predominan familias propias de la sucesión

secundaria, disminuye la biomasa a escala local y se afecta la germinación y establecimiento de plántulas del sotobosque.

La distancia máxima de afectación hacia el interior del fragmento donde ocurren cambios significativos es variable en función de factores como: tipo de vegetación nativa, especies dominantes en el borde, área del fragmento, orientación, posición topográfica, nivel de perturbación, altitud, precipitación y fertilidad del suelo, principalmente (Laurence, W. 1991). Conforme a los resultados del proyecto BDFFP realizado por William Laurence para bosques tropicales, la mayor afectación en cuanto a mortalidad y recambio de especies se produce en los primeros 100 m del borde del fragmento.

La pérdida por mortalidad de especies por efecto de borde presenta los mayores valores en los primeros 100 m para fragmentos de diferente tamaño de 1 a100 ha. El incremento en el número de especies también es mayor en los primeros 100 m. La pérdida y el recambio de especies se concentran en los primeros 100 m y se manifiesta una tendencia a que la distancia de afectación sea mayor en los fragmentos de menor área. Mortalidad y recambio de especies son dos parámetros ecológicos importantes para evaluar los procesos por efecto de borde. Laurence, W. 1.991).

En consecuencia, la representación espacial del impacto de afectación de la cobertura natural asociada a vegetación arbórea y arbustiva en áreas núcleo, no se restringe a la franja de despeje si no que incluye el área afectada por efecto de borde

La espacialización tiene como marco de referencia los resultados del proyecto BDFFP:

i. La distancia máxima de afectación es de 100 m
ii. Fragmentos con áreas menores a 10 ha, presentan la mayor distancia de afectación
iii. Fragmentos con áreas mayores a 100 ha, presentan una distancia máxima de afectación de 30m.
iv. Esta distancia de afectación al interior del fragmento corresponde al valor que debe ser incluido como buffer para el cálculo de Área Core.
v. En fragmentos sin áreas Core la afectación se limita a la franja de despeje.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores del proyecto BDFFP, para el caso de la variante de Pamplona (Unidad Funcional 1), las áreas Core presentes en el área de estudio no se afectarán con la ejecución del proyecto, ya que las áreas a intervenir se encuentran en coberturas antrópicas y/o en coberturas naturales que no presentan áreas Core, por lo tanto, la afectación sobre la cobertura se limitará principalmente a la franja de despeje de vegetación.

Para la fauna, los impactos de las carreteras, y lo que se debe tener en cuenta en la delimitación del área de influencia del proyecto, se asocian a la fragmentación de los hábitats (efecto barrera y efecto de borde), el atropellamiento y el cambio en los patrones reproductivos (debido al volumen del tráfico vehicular y distancia a la vía, ruido y presencia humana). Los anteriores procesos generan alteración en el hábitat de las especies, cambios en la composición y estructura de la fauna y el desplazamiento atípico de las poblaciones (Arroyave, y otros, 2006).

Según la Europeo Environment Agency (2009), el término hábitat se refiere a una

comunidad de organismos, así como los elementos característicos del ambiente biótico y los factores abióticos (suelo, clima, disponibilidad y calidad del agua, y otros) que operan juntos a una escala particular. Es así como el hábitat de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto no está delimitado simplemente a una cobertura particular, si bien se entiende la importancia de las áreas naturales como bosques, vegetación secundaria, arbustales y herbazales en el sostenimiento de las poblaciones.

De esta manera, los impactos que genere el proyecto sobre la fauna no se restringen solo a la delimitación espacial de las áreas naturales, seminaturales o a las áreas intervenidas ya que las poblaciones pueden estarse desplazando a través del paisaje para conseguir recursos y reproducirse, por lo que, para la delimitación del área de influencia del proyecto, se tendrá en cuenta los efectos que se producen debido a los cambios en la vegetación.

4.2.3 Criterios Socioeconómicos

La delimitación del área de influencia del medio socioeconómico se realizó a partir de la identificación de actividades a desarrollar durante las etapas de preconstrucción, construcción y desmantelamiento y abandono del Proyecto “Construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 “Variante Pamplona”.

De esta manera, el área de influencia se consolidó a partir de las siguientes unidades de análisis:

- Identificación de unidades territoriales mayores y menores que atraviesa la nueva vía a construir y las demás actividades del proyecto: Zonas de Disposición de Materiales, construcción de vías de acceso, construcción del túnel, entre otros. Respecto a la organización del territorio y/o la presencia de comunidades, esta identificación partió de la revisión de los Planes y Esquemas de Ordenamiento territorial de Pamplona y Pamplonita; posteriormente, se verificó en campo con la información suministrada por los habitantes del sector y líderes comunitarios.
- Existencia de territorios colectivos de comunidades étnicas, con base en la información secundaria y solicitud de certificación de presencia de comunidades étnicas ante el Ministerio del Interior.
- Áreas de uso social, cultural o económico que refieren las comunidades y/o sus organizaciones sociales donde se ubiquen las intervenciones del proyecto así como las áreas de aprovechamiento de recursos naturales.
- Identificación de las dinámicas socioeconómicas, organizativas y de movilidad mediante el ejercicio de cartografía social con las comunidades, donde se indiquen otras unidades territoriales que pueden verse potencialmente impactadas por el Proyecto.

Posteriormente, se realizó la evaluación ambiental de impactos, en el cual, con base en la documentación existente, conocimiento y experiencia de los profesionales del Medio Socioeconómico se elaboró una matriz con los insumos necesarios para la identificación y evaluación de impactos, que incorporó entre otros, actividades u obras a realizar para el proyecto y el consolidado de impactos.

4.3 DEFINICIÓN IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

4.3.1 Área de influencia Preliminar

4.3.1.1 Área de influencia Preliminar Físico – Biótica

Resumiendo lo presentado anteriormente en los *Criterios de Delimitación* anteriormente descritos, para la definición del área de influencia preliminar físico – biótica, se tuvieron en cuenta los impactos de mayor relevancia de acuerdo al tipo de obra que se proyecta desarrollar. En ese contexto, los impactos preliminares que se identificaron a nivel biótico se resumen como:

i. Impactos sobre la flora, relacionados principalmente con el cambio en la cobertura vegetal como consecuencia del desmonte y descapote de coberturas naturales.
ii. Impactos sobre la fauna, relacionados con la afectación de comunidades faunísticas y la modificación del hábitat.

A nivel abiótico se tuvieron en cuenta principalmente los siguientes impactos:

i. Impactos sobre las aguas superficiales, relacionados principalmente con la afectación en la calidad y flujo natural de las corrientes superficiales, que son interceptadas por las obras del proyecto.
ii. Impactos sobre el suelo, relacionados con la alteración del uso actual.

Con lo anterior se delimitó el área de influencia preliminar para los medios físico y biótico por grupo de componentes que potencialmente serán impactados por el proyecto. El ejercicio de determinación del área de influencia se realiza a partir de la vía existente y del trazado proyectado para la calzada e infraestructura asociada (túnel, ZODMES, polvorín, captación, vertimiento, zona de lavado de mixers).

Posteriormente, se complementó el análisis geográfico mediante el uso de capas de información físico-biótica o unidades de análisis previamente obtenidas mediante información secundaria, como se describen a continuación:

i. Geomorfología: Se realizó una identificación de los afloramientos rocosos existentes en la zona. Como se mencionó anteriormente, no constituye un elemento que determinen la delimitación del área, puesto que quedó incluido en otros criterios identificados a nivel superficial del terreno.
ii. Hidrografía: Se realizó el análisis de los cuerpos de agua (lenticos y lóticos) cercanos a la zona de intervención del proyecto, y se verificó cuales pueden llegar a ser la afectación que se producen en el momento en que se realice la construcción de obras de cruce sobre los cuerpos y construcción de la nueva vía.
iii. Vías de Acceso: Se especializaron las vías de accesos cercanas al área de intervención del proyecto y accesos industriales requeridos.
iv. Coberturas de la Tierra: Se realizó un análisis espacial del comportamiento de las coberturas en una escala 1:25.000 para tratar de identificar los patrones que describen los comportamientos de las coberturas naturales y antrópicas en el área

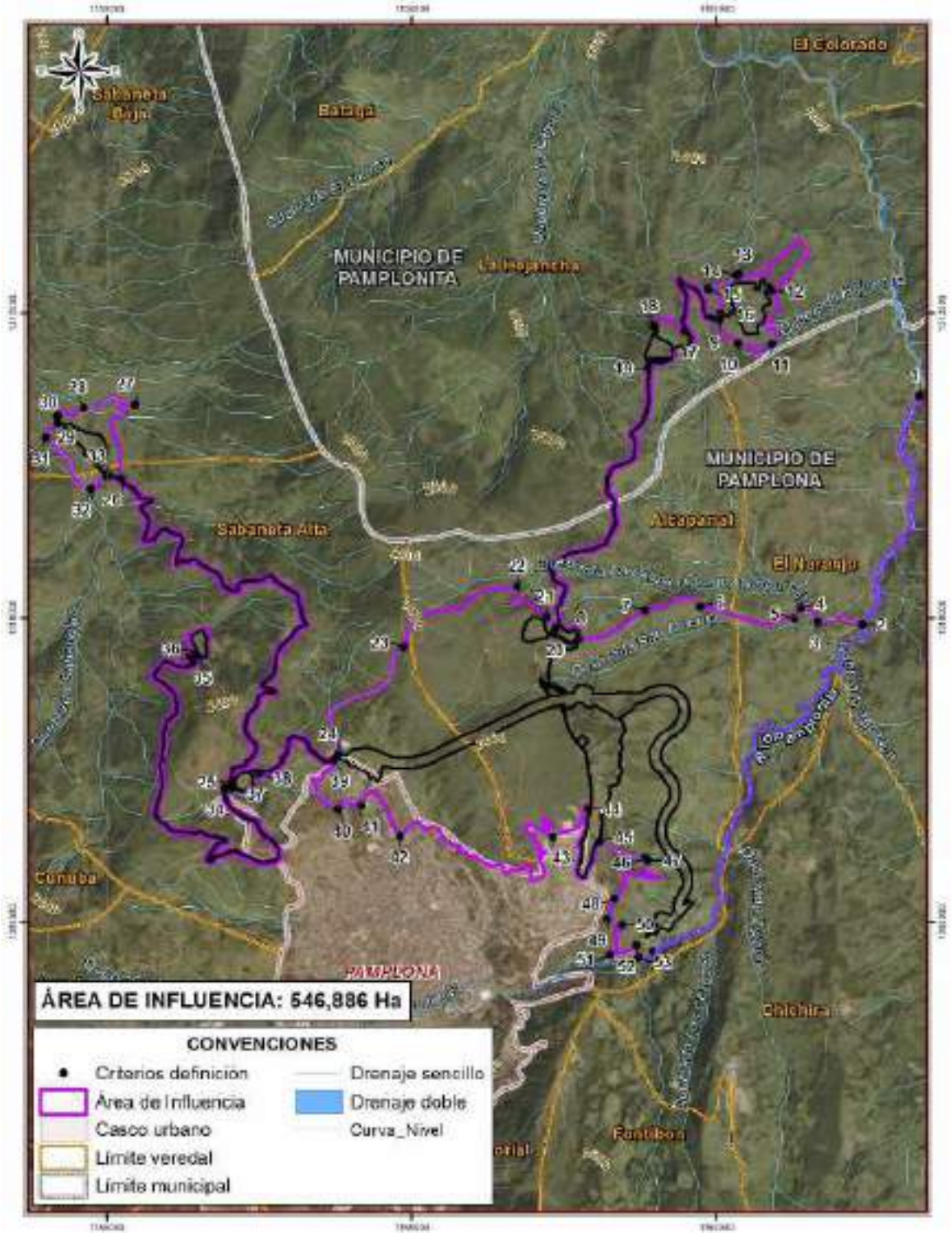
de interés proyecto, las cuales se determinaron a través de la información del mapa de coberturas construido según la metodología Corine Land Cover.

v. Hidrogeología: No se generarán impactos significativos sobre las unidades hidrogeológicas más allá de área de intervención de las obras, sin trascender la delimitación definida por los criterios anteriormente relacionados, como se explicó anteriormente.

Para finalizar, se generó una delimitación del área de influencia preliminar, teniendo en cuenta diferentes elementos o criterios, que desde el punto de vista de su naturaleza, se considera que pueden ser un limitante de los impactos anteriormente relacionados, es decir, un cambio en el espacio de cada uno de estos elementos puede restringir la trascendencia o no de un impacto. Por ejemplo: el cambio en la topografía, la divisoria de aguas de un drenaje, la existencia de un drenaje y vías de acceso, son elementos que fueron considerados para la delimitación del área de influencia. A partir de lo anterior se obtuvo un Área de Influencia Preliminar de los medios Físico-Biótico correspondiente a un polígono irregular de 53 vértices con un área de 546,886 ha.

Esta delimitación se configura como resultado del análisis de un área de influencia preliminar sobre la cual se realizó caracterización, identificación y evaluación de los impactos ambientales, estableciendo que las características del proyecto generarán afectación en los elementos ambientales en unidades menores al ecosistema dado la fragmentación que caracteriza el territorio por actividades antrópicas que se han desarrollado a los lados de la vía existente, por lo cual las actividades del proyecto afectaran las unidades de los componentes físico y biótico que delimitan la manifestación de los impactos, y que para el caso del proyecto son las unidades de cobertura vegetal, cauces superficiales, morfología, infraestructura antrópica y unidades prediales. La distribución espacial del área de influencia fisicobiótica con sus vértices se puede observar en la Figura 4.1, mientras que en la Tabla 4.2 se indican las coordenadas de los vértices.

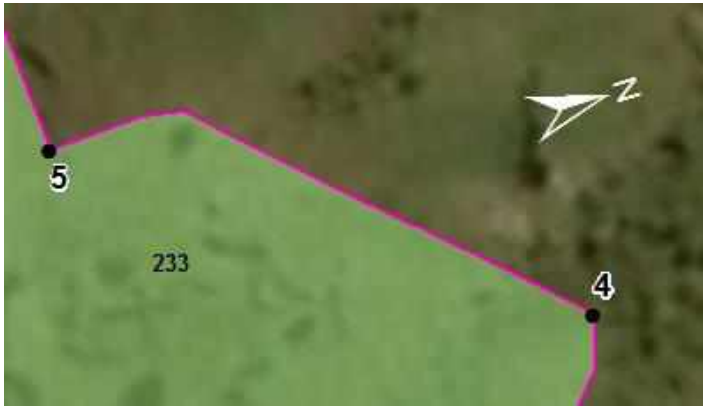
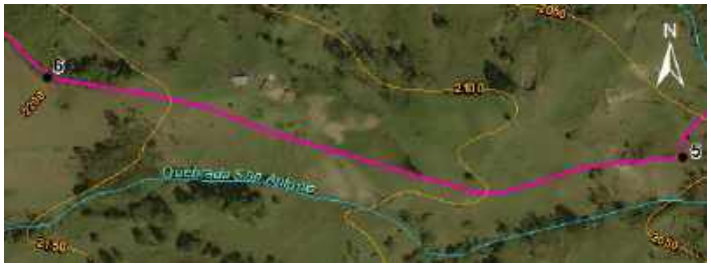
Figura 4.1 Vértices y tramos de análisis para delimitar el área de influencia físicobiótica preliminar, UF1 Variante Pamplona.

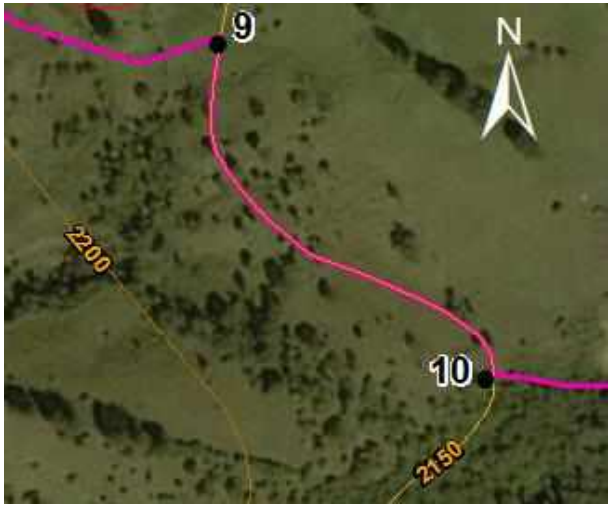


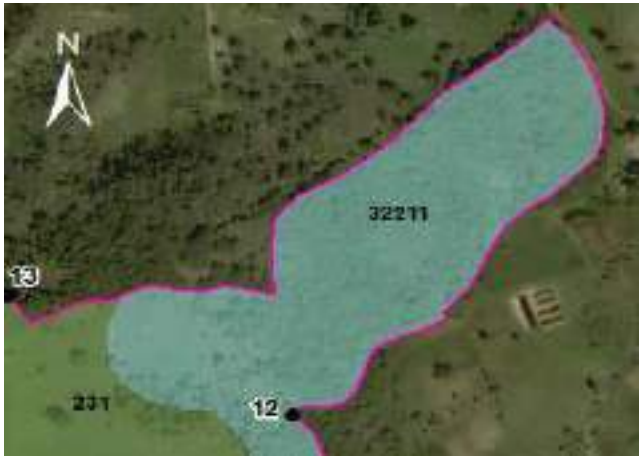
Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

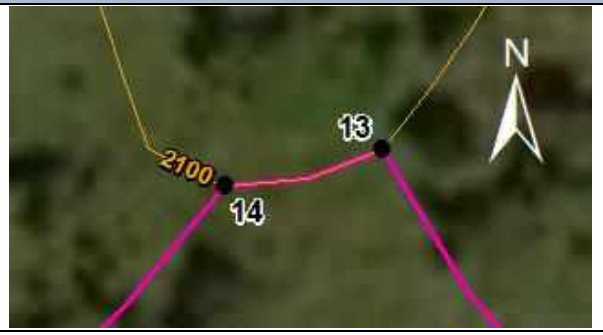
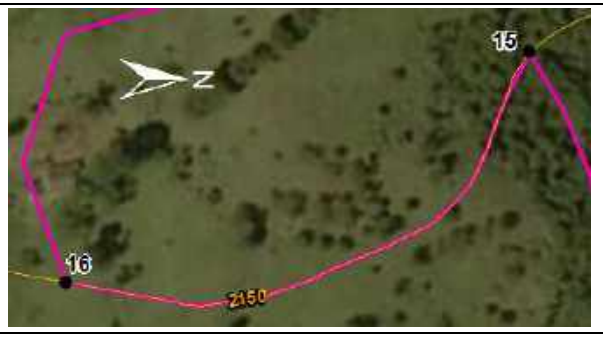
Tabla 4.1 Descripción criterios de delimitación del área de influencia fisicobiótica por unidades de análisis

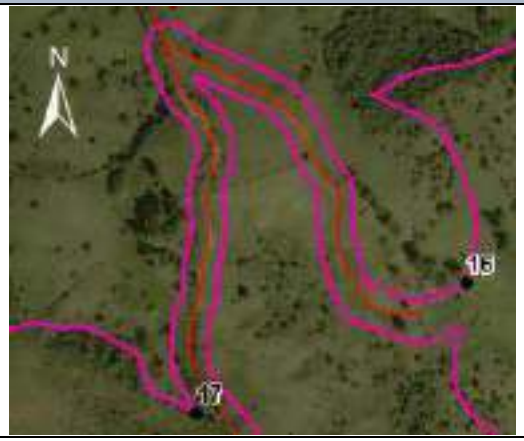
Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
1	Margen izquierdo del río Pamplonita siguiendo 1,8 Km aproximadamente en dirección sur encerrando este cuerpo de agua por efecto del vertimiento a realizar en esta área hasta donde se identificó tiene influencia la longitud de mezcla (Ver Anexo 7 – B1. Modelo).	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	
2				
2	A partir del punto 2, en dirección oeste, el límite del área de influencia es la Quebrada La Palma, cuyo cauce se sigue por 320 metros aproximadamente, aguas arriba.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	
3				
3	Límite de coberturas entre pastos enmalezados y bosque de galería o ripario. 162 metros aproximadamente en dirección noroeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
4				

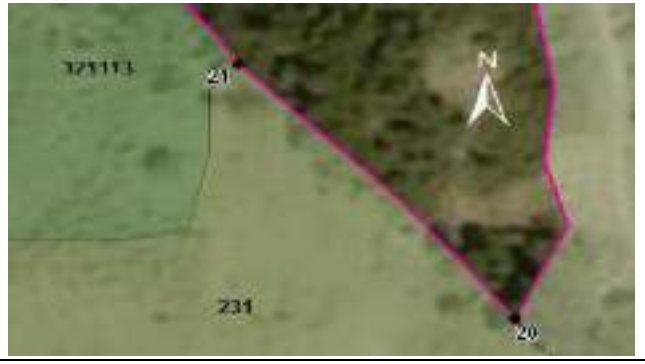
Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
4 5	Límite de coberturas entre pastos enmalezados y pastos limpios. 90 metros aproximadamente en dirección Suroeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
5 6	En dirección Oeste se identifica un parteaguas que marca la división entre las cotas 2.050 y 2.150, estableciendo el límite del área de influencia por aproximadamente 650 metros.	ABIÓTICO	Cuencas hidrográficas	
6 7	Límite de coberturas entre pastos limpios y bosque denso. Este límite transcurre por 397 metros dirección oeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
7 8	Divisoria de aguas entre las curvas 2250 y 2400, 480 metros dirección oeste.	ABIÓTICO	Cuencas hidrográficas	
8 9	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria existente. 3,5 km, considerando que es una vía que será de uso, no a construir. Límite en dirección norte.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial	
9 10	Curva de nivel 2150. Límite que transcurre por 215 metros dirección sureste.	ABIÓTICO	Curva de nivel	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
10 11	Límite de cobertura arbustal denso alto y bosque de galería y/o ripario, por 287 metros dirección este.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
11 12	Curva de nivel 2050, que hace de límite por 437 metros dirección norte.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
12 13	Límite de cobertura pastos arbolados y arbustal denso alto, por 1,1 km aproximadamente. Dirección predominante de avance: noroccidente.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

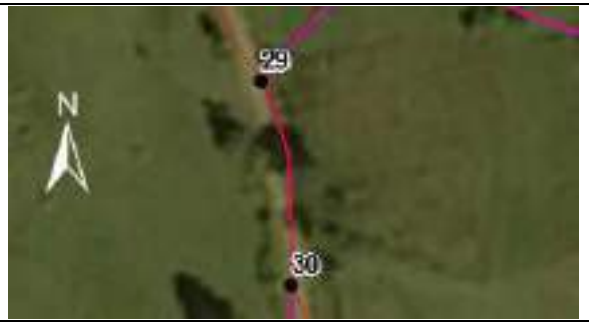
Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
13 14	Curva de nivel 2100, la cual es límite por 15 metros dirección oeste.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
14 15	Aguas arriba por drenaje sencillo, 210 metros dirección predominante oeste.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	
15 16	Curva de nivel 2150, que se recorre 205 metros dirección sur.	ABIÓTICO	Curva de nivel	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
16 17	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) teniendo que es una vía existente a emplear, no a construir. Este límite se tiene por 783 metros y dirección predominante final sur oeste.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	
17 18	Límite de cobertura pastos arbolados y pastos limpios por 252 metros aprox. Dirección oeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
18 19	Vía terciaria que materializa el límite por 300 metros dirección sur.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante – Vía.	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
19 20	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria teniendo en cuenta que es una vía construida a emplear, no a construir por el proyecto. Este límite se configura por 2,4 km aproximadamente en dirección sur.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	
20 21	Límite de coberturas entre pastos limpios y herbazal denso. 97 metros dirección noroeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
21 22	Curva de nivel 2450, la cual es límite por 380 metros dirección norte.	ABIÓTICO	Curva de nivel	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
22 23	Divisoria de cuencas entre curvas 2450 y 2800. Límite por 950 metros dirección oeste.	ABIÓTICO	Cuencas hidrográficas	
23 24	Desde el vértice 23, en dirección suroeste, el límite del área de influencia es un drenaje sencillo recorrido aguas abajo, por aproximadamente 750 metros.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	
24 25	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria, teniendo en cuenta que es una vía existente a emplear, no a construir por el proyecto. Este límite se configura por 955 metros aprox. dirección oeste predominante.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
25 26	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria ya construida. Teniendo en cuenta que es de utilización y no de construcción, se aplica derecho de vía. Esta vía hace de límite por 4 km aproximadamente, dirección predominante norte.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	
26 27	Curva de nivel 2250. 670 metros dirección norte.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
27 28	Aguas abajo por drenaje sencillo. Este límite se genera por 370 metros, dirección oeste.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
28 29	Límite de cobertura pastos arbolados y pastos limpios, constituyendo el límite por 218 metros en dirección oeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
29 30	Vía terciaria existente que materializa el límite del área de influencia por 52 metros dirección sur.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante – Vía	
30 31	Límite de cobertura pastos arbolados y pastos limpios, generando 141 metros para el límite en dirección suroeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

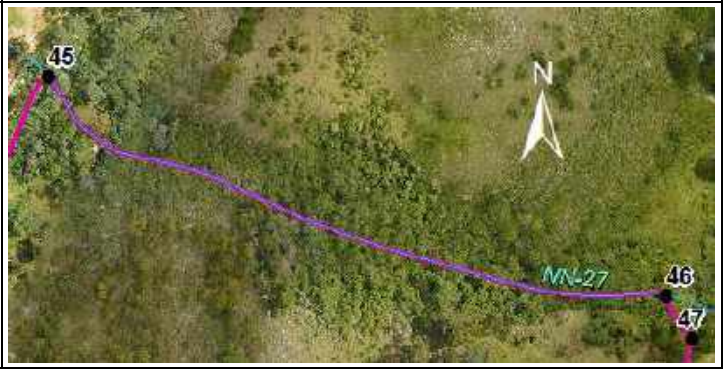
Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
31 32	Aguas arriba por Quebrada Sabanetas, 510 metros aprox. Dirección sureste.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	
32 33	Límite de cobertura pastos arbolados y pastos limpios, creando 140 metros aprox. en dirección noreste de límite de área de influencia.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
33 34	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje), puesto que es una vía existente y no a construir por el proyecto. Este corredor de área de influencia se materializa en una longitud de 3,7 km. Aprox. Dirección sur.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	

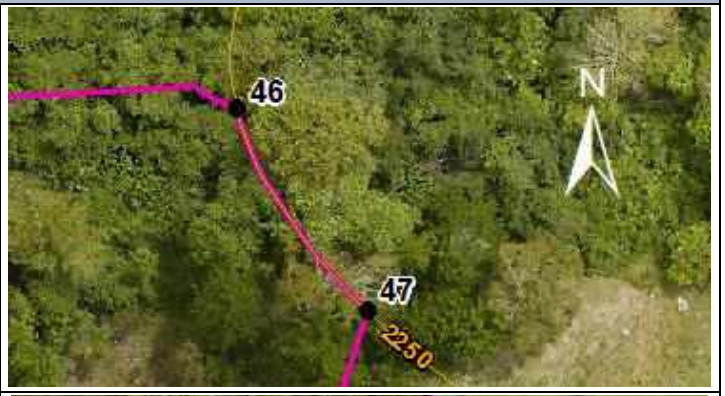
Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
34 35	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria, por uso de la misma mas no construcción. Se extiende por 3,4 km aproximadamente. Trazado principalmente con dirección noroeste.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	
35 36	Límite de cobertura pastos arbolados y pastos limpios por 549 metros aproximadamente.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
36 37	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) por uso de vía existente (no a construir por el proyecto) en unos 3,3 km aprox. El corredor tiene una dirección predominante noreste.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	
37 38	Límite de cobertura pastos limpios y arbustal denso alto por 325 metros aprox. Dirección noreste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
38 39	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía existente que se utilizará, mas no se construirá. Genera un límite de 717 metros aprox. en dirección este predominante.	ABIÓTICO	Área de Reserva Vial.	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
39 40	En dirección predominante sur, el límite del área de influencia se determina siguiendo tres vías terciarias, por aproximadamente 510 metros.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante – Vía.	
40 41	A partir del vértice 40, en dirección Este, se sigue la curva de nivel con cota 2.350, por 240 metros aproximadamente.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
41 42	Entre los vértices 41 y 42, él área de influencia se define por una vía secundaria que se sigue por 245 metros aproximadamente, hasta llegar a la vía nacional, que se sigue por 240 en dirección Este.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante - Vía	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
42 43	Por 2 kilómetros aproximadamente, y en dirección predominante Este, el límite de coberturas de la Tierra entre tejido urbano, pastos limpios y arbustal denso bajo, definen el área de influencia.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
43 44	A partir del vértice 43 se sigue una vía por 400 metros aproximadamente, en dirección predominante Este.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante - Vía	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
44 45	Buffer 30 metros (15 de cada lado del eje) vía terciaria, siendo el derecho de vía por ser una vía a utilizar, no a construir. Por 775 metros aproximadamente constituye el límite del área de influencia	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante - Vía	
45 46	En este tramo se tiene como límite una quebrada, cuyo cauce se sigue por aproximadamente 340 metros aguas abajo, en dirección Sureste.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
46 47	Por 25 metros aproximadamente, en dirección Sur, el límite del área de influencia es una curva de nivel con cota 2.250.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
47 48	Límite de cobertura pastos arbolados y bosque de galería. 188 metros aprox. En dirección sur.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
48 49	Curva de nivel 2350, constituyendo el límite del área de influencia por 142 metros dirección sur.	ABIÓTICO	Curva de nivel	
49 50	Aguas abajo por drenaje sencillo por 100 metros aprox. Dirección este.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (hidrología)	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
50 51	Límite de coberturas pastos enmalezados y pastos arbolados. 270 metros aprox. Dirección suroeste.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	
51 52	Vía nacional. Constituye el límite del área de influencia por 187 en metros dirección este.	ABIÓTICO	Barrera artificial relevante – Vía.	
52 53	Límite de cobertura mosaico de pastos y cultivos y pastos limpios. 84 metros dirección sur.	BIÓTICO	Cobertura vegetal	

Definición Área de Influencia Proyecto Pamplona – Cúcuta. UF1 Variante Pamplona.		Componente	Criterio determinante	
Vértice	Descripción Tramo			
53	Margen derecho del Río Pamplonita. 5 Km de inclusión del cauce de este río por influencia del punto de vertimiento.	ABIÓTICO	Vaguadas de cauces importantes (hidrología)	
1				

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

Tabla 4.2 Coordenadas de los vértices (Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá)

Vértice de Tramo	Este	Norte
1	1.161.339	1.311.459
2	1.160.960	1.309.955
3	1.160.667	1.309.974
4	1.160.559	1.310.064
5	1.160.510	1.309.994
6	1.159.893	1.310.073
7	1.159.532	1.310.047
8	1.159.097	1.309.862
9	1.160.021	1.311.953
10	1.160.143	1.311.802
11	1.160.371	1.311.799
12	1.160.362	1.312.149
13	1.160.146	1.312.252
14	1.160.129	1.312.248
15	1.159.948	1.312.160
16	1.160.029	1.311.997
17	1.159.794	1.311.884
18	1.159.596	1.311.914
19	1.159.554	1.311.639
20	1.158.945	1.309.929
21	1.158.881	1.310.004
22	1.158.694	1.310.206
23	1.157.950	1.309.809
24	1.157.514	1.309.103
25	1.156.818	1.308.919
26	1.156.094	1.310.913
27	1.156.185	1.311.398
28	1.155.844	1.311.380
29	1.155.672	1.311.327
30	1.155.680	1.311.276
31	1.155.600	1.311.185
32	1.155.894	1.310.844
33	1.155.998	1.310.927
34	1.156.774	1.308.881
35	1.156.599	1.309.748
36	1.156.580	1.309.770
37	1.156.817	1.308.878
38	1.156.995	1.308.976
39	1.157.498	1.309.066
40	1.157.516	1.308.740
41	1.157.673	1.308.766
42	1.157.922	1.308.568
43	1.158.926	1.308.561
44	1.159.156	1.308.744
45	1.159.233	1.308.532
46	1.159.539	1.308.423
47	1.159.553	1.308.403
48	1.159.335	1.308.153
49	1.159.286	1.308.020
50	1.159.380	1.307.986
51	1.159.302	1.307.786
52	1.159.473	1.307.850
53	1.159.493	1.307.771

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

4.3.1.2 Área de Influencia preliminar socioeconómica

Partiendo de las unidades de análisis descritas en el ítem de criterios socioeconómicos, se determinó el espacio en el cual se desarrollarán las actividades de preconstrucción, construcción, desmantelamiento y abandono del Proyecto y el área hasta donde trascienden directa e indirectamente los impactos significativos que se pueden generar por dichas actividades. En la Figura 4.2 se muestra el esquema para la delimitación del área de influencia preliminar.

Figura 4.2 Esquema delimitación área de influencia preliminar

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

Por lo anterior, se estableció la relación causa-efecto entre las actividades del Proyecto y los elementos del Medio Socioeconómico que potencialmente se pueden ver afectados, identificando los siguientes impactos para el medio socioeconómico:

- Cambios en el desplazamiento poblacional
- Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
- Modificación a la infraestructura vial
- Alteración en los accesos de los predios
- Modificación a la destinación económica del suelo
- Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
- Cambios en el riesgo de accidentalidad
- Modificación en la demanda de bienes y servicios
- Modificación en la dinámica de empleo
- Modificación en la gestión y capacidad organizativa
- Generación de nuevos conflictos
- Generación de expectativas

Partiendo de lo anterior, se definió el área de influencia preliminar con la información secundaria que permitió identificar las unidades territoriales donde se localiza el proyecto, dicha delimitación se estructuró a partir de dos fuentes: la información cartográfica base proveniente de Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC[1] y la información secundaria suministrada por las Alcaldías Municipales de Pamplona y Pamplonita (Plan Básico de Ordenamiento Territorial, 2012 del municipio de Pamplona y el Esquema de Ordenamiento Territorial, 2002 del municipio de Pamplonita), que indican la división político administrativa de cada municipio y de manera particular, aquella que evidencie las unidades territoriales menores, es decir, veredas, barrios y corregimientos. Posteriormente, se superpuso el corredor vial y su infraestructura asociada, determinando un área de influencia preliminar (Ver Tabla 4.3 y Tabla 4.4).

[1] Permitió evidenciar los límites de departamentos, municipios y unidades territoriales menores, así como información sobre otros elementos socioeconómicos de referencia.

Por lo anterior, el área de influencia del medio socioeconómico tiene jurisdicción en un (1) departamento, una (1) Corporación Autónoma Regional y dos (2) municipios. En la Tabla 4.3. se presenta la relación de municipios y autoridades ambientales regionales del área de influencia.

Tabla 4.3 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia

Departamento	Municipio	Jurisdicción Ambiental	Dirección Territorial
Norte de Santander	Pamplona y Pamplonita	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR-	Dirección Territorial Pamplona

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 4.4 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia preliminar

Unidad Territorial Mayor	Unidad Territorial Menor	Observación
Pamplona	Barrio El Buque	Área de intervención por diseño de la vía a construir.
	Barrio San Luis	Área de intervención por diseño de la vía a construir.
	Vereda Sabaneta Alta	Área de intervención por acceso a Zodme, área de almacenamiento, área de retorno, diseño de vía a construir, portal, túnel y Zodme.
	Vereda Alcaparral	Área de intervención por Zodme, acceso a Zodme, área de almacenamiento, diseño de vía, polvorín, portal, túnel, vía industrial, zona de lavado y parqueo, captación y vertimiento.
	Vereda El Naranjo	Área de influencia del vertimiento.
	Vereda Ulagá Baja	Área de influencia del vertimiento.
Pamplonita	Vereda La Hojancha	Área de intervención por acceso a Zodme y Zodme.
Total	**7 unidades territoriales**	

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

Como resultado de este proceso, se identificaron dos (2) unidades territoriales mayores a nivel de municipios: Pamplona y Pamplonita, localizadas en el departamento Norte de Santander. A su vez se discriminan las unidades territoriales menores (barrios San Luis y El Buque, veredas Sabaneta Alta, Alcaparral, Ulagá Baja y El Naranjo del municipio de Pamplona y la vereda La Hojancha del municipio Pamplonita).

Por lo anterior, el área de influencia preliminar comprende: un (1) departamento, dos (2) municipios y siete (7) unidades territoriales menores de Pamplona y Pamplonita.

4.3.2 Área de Influencia Definitiva

Atendiendo los términos de referencia, M-M-INA-02 Versión No. 2 la definición, identificación y delimitación del área de influencia definitiva, es el resultado de la evaluación ambiental y de un proceso iterativo que permite a partir del análisis de impactos en el área de influencia preliminar, establecer el área de influencia definitiva en la que se manifestarán los impactos significativos sobre los medios físico, biótico y socioeconómico.

La evaluación ambiental es soportada en la experiencia que en este tipo de proyectos tienen el Concesionario como titular del proyecto y la empresa consultora a cargo de los estudios, que bajo el análisis de grupos de expertos ha materializado su experiencia en la metodología desarrollada a partir de otros estudios ejecutados para el sector infraestructura.

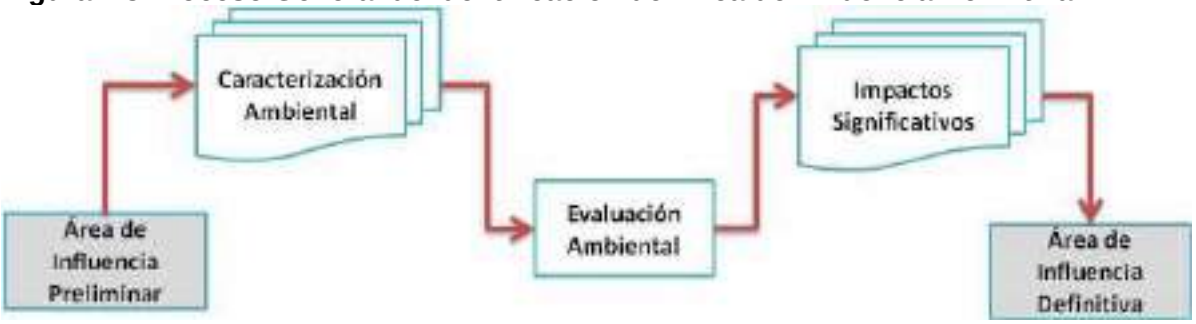
El análisis de los posibles ámbitos de manifestación de cada uno de los impactos significativos tuvo en cuenta:

i. El sitio del proyecto y la infraestructura asociada.
ii. La(s) actividad(es) que genera(n) el impacto y donde se realiza dicha actividad.
iii. La cartografía existente o disponible (SIG ANLA, IGAC, instrumentos de ordenamiento territorial, cartografía, otros).
iv. La unidad característica del elemento del medio que recibirá el impacto según la cartografía disponible (p.e: unidades de uso actual del suelo o coberturas vegetales). Estas unidades características permiten hacer una evaluación diferenciada del impacto.
v. La modelación o análisis correspondiente del comportamiento de cada elemento del medio cuando aplique (p.e: modelación de contaminantes atmosféricos, fragmentación de coberturas, entre otros).

Con base en la manifestación espacial de los impactos significativos, se delimitó el área de influencia definitiva para cada uno de los medios; dicha área de influencia incluyó los ámbitos de manifestación significativos definidos.

Según lo anterior, el análisis de los posibles cambios inducidos al medio ambiente por la construcción, operación, desmantelamiento y abandono del proyecto, se concreta en el límite de tres áreas, una física, una biótica y una socioeconómica, teniendo en cuenta los impactos significativos generados en cada uno de los medios asociados a sus correspondientes ámbitos de manifestación (Ver Figura 4.3).

Figura 4.3 Proceso General de Identificación del Área de Influencia Definitiva



Fuente: ConCol. 2016

4.3.2.1 Área de Influencia Definitiva Fisicobiótica

La determinación del área de influencia definitiva, se obtuvo a partir de la evaluación de impactos; teniendo en cuenta la ubicación del sitio del proyecto e infraestructura asociada,

y la correspondiente división en actividades y etapas, por otro lado, se identificaron los posibles impactos que se pueden presentar, a partir del análisis de un grupo de expertos.

Luego de realizar la evaluación ambiental, el área de influencia se ajustó según los impactos significativos, para lo cual se tuvo en cuenta la definición establecida en los términos de referencia M-M-INA-02: "*El área de influencia es aquella en la que se manifiestas los impactos ambientales significativos, los cuales se determinan después del proceso de evaluación ambiental del proyecto y corresponde a los que obtengan mayores calificaciones, de acuerdo con la metodología utilizada y la jerarquía establecida.*"

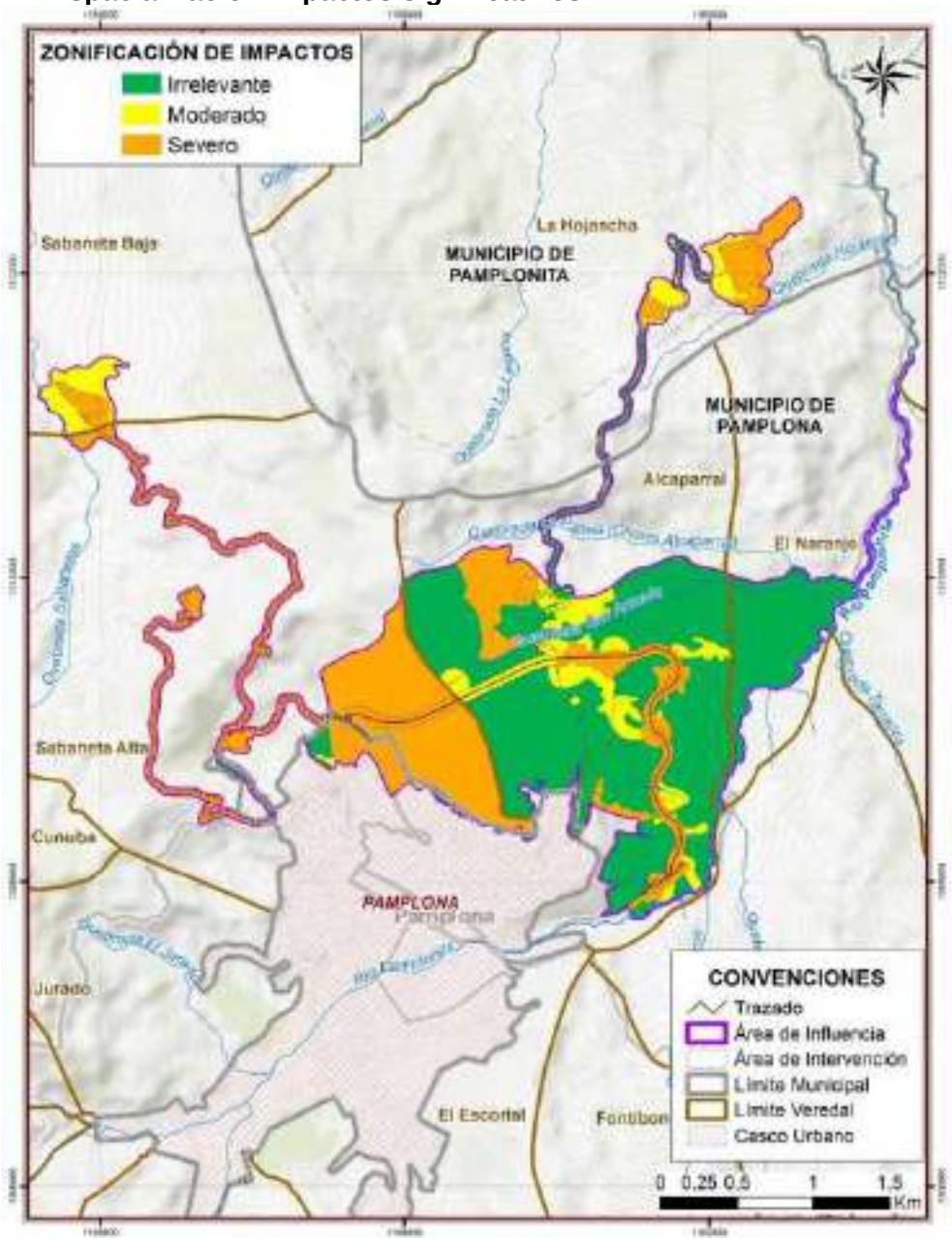
De acuerdo con lo anterior, como resultado del proceso de evaluación ambiental se obtuvo que los impactos significativos (severos) corresponden principalmente al área de intervención y se enumeran a continuación:

i. Cambios en la calidad del agua superficial
ii. Alteración en la capacidad de transporte del agua
iii. Alteración del cauce
iv. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico
v. Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea
vi. Variación del nivel freático
vii. Generación y /o activación de procesos denudativos
viii. Cambio en los niveles de presión sonora
ix. Cambios en las características de los suelos
x. Alteración del uso actual
xi. Modificación de la calidad paisajística
xii. Cambios en la cobertura vegetal
xiii. Modificación de la conectividad de ecosistemas
xiv. Intervención áreas de manejo especial
xv. Alteración de hábitat
xvi. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
xvii. Modificación del hábitat y biota acuática
xviii. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
xix. Modificación a la destinación económica del suelo

Cada impacto significativo, identificados principalmente como los que suceden sobre el paisaje, el recurso hidrogeológico y las aguas superficiales, se distribuye espacialmente a través de los ámbitos de manifestación y representa una capa. Como producto de la superposición de capas que contienen la representación en el espacio de los impactos considerados significativos se obtiene la zonificación de impacto ambiental, la cual constituye uno de los insumos para definir la zonificación de manejo ambiental.

Mediante el proceso de superposición de los mapas de impactos significativos, se genera el mapa síntesis del área de estudio, para el cual se utiliza la técnica del "valor máximo", la cual responde a la asignación del mayor valor de impacto del conjunto superpuesto en un mismo espacio geográfico, en este caso SEVERO como se muestra en la Figura 4.4.

Figura 4.4 Espacialización impactos significativos



Fuente: Aecom – ConCol S.A., 2018

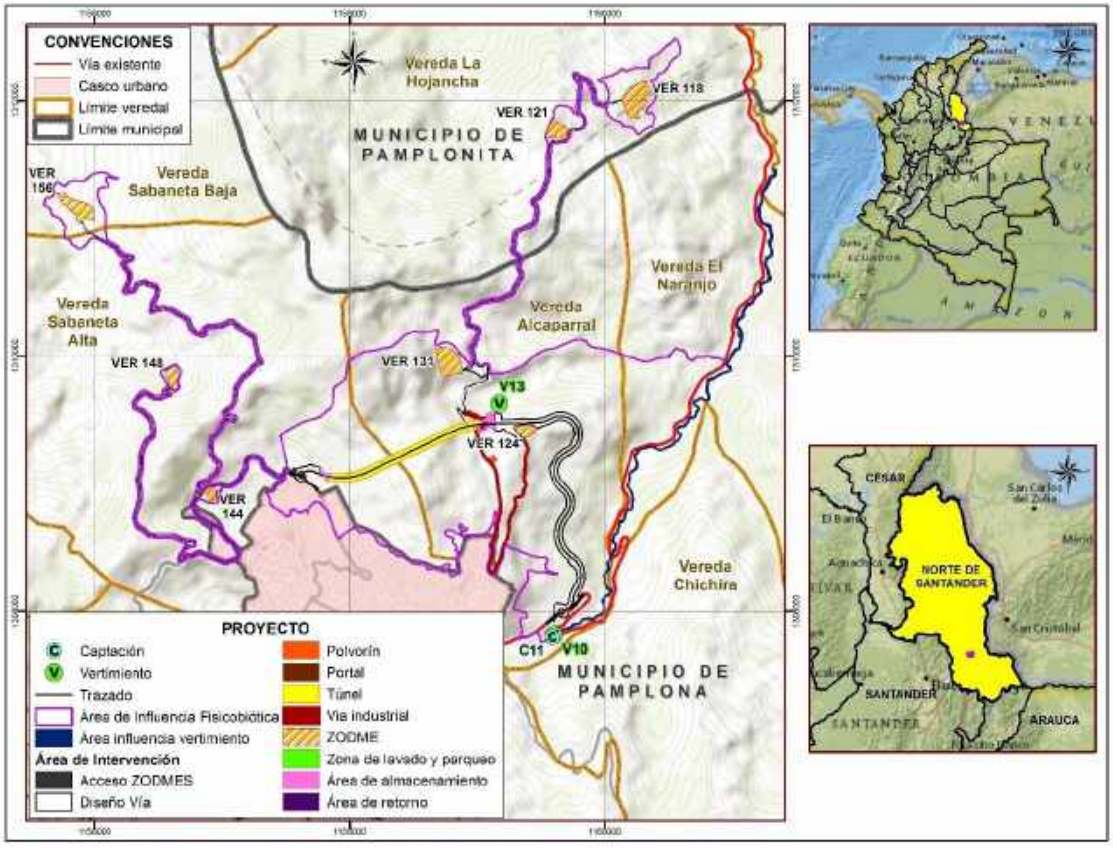
Las actividades identificadas como generadoras de impactos significativos (severos) se listan a continuación:

i. Desmonte y limpieza
ii. Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME
iii. Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación
iv. Portales de entrada y salida

v. Excavaciones por perforación y voladura
vi. Excavación emboquilles
vii. Construcción de accesos
viii. Adecuación de accesos
ix. Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes
x. Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos
xi. Vertimientos

De lo anterior se tiene que como resultado de la evaluación ambiental no se identifican impactos críticos, que puedan especializarse como impactos muy relevantes a tener en cuenta para la definición del área de influencia. Por tanto, el área de influencia definitiva fisicobiótica se configura como se indica en la Figura 4.5 como la síntesis del proceso de análisis del área de influencia Preliminar para configurar el Área de Influencia Definitiva. De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el área de influencia definitiva es la misma que la preliminar, teniendo en cuenta que los impactos no trascienden más allá de los límites definidos inicialmente.

Figura 4.5 Área de Influencia fisicobiótica definitiva, construcción doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Sector Variante Pamplona



Fuente: Aecom – ConCol S.A., 2018

4.3.2.2 Área de Influencia Definitiva Medio Socioeconómico

Partiendo de las unidades territoriales identificadas en el área de influencia preliminar, se realizó un recorrido en campo y a partir del diálogo con líderes comunitarios y organizaciones de base, se verificó la localización del proyecto y se corroboró el nombre y la existencia de las unidades territoriales (veredas, barrios y sectores), que efectivamente se ubican en el polígono del área de afectación del proyecto. Esta información también fue corroborada durante el taller de recolección de información primaria con las comunidades, a partir de la elaboración de la cartografía social. El esquema de las actividades para la delimitación del área de influencia definitiva se muestra en la Figura 4.6.

Figura 4.6 Delimitación área de influencia definitiva

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

Durante dicho recorrido se tomaron las coordenadas de los puntos de interés para contrastarlos posteriormente con lo identificado inicialmente, en el trabajo de campo se registró dicha información en PDA (Asistente Personal Digital) mediante programa MapCam con las capas de interés para el medio socioeconómico y, satelitalmente se comparó la información levantada mediante registro SIG, con la información identificada en campo, corroborando las unidades territoriales y demás zonas asociadas al área de influencia.

Posteriormente, se desarrollaron las reuniones de inicio del Estudio de Impacto Ambiental para la Unidad Funcional 1, donde se presentó el proyecto, el alcance del Estudio de Impacto Ambiental y se realizó el taller de recolección de información primaria (identificación de impactos y medidas de manejo y cartografía social), donde se pudo confirmar con la información recolectada en el trabajo de campo y la información del área de influencia preliminar. Asimismo, a partir del diálogo y la concertación, se determinó si en otras unidades territoriales se podían extender dichos impactos de acuerdo con lo identificado en los talleres de recolección de información primaria.

El resultado en la aplicación de las actividades y etapas anteriores muestra que el área de influencia definitiva corresponde a seis (6) veredas de los municipios de Pamplona y Pamplonita y seis (6) barrios del municipio de Pamplona, en las cuales se prevé la ocurrencia de los impactos significativos del proyecto sobre el medio socioeconómico. Ver

Tabla 4.5 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Preliminar-	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Definitiva-	Actividad relacionada con el Proyecto	Área de intervención (ha).
Pamplona	Barrio El Buque	Barrio El Buque	Diseño de la vía a construir, acceso a ZODME y ZODME.	0,6867
Pamplona	N/A	Barrio Simón Bolívar	Vía Industrial (Por uso como acceso).	0,0975
Pamplona	N/A	Barrio Juan XXIII	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
Pamplona	N/A	Barrio Cristo Rey Parte Alta	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
Pamplona	N/A	Barrio Cristo Rey Parte Baja	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	Vereda Sabaneta Alta	Acceso a ZODME, ZODME, área de almacenamiento, bahía, diseño de la vía a construir, portal, túnel.	14,0853
Pamplona	Vereda Alcaparral	Vereda Alcaparral	Zodme, acceso a Zodme, área de almacenamiento, diseño de vía a construir, polvorín, portal, túnel, vía industrial, zona de lavado y parqueo, franja de captación, bahía.	29,7492
Pamplona	Vereda El Naranjo	Vereda El Naranjo	Área de influencia del vertimiento.	N/A
Pamplona	Vereda Ulagá Baja	Vereda Ulagá Baja	Área de influencia del vertimiento.	N/A
Pamplona	N/A	Vereda Sabaneta Baja	Acceso a ZODME y ZODME.	3,1127
Pamplonita	Vereda La Hojancha	Vereda La Hojancha	Acceso a ZODME, bahía y ZODME.	10,0841
Total	**Doce (12) unidades territoriales menores**			**58,23**

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2002), (Alcaldia Municipal de Pamplonita, 2001).

De acuerdo con lo evidenciado en la tabla anterior, ingresaron cinco (5) unidades territoriales menores al área de influencia definitiva, debido a la incorporación de nuevas ZODME y vías de acceso, así como la posible ocurrencia de impactos en fuentes alternas de abastecimiento del recurso hídrico.

Con relación a las áreas de expansión, estas corresponden a zonas de desarrollo urbano considerando aquellos suelos que por sus características permiten la expansión de los centros urbanos de manera reglamentada, en este sentido, y según lo estipulado en el Plan de Ordenamiento Territorial de Pamplona, se interceptan con el Proyecto 5,34 ha del área de expansión del municipio localizadas en el costado nororiental del centro urbano de

Pamplona, unidad territorial menor Alcaparral.

Por tanto, con el proceso de evaluación de impactos se establecieron las áreas donde se espera la ocurrencia de impactos significativos, los cuales se relacionan en la Tabla 4.6.

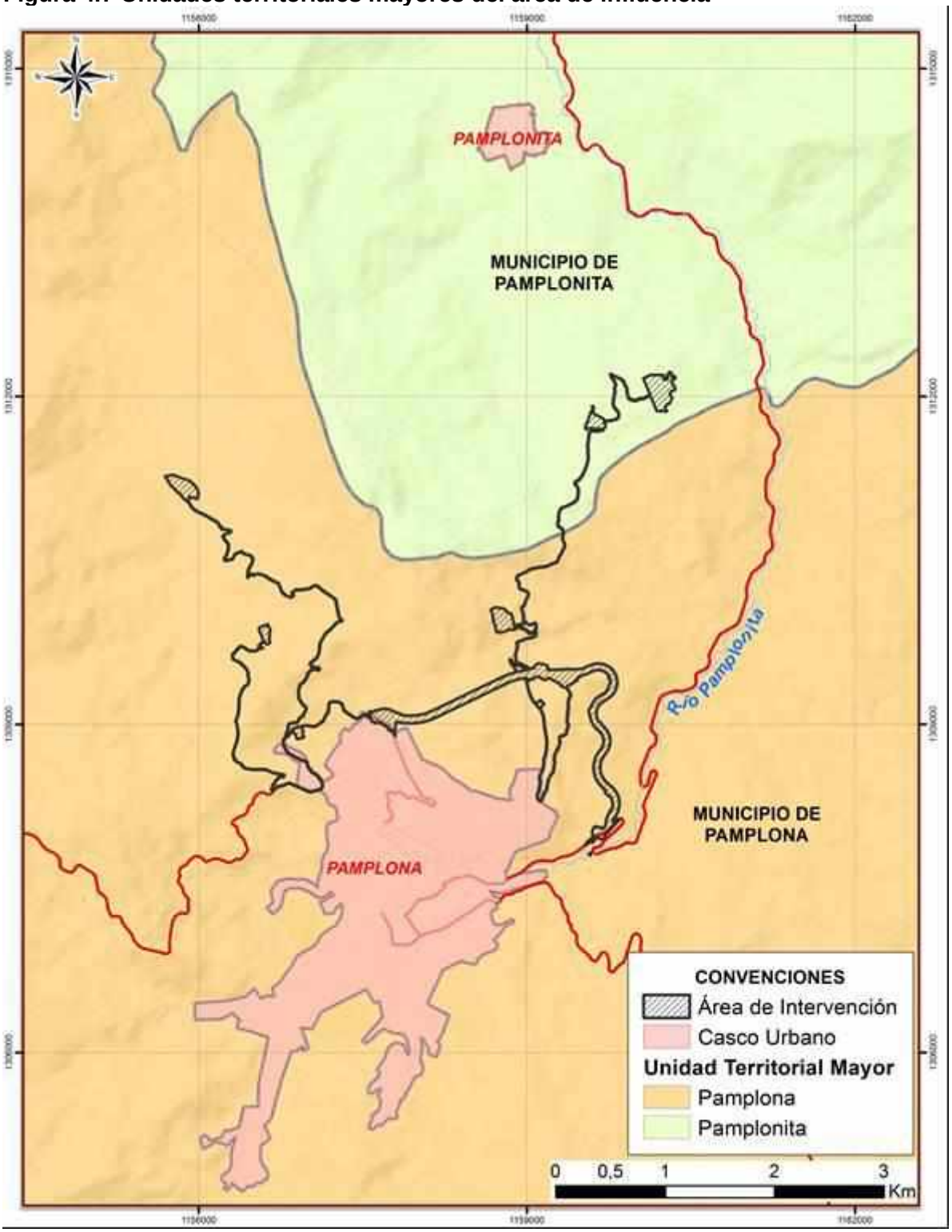
Tabla 4.6 Evaluación de impactos moderados y severos –Medio Socioeconómico-

Impacto Ambiental	Importancia	Ámbito de manifestación
Generación de expectativas	Moderado	Unidades Territoriales Menores (Barrios El Buque, Barrio San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta, Cristo Rey Parte Baja y las veredas Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha). Unidades Territoriales Mayores (Pamplona y Pamplonita).
Modificación en la destinación económica del suelo.	Moderado	Uso agroforestal, uso ganadero y uso agroforestal.
Modificación en la destinación económica del suelo.	Severo	Uso comercial (Sector La Curva de los Adioses), uso forestal con tipo de uso producción protección y uso forestal - con tipo de uso de producción protección.
Generación de nuevos conflictos.	Moderado	Unidades territoriales menores (Barrio Simón Bolívar, El Buque, San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta, Cristo Rey Parte Baja y veredas Sabaneta Alta, Alcaparral, Sabaneta Alta, Ulagá Baja, El Naranjo y La Hojancha).
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	Moderado	Unidades territoriales menores (Barrios El Buque, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta, Cristo Rey Parte Baja y San Luis).
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	Severo	Unidades territoriales menores (veredas Alcaparral y Sabaneta Alta).
Cambios en el desplazamiento poblacional.	Moderado	Unidades territoriales menores del área de influencia (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, La Hojancha, El Naranjo, Ulagá Baja y Barrios Simón Bolívar, El Buque y San Luis).
Cambios en el riesgo de accidentalidad.	Moderado	Vía Primaria y vías terciarias.
Alteración en el acceso de los predios.	Moderado	Unidades territoriales menores (Vereda Alcaparral sector La Curva de los Adioses, Sabaneta Baja, Sabaneta Alta y La Hojancha y Barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar).
Modificación a la infraestructura vial.	Moderado	Vías terciarias y vía primaria.
Cambios en la movilidad peatonal y vehicular.	Moderado	Vías terciarias y vía primaria.

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

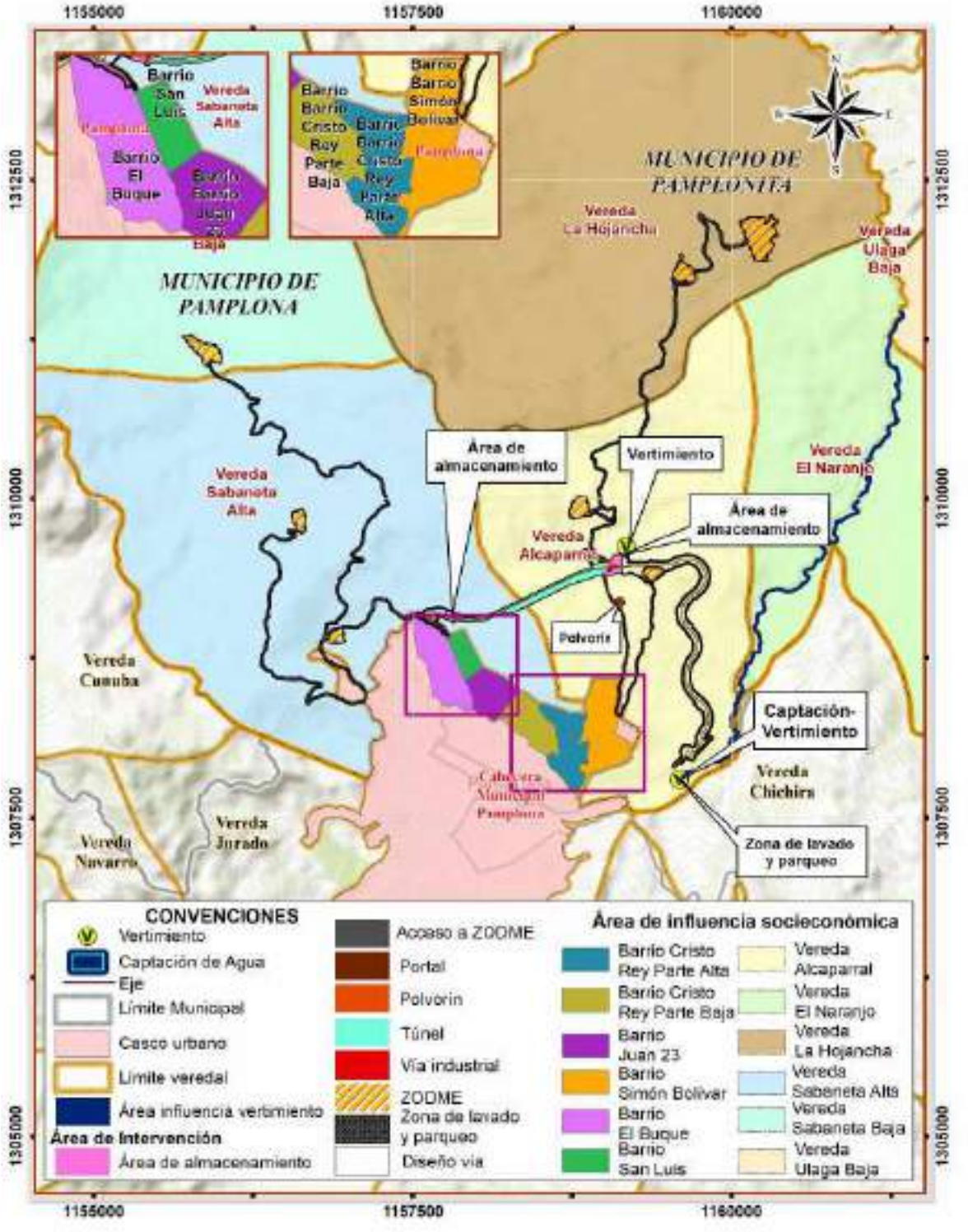
Como se muestra en la tabla anterior, se evaluaron once (11) impactos entre moderados y severos, los impactos más significativos son afectación a la infraestructura y prestación de los servicios y modificación en la destinación económica del suelo, impactos que se prevé se presentarán con mayor incidencia en las unidades territoriales menores con asentamiento nucleado (Barrio El Buque, San Luis, Alcaparral - Sector Curva de los Adioses y Sabaneta Alta, Ver Figura 4.7 y Figura 4.8).

Figura 4.7 Unidades territoriales mayores del área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

Figura 4.8 Unidades territoriales menores del área de influencia



Fuente: Aecom – ConCol S.A., 2018.

4.3.2.2.1 Identificación de grupos étnicos

La identificación de grupos étnicos en el área de influencia supone el reconocimiento jurídico emanado por el Ministerio del Interior, en favor de grupos étnicos con y sin territorios legalizados, a los cuales se les reconoce una organización de gobierno, al rigor de la Ley 89 de 1890 para comunidades indígenas (Cabildos Indígenas) y la Ley 70 de 1993 para comunidades negras (Consejos Comunitarios).

Por lo anterior, se adelantó la consulta formal frente a la presencia de comunidades étnicas ante el Ministerio del Interior por parte de la Unión Vial Rio Pamplonita. En consecuencia, la DCP emitió la certificación Nº 0149 del 06 de marzo de 2018, en donde conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto.

Posteriormente, por ajustes en el área de intervención del proyecto, se modificó el área de influencia, lo que implicó una consulta de áreas adicionales ante la DCP (radicado EXTMI18-29274 del 19 de julio de 2018), mediante certificación N°0822 del 17 de agosto de 2018 la DCP conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en estas áreas. (Ver Anexo _5.3_Social_Anexo_A_Sol_Info).

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS · Unión Vial Río Pamplonita Una Compañía de Sacyr Concesiones · ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 1
5.1 MEDIO ABIÓTICO 1
5.1.1 Geología 1
5.1.1.1 Aspectos conceptuales 1
5.1.1.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria 1
5.1.1.1.2 Fotointerpretación 1
5.1.1.1.3 Etapa de Campo 2
5.1.1.1.4 Informe y Mapas anexos 2
5.1.1.2 Geología Regional 2
5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional 2
5.1.1.2.2 Unidades Estratigráficas 6
5.1.1.2.3 Geología Estructural 12
5.1.1.2.4 Fotointerpretación 16
5.1.1.2.5 Unidades Geológicas 22
5.1.1.2.6 Geología estructural local 53
5.1.1.2.7 Descripción geológica por zonas homogéneas 53
5.1.1.2.8 Zona de construcción del túnel de Pamplona 55
5.1.1.2.9 Caracterización geológica y geomorfológica de ZODMES 61
5.1.2 Geomorfología 88
5.1.2.1 Aspectos conceptuales 88
5.1.2.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria 89
5.1.2.1.2 Interpretación de imágenes aéreas 89
5.1.2.1.3 Trabajo de campo 89
5.1.2.1.4 Informe y Mapas anexos 89
5.1.2.2 Área de Influencia 89
5.1.2.2.1 Morfometría 92
5.1.2.2.2 Morfogénesis 93
5.1.2.2.3 Unidades y Subunidades Geomorfológicas 95
5.1.2.2.4 Morfodinámica 103
5.1.3 Paisaje 115
5.1.3.1 Unidades de paisaje local 115
5.1.3.2 Descripción del proyecto frente al componente paisajístico 115
5.1.3.3 Unidades geomorfológicas 116
5.1.3.4 Unidades de cobertura de la tierra 116
5.1.3.5 Determinación de las unidades de paisaje 117

5.1.3.5.1 Subsistema Agropecuario en Crestones Mcr-Cap 119
5.1.3.5.2 Subsistema Bosques y vegetación natural en Crestones Mct-Nbv 119
5.1.3.5.3 Subsistema Agropecuario en Valle coluvio aluvial Mlm-Cap 120
5.1.3.5.4 Subsistema infraestructura y trasporte de zonas antropizadas ZA-Cit 121
5.1.3.5.5 Unidades de paisaje en el área de intervención 121
5.1.3.6 Evaluación y análisis del paisaje 121
5.1.3.6.1 Calidad visual del paisaje 122
5.1.3.6.2 Capacidad de absorción o fragilidad visual 127
5.1.3.6.3 Accesibilidad visual 130
5.1.3.7 Sitios de interés paisajístico 133
5.1.3.7.1 Las Tres Cruces 134
5.1.3.7.2 Naciente Cristo Rey Parte Alta 134
5.1.3.7.3 Laguna de Borrero 135
5.1.3.8 Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales 136
5.1.4 Suelos y uso de la tierra 136
5.1.4.1 Descripción de las unidades cartográficas de suelo y sus componentes taxonómicos 137
5.1.4.1.1 Consociación 137
5.1.4.1.2 Asociación de suelos 137
5.1.4.1.3 Complejo de suelos 137
5.1.4.1.4 Disociación o Grupo Indiferenciado 138
5.1.4.2 Suelos del paisaje de Montaña 140
5.1.4.2.1 Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos – MME 140
5.1.4.2.2 Consociación Ustic Dystropepts – MMK 141
5.1.4.2.3 Consociación Lithic Ustic Humitropepts. – MMA 141
5.1.4.2.4 Consociación Fluventic Eutropepts - MRI 142
5.1.4.2.5 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención 142
5.1.4.3 Capacidad de uso del suelo 143
5.1.4.3.1 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención 145
5.1.4.4 Uso actual del suelo 146
5.1.4.4.1 Ganadería – Pastoreo extensivo (PEX) 150
5.1.4.4.2 Conservación 151
5.1.4.4.3 Agroforestal 152
5.1.4.4.4 Forestal 152
5.1.4.4.5 Uso actual del suelo en el área de intervención 153
5.1.4.5 Conflicto de uso del suelo 154
5.1.4.5.1 Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A) 154
5.1.4.5.2 Conflictos por subutilización (S) 154
5.1.4.5.3 Conflictos por sobreutilización (O) 155
5.1.4.5.4 Conflictos de uso del suelo en el AI 156
5.1.4.5.5 Conflictos de uso del suelo en el área de intervención 157
5.1.4.6 Análisis de vulnerabilidad del Suelo asociado al túnel. 158
5.1.4.6.1 Clase VIe-1 158
5.1.4.6.2 Clase VIIe-5 158
5.1.4.6.3 Clase VIII 159

5.1.5 Hidrología 160
5.1.5.1 Fuentes de información 161
5.1.5.1.1 Cartografía 161
5.1.5.1.2 Información de fuentes oficiales 161
5.1.5.1.3 Información Hidrológica 161
5.1.5.2 Caracterización hidrológica del área de influencia 162
5.1.5.2.1 Sistemas lóticos y lénticos del área de influencia 162
5.1.5.2.2 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia y respectiva clasificación de acuerdo con la estructura IDEAM 168
5.1.5.2.3 Identificación de zonas de recarga 172
5.1.5.2.4 Descripción de la red hidrográfica 173
5.1.5.2.5 Morfometría de cuencas 174
5.1.5.2.6 Régimen hidrológico 176
5.1.5.2.7 Análisis de precipitación 178
5.1.5.2.8 Caudales máximos 180
5.1.5.2.9 Caudales medios 193
5.1.5.2.10 Caudales mínimos 194
5.1.5.2.11 Dinámica fluvial 196
5.1.6 Calidad del Agua 198
5.1.6.1 Cuerpos de Agua Continentales 198
5.1.6.1.1 Monitoreo de caracterización fisicoquímica y Bacteriológica del agua 198
5.1.6.1.2 Metodología de Análisis 201
5.1.6.1.3 Resultados 202
5.1.6.1.4 Índices de calidad ambiental del agua 237
5.1.6.1.5 Índices de contaminación 248
5.1.7 Usos del agua 257
5.1.7.1 Usos Actuales y Proyectados 258
5.1.7.2 Inventario de usos y usuarios del agua 260
5.1.7.2.1 Captaciones 263
5.1.7.2.2 Vertimientos 265
5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR 268
5.1.7.4 Demanda actual de las fuentes a intervenir 270
5.1.7.5 Conflictos por uso 271
5.1.7.5.1 Análisis de frecuencia de caudales mínimos 271
5.1.7.6 Índices de calidad ambiental del uso del agua 276
5.1.7.6.1 Índice de Uso del Agua (IUA) 276
5.1.7.6.2 Índice de regulación Hídrica (IRH) 282
5.1.7.6.3 Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento 284
5.1.8 Hidrogeología 288
5.1.9 Geotecnia 289
5.1.9.1 Geotecnia para tramo túnel 289
5.1.9.1.1 Materiales afectados por la excavación del túnel 289
5.1.9.1.2 Metodología para el análisis de resultados 292
5.1.9.1.3 Sectorización geotécnica del túnel 306
5.1.9.2 Geotecnia para Unidad Funcional 1 313
5.1.9.3 Modelación de Variables 316
5.1.9.3.1 Litología (SL) 316

5.1.9.3.2 Geomorfología (SG) 319
5.1.9.3.3 Hidrogeología (SH) 322
5.1.9.3.4 Cobertura de la tierra (SC) 323
5.1.9.3.5 Densidad de drenajes (SD) 327
5.1.9.3.6 Densidad de Fallas Geológicas (SF) 329
5.1.9.3.7 Pendientes del Terreno (SP) 332
5.1.9.3.8 Morfodinámica (SE) 336
5.1.9.4 Susceptibilidad General del Terreno (ST) 340
5.1.9.5 Factores detonantes 344
5.1.9.5.1 Precipitación (FP) 344
5.1.9.5.2 Sismicidad (FS) 348
5.1.9.6 Amenaza geotécnica del terreno (ZG) 352
5.1.9.7 Descripción geotécnica del corredor vial 356
5.1.9.7.1 Sector del K56+300 al K 56+500 357
5.1.9.7.2 Sector del K56+500 al K 56+760 357
5.1.9.7.3 Sector del K56+760 al K 57+240 357
5.1.9.7.4 Sector del K57+240 al K 57+400 357
5.1.9.7.5 Sector del K57+400 al K 57+700 357
5.1.9.7.6 Sector del K57+700 al K58+880 357
5.1.9.7.7 Sector del K58+880 al K 59+660 357
5.1.9.7.8 Sector del K59+660 al K 60+260 358
5.1.9.8 Conclusiones 358
5.1.10 Atmósfera 359
5.1.10.1 Meteorología 359
5.1.10.1.1 Ubicación de las estaciones 359
5.1.10.1.2 Temperatura 361
5.1.10.1.3 Presión atmosférica promedio mensual (mb) 365
5.1.10.1.4 Precipitación media diaria, mensual y anual 366
5.1.10.1.5 Humedad relativa 373
5.1.10.1.6 Viento 374
5.1.10.1.7 Radiación solar (Irradiación solar o insolación) 378
5.1.10.1.8 Nubosidad 381
5.1.10.1.9 Evaporación 382
5.1.10.1.10 Zonificación de la evaporación 384
5.1.10.1.11 Clasificación climática 385
5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones 387
5.1.10.2.1 Fuente fijas puntuales 388
5.1.10.2.2 Fuentes fijas dispersas o difusas 391
5.1.10.2.3 Fuentes lineales 392
5.1.10.2.4 Fuentes móviles 394
5.1.10.2.5 Potenciales receptores 394
5.1.10.3 Calidad del Aire 396
5.1.10.3.1 Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas 397
5.1.10.3.2 Análisis y evaluación de la calidad de aire 397
5.1.10.4 Ruido 415
5.1.10.4.1 Inventario de fuentes generadoras de ruido 416
5.1.10.4.2 Monitoreo de Evaluación de Ruido 419

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5.1. Información geológica recopilada 1
Tabla 5.2 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1 23
Tabla 5.3 Datos estructurales dentro del área de influencia de la UF1 (Coordenadas Planas Gauss-Kruger origen Bogotá) 44
Tabla 5.4 Unidades Geomorfológicas en el área de influencia de la UF1 90
Tabla 5.5 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos 92
Tabla 5.6 Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1 103
Tabla 5.7 Agrupación de unidades geomorfológicas 116
Tabla 5.8 Agrupación de coberturas de la tierra 116
Tabla 5.9 unidades de paisaje en el AI 117
Tabla 5.10 Unidades de paisaje en el área de intervención 121
Tabla 5.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980) 122
Tabla 5.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual y puntaje 123
Tabla 5.13 Promedio de evaluación de calidad visual de unidades de paisaje en el AI .. 123
Tabla 5.14 Distribución de la calidad visual en el AI 124
Tabla 5.15 Calidad visual del paisaje en el área de intervención 127
Tabla 5.16 Factores del paisaje determinantes de capacidad de absorción visual CAV 127
Tabla 5.17 Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje 128
Tabla 5.18 Promedio de evaluación de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje 128
Tabla 5.19 Capacidad de absorción en el AI 128
Tabla 5.20 Capacidad de absorción en el área de intervención 130
Tabla 5.21 Clasificación de visibilidad en el AI y área de intervención 133
Tabla 5.22 Ubicación de puntos de muestreo de suelos 137
Tabla 5.23 Leyenda de unidades cartográficas de suelos asociados al AI 139
Tabla 5.24 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención 143
Tabla 5.25 Capacidad de uso del suelo en el AI 144
Tabla 5.26 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención 146
Tabla 5.27 Uso actual del suelo en el AI 149
Tabla 5.28 Uso actual del suelo en el área de intervención 153
Tabla 5.29 Matriz de determinación de conflicto de uso del suelo 156
Tabla 5.30 Conflicto de uso del suelo en el AI 156

Tabla 5.31 Conflicto de uso del suelo en el área de intervención 158
Tabla 5.32 Clases agrológicas asociadas al túnel 158
Tabla 5.33 CRA y Fertilidad natural de UCS asociadas al túnel 159
Tabla 5.34 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis Hidrológico asociado a la zona en estudio 161
Tabla 5.35 Inventario de fuentes lóticas identificadas durante los recorridos 163
Tabla 5.36 Clasificación de cuencas hidrográficas de acuerdo con la estructura IDEAM transversales al área de influencia UF1 169
Tabla 5.37 Área a Intervenir por Microcuenca 171
Tabla 5.38 Área total, área intervenida y efectiva de las cuencas configuradas por el tejido urbano 171
Tabla 5.39 Parámetros morfométricos insumos para definir el Tiempo de Concentración 174
Tabla 5.40 Valores interpretativos del factor de forma 175
Tabla 5.41 Factor de forma de las cuencas del área de influencia de la UF1 176
Tabla 5.42 Tiempo de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 177
Tabla 5.43 Precipitación máxima en 24 horas 179
Tabla 5.44 Área de la cuenca aferente a la estación Don Juana Automática – 16017020 vs. Sector de la cuenca del río Pamplonita asociado al área de influencia de la UF1 180
Tabla 5.45 Suelos que conforman las cuencas transversales al área de influencia UF1 181
Tabla 5.46 Clasificación Hidrológica de las unidades de suelos asociadas a las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 182
Tabla 5.47 Clasificación de los usos del suelo según la clasificación hidrológica de suelos - SCS 183
Tabla 5.48 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III 184
Tabla 5.49 Valores de la CN por cuenca 185
Tabla 5.50 Valores de las curvas IDF estación ISER PAMPLONA (mm/h) 188
Tabla 5.51 Caudales Máximos (m^3/s) de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 189
Tabla 5.52 Generalidades de la estación 190
Tabla 5.53 Caudales medios (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 193
Tabla 5.54 Caudales mínimos (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 195
Tabla 5.55 Características de los Puntos de Muestreo de Agua, Fuentes Superficiales 200
Tabla 5.56 Metodologías de Análisis 201
Tabla 5.57 Descripción de los puntos de monitoreo 204
Tabla 5.58 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos 206
Tabla 5.59 Resultados de Parámetros In Situ 208
Tabla 5.60 Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad 210
Tabla 5.61 Escala de OD y su relación con la calidad del agua 210
Tabla 5.62 Escala de pH y su relación con la calidad del agua 214
Tabla 5.63 Codificación y nomenclatura de los puntos de muestreo analizados 217
Tabla 5.64 Estándares de calidad de agua para parámetros físicos-químicos en laboratorio de acuerdo diversos usos del agua 218

Tabla 5.65 Resultados de parámetros fisicoquímicos puntos de monitoreo 219
Tabla 5.66 Escala de Mineralización en Agua de acuerdo con la Alcalinidad 222
Tabla 5.67 Clasificación de la Dureza por $CaCO_3$ en el Agua (OMS)..... 226
Tabla 5.68 Escala de clasificación de la calidad de agua, con base en la DBO 227
Tabla 5.69 Escala de clasificación de calidad de agua, con base en la DQO 228
Tabla 5.70 Criterios de calidad de agua por coliformes para diversos usos 233
Tabla 5.71 Resultados de parámetros microbiológicos 234
Tabla 5.72 Clasificación del Agua según el Índice de Langelier 237
Tabla 5.73 Índice de Saturación o de Langelier – ISL en los cuerpos de agua monitoreados 238
Tabla 5.74 Capacidad buffer en cuerpos de agua superficial analizados 239
Tabla 5.75 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas 240
Tabla 5.76 Calificación de la Calidad del Agua según los valores que tome el ICA 242
Tabla 5.77 Resultados – índice de calidad del agua 243
Tabla 5.78 Categorías y Rangos del IACAL..... 246
Tabla 5.79 Índice de Calidad del Agua en los cuerpos de agua monitoreados 246
Tabla 5.80 Clasificación de índices de contaminación 249
Tabla 5.81 Clasificación ICOTRO 256
Tabla 5.82 Clasificación de Usos del agua para el tramo 6 de la cuenca Río Pamplonita, que hace parte de la UF1 258
Tabla 5.83 Objetivos de calidad, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos 260
Tabla 5.84 Inventario de Usos del agua..... 262
Tabla 5.85 Inventario de captaciones 264
Tabla 5.86 Inventario de vertimientos 266
Tabla 5.87 Concesiones de agua otorgadas por CORPONOR 269
Tabla 5.88 Demanda hídrica sectorial, Cuenca del río Pamplonita 271
Tabla 5.89 Caudales mínimos mensuales probables para cada periodo de retorno 273
Tabla 5.90 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje enero..... 274
Tabla 5.91 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje febrero..... 274
Tabla 5.92 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje junio 275
Tabla 5.93 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje julio 275
Tabla 5.94 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje agosto 275
Tabla 5.95 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje diciembre 275
Tabla 5.96 Categoría y descriptos del IUA..... 278
Tabla 5.97 Rangos y Categorías índice de uso de agua..... 279
Tabla 5.98 Clasificación del IUA en la subzona hidrográfica del río Pamplonita..... 279
Tabla 5.99 Valores y categorías del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita 281
Tabla 5.100 Categoría y descriptos del IRH..... 283
Tabla 5.101 Clasificación del IRH en el área de estudio 283

Tabla 5.102 Valores y categorías del IRH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del río Pamplonita 283
Tabla 5.103 Relación para categorizar el IVH, ENA 2010 285
Tabla 5.104 Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH, ENA 2014 285
Tabla 5.105 Valores y categorías del IVH en la subzona hidrográfica del río Pamplonita. ENA 2010 287
Tabla 5.106 Valores y categorías del IVH para las subcuencas y un tramo del rio Pamplonita correspondiente al área de influencia de la UF1 287
Tabla 5.107 Valores α 294
Tabla 5.108 Clasificación del índice RMR de Bieniawski, 1989 300
Tabla 5.109 Corrección del índice RMR de Bieniawski, 1989 en función de la orientación 300
Tabla 5.110 Influencia de la parametrización en el GSI 301
Tabla 5.111 Corrección por orientación de las discontinuidades 307
Tabla 5.112 Sectorización del Túnel 308
Tabla 5.113 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables 316
Tabla 5.114 Valores de susceptibilidad por litología 316
Tabla 5.115 Valores de susceptibilidad por geomorfología 320
Tabla 5.116 Valores de susceptibilidad por hidrogeología 322
Tabla 5.117 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra 324
Tabla 5.118 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes 327
Tabla 5.119 Ponderación de fallas según su tipo 330
Tabla 5.120 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas 330
Tabla 5.121 Valores de susceptibilidad por pendientes 334
Tabla 5.122 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos 337
Tabla 5.123 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno 342
Tabla 5.124 Intervalos de categoría de precipitación 345
Tabla 5.125 Intervalos de categorías de sismicidad 350
Tabla 5.126 Categorías para la zonificación geotécnica 353
Tabla 5.127 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica 356
Tabla 5.128 Estaciones del IDEAM seleccionadas 359
Tabla 5.129 Amplitud térmica 365
Tabla 5.130 Amplitud entre la precipitación media diaria y diaria máxima 368
Tabla 5.131 Estaciones IDEAM para análisis de precipitación total anual 369
Tabla 5.132 Estaciones meterologicas utilizadas para la determinación de isoyetas y zonificación pluviométrica UF1 371
Tabla 5.133 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM 385
Tabla 5.134 Rangos de la clasificación climática de Lang, con seis (6) provincias de humedad 385
Tabla 5.135 Inventario general de fuentes de emisión UF 1 389
Tabla 5.136 Potenciales receptores en el área de influencia de la UF 1 396
Tabla 5.137 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1 401
Tabla 5.138 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2 401
Tabla 5.139 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3 402
Tabla 5.140 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire 403
Tabla 5.141 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación. 410
Tabla 5.142 Índices de calidad de Aire acumulados para SO_2 en los puntos evaluados 411

Tabla 5.143 Índices de calidad de Aire acumulados para PM10 en estaciones 412
Tabla 5.144 Inventario fuentes de emisión de ruido 417
Tabla 5.145 Puntos de medición de ruido ambiental 419
Tabla 5.146 Datos generales de la medición. Parámetros del estudio 421
Tabla 5.147 Equipos utilizados para la medición 421
Tabla 5.148 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido 422
Tabla 5.149 Descripción de puntos de monitoreo de ruido 423
Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día habíl- horario diurno 426
Tabla 5.151 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA ... 427
Tabla 5.152 Resultados corregidos horario nocturno día hábil 431
Tabla 5.153 Resultados corregidos horario diurno día no hábil 434
Tabla 5.154 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil 435

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 5.1 Ubicación del área de estudio dentro de la Cuenca de la Cordillera Oriental 6
Figura 5.2 Geología Regional. Plancha 110-Pamplona..... 7
Figura 5.3 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca de la Cordillera Oriental 10
Figura 5.4 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28) 15
Figura 5.5 Sistema de fallas sobre el área de influencia de la UF1 17
Figura 5.6 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se evidencia la unidad sedimentaria de mayor dureza (formación Aguardiente) 18
Figura 5.7 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se detallan los cuerpos coluviales producto de procesos de remoción y solifluxión... 18
Figura 5.8 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detalla el gran cuerpo coluvioaluvial a lo largo de la quebrada San Antonio. ... 20
Figura 5.9 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se marcaron las estructuras (fallas y lineamientos) presentes en el área. 21
Figura 5.10 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detallan en línea azul los depósitos coluviales principalmente correspondiendo al cauce del río Pamplonita y en línea amarilla los depósitos de terraza en zonas aledañas a esta corriente fluvial. 21
Figura 5.11 Planta geológica Túnel de Pamplona (Portal oriental). Parte I K58+745 a K59+400..... 56
Figura 5.12 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II. K59+400 a K60+075..... 52
Figura 5.13 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Portal Occidental). Parte III K59+800 a K60+075..... 52
Figura 5.14 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Oriental). Parte I 57
Figura 5.15 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II..... 58
Figura 5.16 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Occidental). Parte III..... 59
Figura 5.17 Ubicación y Acceso a ZODME 156, donde se detallan los puntos 16, 17 y 18 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica 63
Figura 5.18 Area y Acceso a ZODME 148, donde se detallan los puntos 1, 2, 3 y 4 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica..... 66
Figura 5.19 Ubicación y Acceso a ZODME 144, donde se detallan los puntos 11, 20 y 22 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica 75
Figura 5.21 Ubicación del área y acceso a ZODME 118 78

Figura 5.22 Ubicación y Acceso a ZODME 121, donde se detallan los puntos 23, 24, 27 y 28 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área 81
Figura 5.23 Ubicación y Acceso a ZODME 124, donde se detallan los puntos del GPS (puntos verdes) que consistieron en el levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área 84
Figura 5.24 Area y Acceso a ZODME 131, donde se detallan los puntos 35 y 39 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área 86
Figura 5.25 Procesos morfodinámicos fotografía aérea de 1992 (K56+300 a K57+500) 108
Figura 5.26. Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K56+300 a K57+500) 108
Figura 5.27. Procesos morfodinámicos periodo 1992 (K57+500 a K58+500) 111
Figura 5.28 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K57+500 a K58+500) 112
Figura 5.29 Procesos morfodinámicos periodo 1990 (K58+500 a K60+300) 114
Figura 5.30 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K58+500 a K60+300) 114
Figura 5.31 Distribución espacial de las unidades de paisaje en el AI 118
Figura 5.32 Distribución porcentual de las unidades de paisaje en el AI 119
Figura 5.33 Distribución espacial de la calidad visual del paisaje en el AI 124
Figura 5.34 Distribución espacial de la capacidad de absorción del paisaje en el AI 128
Figura 5.35 Análisis de visibilidad en el AI 132
Figura 5.36Ubicación espacial de la Laguna de Borrero 135
Figura 5.37 Unidades cartográficas de suelo en el AI 140
Figura 5.38 Capacidad de uso del suelo en el AI 145
Figura 5.39 Uso actual del suelo en el AI 150
Figura 5.40 Conflicto de uso del suelo en el AI 157
Figura 5.41 Ubicación de Laguna de Borrero respecto al área de influencia de la UF1 . 167
Figura 5.42 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia 170
Figura 5.43 Sector sin intervenir de la cuenca El Buque 172
Figura 5.44 Sector intervenido de la cuenca NN25 172
Figura 5.45 Zonas de recarga hídrica 172
Figura 5.46 Red hidrográfica de cuencas transversales al área de influencia de la UF1 173
Figura 5.47 Ejemplo de patrón de drenaje 174
Figura 5.48 Polígonos de Thiessen - Precipitación 178
Figura 5.49 Distribución Gumbel y Pearson III, precipitación máxima en 24 Horas 179
Figura 5.50 Unidades de suelos asociadas a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 182
Figura 5.51 Usos del suelo en las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 .. 183
Figura 5.52 CN II de las Cuencas 185
Figura 5.53 Curvas IDF, Estación ISER PAMPLONA – T_R 1,33, 2, 5 y 100 años 188
Figura 5.54 Distribución de Gumbel para los registros de caudal máximo de la estación Don Juana Automática. 192
Figura 5.55 Histograma de los caudales máximos estación Don Juana Automática 192
Figura 5.56 Histograma de la precipitación media mensual (mm) 193
Figura 5.57 Histograma caudales medios 194
Figura 5.58 Fotografía C-2498-78 196
Figura 5.59 Ortofoto LIDAR año 2017 196
Figura 5.60 Imagen de Google Earth 197

Figura 5.61 omparación entre la Fotografía y Ortofoto LIDAR resolución 0,04m – Quebrada NN 25 197
Figura 5.62 Ubicación cartográfica de los puntos de monitoreo de calidad del agua 199
Figura 5.63 Valores de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales 209
Figura 5.64 Valores de Oxígeno Disuelto 212
Figura 5.65 Valores de pH 214
Figura 5.66 Valores de sólidos sedimentables 215
Figura 5.67 Valores de Temperatura 216
Figura 5.68 Valores de Acidez y alcalinidad 223
Figura 5.69 Valores de Turbiedad y SST 224
Figura 5.70 Valores de Color 225
Figura 5.71 Valores de Dureza cálcica y Dureza Total 226
Figura 5.72 Valores de DBO_5 y DQO 228
Figura 5.73 Valores de Fósforo Total 229
Figura 5.74 Valores de nitrógeno Total 230
Figura 5.75 Valores de grasa y aceites 231
Figura 5.76 Valores de fenoles totales 232
Figura 5.77 Valores coliformes totales y coliformes fecales 236
Figura 5.78 Resultados – Índice de Calidad del Agua 244
Figura 5.79 Esquema para obtener las estimaciones de las cargas contaminantes 245
Figura 5.80 Ubicación cartográfica del IACAL para las subcuencas y tramo del río Pamplonita ubicados en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio y año seco 248
Figura 5.81 Clasificación ICOMI – Índice de contaminación por mineralización 251
Figura 5.82 Clasificación ICOSUS – Índice de contaminación por sólidos suspendidos 253
Figura 5.83 Clasificación ICOMO – Índice de contaminación por Materia Orgánica 256
Figura 5.84 Clasificación ICOPH 257
Figura 5.85 Ubicación cartográfica de las captaciones identificadas en las fuentes hídricas que serán interceptadas 263
Figura 5.86 Ubicación cartográfica de los vertimientos identificados en las fuentes hídricas que serán interceptadas 265
Figura 5.87 Curvas adimensionales de Qmin para diferentes Tr y mes de estiaje 274
Figura 5.88 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio 281
Figura 5.89 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicadas en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año seco 282
Figura 5.90 Ubicación cartográfica del IRH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita en el área de influencia físico-biótica de la UF1 284
Figura 5.91 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del Rio Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Medio 287
Figura 5.92 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Seco 288
Figura 5.93 Porcentajes de litologías por formación geológicas 291
Figura 5.94 Parámetros tipo para suelos cohesivos 292
Figura 5.95 Parámetros tipo para suelos granulares 293
Figura 5.96 Valores de la constante m_i para rocas intactas tomadas de la bibliografía .. 297

Figura 5.97 Valores del Módulo Relativo para diferentes litologías según Deere y Palmstrom y Singh 298
Figura 5.98 Ábaco para estimación del índice GSI en rocas fracturadas 303
Figura 5.99 Correlaciones empíricas entre el índice RMR y Q y el módulo de deformación in situ Em. 306
Figura 5.100 Porcentaje RMR básico a lo largo del túnel de Pamplona 312
Figura 5.101 Porcentaje RMR corregido a lo largo del tunel de Pamplona 312
Figura 5.102 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica .. 315
Figura 5.103 Susceptibilidad por litología 317
Figura 5.104 Mapa de susceptibilidad por litología 319
Figura 5.105 Susceptibilidad por Geomorfologia 321
Figura 5.106 Mapa de susceptibilidad por geomorfología 321
Figura 5.107 Susceptibilidad por hidrogeología 322
Figura 5.108 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología 323
Figura 5.109 Susceptibilidad por cobertura de la tierra 326
Figura 5.110 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra 328
Figura 5.111Susceptibilidad por densidad de drenajes 328
Figura 5.112 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes 329
Figura 5.113 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas 330
Figura 5.114 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas 332
Figura 5.115 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno 334
Figura 5.116 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno 336
Figura 5.117 Susceptibilidad por Morfodinámica 339
Figura 5.118 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica 341
Figura 5.119 Susceptibilidad general del terreno 342
Figura 5.120 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno 344
Figura 5.121 Factor detonante por Precipitación 346
Figura 5.122 Factor detonante por precipitación 347
Figura 5.123 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28) 348
Figura 5.124 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta 349
Figura 5.125 Mapa de factor detonante por sismicidad 352
Figura 5.126 Distribución de amenaza geotécnica 354
Figura 5.127 Mapa amenaza geotécnica 355
Figura 5.128 Localización general de las estaciones IDEAM seleccionadas 360
Figura 5.129 Histograma temperatura media mensual multianual 362
Figura 5.130 Histograma temperatura máxima diaria promedio 363
Figura 5.131 Histograma temperatura mínima diaria promedio 363
Figura 5.132 Zonificación de la temperatura media anual, con base en el gradiente altitudinal 365
Figura 5.133 Zonificación de la presión atmosférica (mmHg) 366
Figura 5.134 Localización de las estaciones IDEAM seleccionadas para el estudio de la precipitación 366
Figura 5.135 Histograma para la precipitación media diaria (mm) 368
Figura 5.136 Histograma para la precipitación media mensual (mm) 369
Figura 5.137 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación ISER Pamplona 370

Figura 5.138 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) - Estación Cacota 370
Figura 5.139 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación La Caldera..... 371
Figura 5.140 Zonificación pluviométrica e isoyetas (200mm) 372
Figura 5.141 Histograma de la humedad relativa mensual multianual 373
Figura 5.142 Zonificación de la humedad relativa e isohumas 374
Figura 5.143 Velocidad del viento (m/s) - Año 2008..... 375
Figura 5.144 Dirección del viento..... 377
Figura 5.145 Rosa de los vientos estación ISER PAMPLONA..... 377
Figura 5.146 Histograma de la radiación solar máxima y mínima año 2018 – AI UF1.... 378
Figura 5.147 Radiación Solar Ene 2018..... 379
Figura 5.148 Radiación Solar Feb 2018..... 379
Figura 5.149 Radiación Solar Mar 2018..... 379
Figura 5.150 Radiación Solar Abr 2018 379
Figura 5.151 Radiación Solar May 2018 380
Figura 5.152 Radiación Solar Jun 2018 380
Figura 5.153 Radiación Solar Jul 2018 380
Figura 5.154 Radiación Solar Ago 2018..... 380
Figura 5.155 Radiación Solar Sep 2018..... 380
Figura 5.156 Radiación Solar Oct 2018 380
Figura 5.157 Radiación Solar Nov 2018..... 381
Figura 5.158 Radiación Solar Dic 2018..... 381
Figura 5.159 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL..... 381
Figura 5.160 Histograma Evaporación total mensual (mm/me) 383
Figura 5.161 Histograma del brillo solar (horas)..... 384
Figura 5.162 Zonificación de la evaporación total 384
Figura 5.163 Rangos Altitudinales – Caldas 386
Figura 5.164 Denominación termal – Caldas 386
Figura 5.165 Provincias de humedad de Lang 387
Figura 5.166 Fuentes lineales de emisión..... 393
Figura 5.167 Puntos de monitoreo de calidad de aire 402
Figura 5.168 Valores medios diarios de PM-10 en estaciones 1,2 y 3 405
Figura 5.169 Valores medios diarios de NO_2 en estaciones 1,2 y 3 406
Figura 5.170 Valores medios diarios de SO_2 en estaciones 1,2 y 3 406
Figura 5.171 Medias horarias diarias de CO Estación 1 408
Figura 5.172 Medias horarias diarias de CO Estación 2 409
Figura 5.173 Medias horarias diarias de CO Estación 3 409
Figura 5.174 Índice de calidad de aire (ICA) SO_2 estación 1,2 y 3 411
Figura 5.175 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3 413
Figura 5.176 Comparación estados excepcionales PM-10, estaciones 1,2 y 3 414
Figura 5.177 Comparación estados excepcionales $S0_2$, estaciones 1,2 y 3 414
Figura 5.178 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental UF 1..... 420
Figura 5.179 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil..... 428
Figura 5.180 Mapa de isófonas horario diurno día hábil..... 430
Figura 5.181 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil. Sector C y Sector D 431

Figura 5.182 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil 433
Figura 5.183 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil - Sector C vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales 434
Figura 5.184 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil 436
Figura 5.185 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil 437
Figura 5.186 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil 438

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 5.1 Afloramiento altamente meteorizado del Ortoneis. Coordenadas: Este: 1157392; Norte: 1308828 22
Fotografía 5.2 Saprolito de ortogneis color rosáceo. Abundante ortoclasa (feldespato potásico). Presencia de micas moscovitas y cuarzo, ubicado dentro del área de influencia de la UF1, en las coordenadas: Este: 1157410; Norte: 1309095. 24
Fotografía 5.3 Afloramiento de la formación Girón (A) y coluvión presente sobre dicha unidad (B)..... 27
Fotografía 5.4 Afloramiento moderadamente alterado y fracturado de la formación Tibú y Mercedes compuesto principalmente de calizas. 28
Fotografía 5.5 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidencian secuencia de areniscas cuarzosas, con algo de matriz feldespática clara y algo rosada, en algunas partes deleznables. 29
Fotografía 5.6 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidenciaron planos de canteras, compuesto de arenisca clara a gris, moderadamente meteorizada, con presencia de óxidos, con coordenadas Este: 1159034; Norte: 1309265..... 30
Fotografía 5.7 Diferentes afloramientos de la formación Aguardiente ubicados sobre el cerro donde se proyecta el túnel de Pamplona. Se observan secuencias de areniscas cuarzosas de grano medio, muy competentes y en algunas zonas de aspecto masivo, ligeramente alteradas y algunas inalteradas..... 31
Fotografía 5.8 Procesos de solifluxión plástica en suelos residuales de la formación Capacho. Coordenadas: Este: 1159379; Norte: 1309443..... 32
Fotografía 5.9 Bloques de roca arenisca provenientes del fracturamiento de estratos de la parte alta de la ladera (de la formación Aguardiente). Coordenadas: Este: 1159110; Norte: 1309450..... 32
Fotografía 5.10 Pequeño afloramiento altamente meteorizado de la formación Capacho dentro del área de influencia de la UF1, con coordenadas: Este: 1159676; Norte: 1308971, donde se observa el predominio de lutitas negras 33
Fotografía 5.11 Diferentes afloramientos de la formación Capacho. Se observan lutitas con niveles de areniscas, moderadamente alteradas..... 34
Fotografía 5.12 Afloramiento de la formación La Luna con estratificación delgada, moderadamente meteorizado, compuesto de lutitas negras y calizas grises. Coordenadas: Este: 1160200; Norte: 1309235..... 35
Fotografía 5.13 Afloramiento de la formación Colón-Mito Juan altamente meteorizado de capas de limolitas y lutitas gris oscuro, ubicado aproximadamente hacia el costado oriental del área de influencia en la margen izquierda del río Pamplonita..... 38

Fotografía 5.14 Limolitas y lutitas negras correspondientes a la formación Colón-Mito Juan presentando un evidente plegamiento, ubicado cercano al costado oriental de la UF-1. 39
Fotografía 5.15 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, hacia el portal occidental del túnel en dirección de Pamplona a Cúcuta. Coordenadas: Este 1158045; Norte: 1308923 41
Fotografía 5.16 Depósito coluvial entre las abscisas K58+880 y K58+860 aproximadamente del eje vial proyectado, compuesto de bloques de limolitas proveniente de las laderas. Coordenadas: Este 1158939; Norte: 1309525 41
Fotografía 5.17 Depósito coluvial matriz soportado sobre el eje de vía proyectado. Coordenadas: Este: 1159077; Norte: 1309459 42
Fotografía 5.18 Depósito Coluvial sobre la vía proyectada. Coordenadas: Este: 1159380; Norte: 1309446 44
Fotografía 5.19 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, entre las abscisas K58+280 y la K58+240 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500 44
Fotografía 5.20 Parte del gran depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectada. Abscisa K57+450-K57+400 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160993; Norte: 1312807 45
Fotografía 5.21 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K57+150-K57+060 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159660; Norte: 1308664 47
Fotografía 5.22 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+880-K56+700 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410 49
Fotografía 5.23 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+500-K56+130 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159739; Norte: 1308143 49
Fotografía 5.24 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K53+650-K53+600 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160664; Norte: 1309601 50
Fotografía 5.25 Vista del depósito coluvio aluvial aledaño al eje vial proyectado, sobre la formación Aguardiente. 51
Fotografía 5.26 Depósito aluvial en la margen del río Pamplonita. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292 52
Fotografía 5.27 Depósito aluvial que ha sido urbanizado 52
Fotografía 5.28 Cantera ubicada en la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612 53
Fotografía 5.29 Area proyectada para el ZODME 156. Coordenadas: Este: 1.155.870; Norte: 1.311.162 64
Fotografía 5.30 Afloramiento de Neis moscovítivo con alta meteorización. Coordenadas: Este: 1156511; Norte: 1310497 64
Fotografía 5.31 Vía de acceso a ZODME 156. Afloramiento de Neis altamente meteorizado. Coordenadas: Este 1156944; Norte: 1308994 65
Fotografía 5.32 Area proyectada para ZODME. Coordenadas: Este: 1.156.610; Norte: 1.309.833 65

Fotografía 5.33 Afloramientos de Ortoneis (PDo) sobre el acceso al ZODME 148 (punto mas cercano dicho zodme), se nota el evidente bandeamiento en las capas de neis feldespático. Coordenadas: Este: 1156379; Norte: 1156379 67
Fotografía 5.34 Perfil de meteorización de Neis cuarzo feldespático sobre la vía de acceso al ZODME 148. Coordenadas: Este: 1156350; Norte: 1309683 69
Fotografía 5.35 Talud de la vía dondese detalla neis muy fracturado. Coordenadas Este: 1156367; Norte: 1309579 70
Fotografía 5.36 Evidencia de depósito de ladera en la margen interna de la vía. Coordenadas: Este: 1156367; Norte: 1309579 71
Fotografía 5.37 Afloramiento de Neis con orientación subhorizontal fracturado. Coordenadas: Este: 1156457; Norte: 1309451 71
Fotografía 5.38 Area de ZODME 144. Coordenadas: Este: 1.156.914; Norte: 1.308.926 73
Fotografía 5.39 Afloramiento de neis, altamente meteorizado donde observa el bandeamiento característico de dicha roca. 76
Fotografía 5.42 Area proyectada para el ZODME 118. Coordenadas: Este: 1.160.240; Norte: 1.312.011 77
Fotografía 5.43 Ladera donde se localiza el límite inferior del ZODME 118. Coordenadas: Este: 1160328; Norte: 1312207 79
Fotografía 5.44 lodolitas altamente fracturadas y meteorizadas. Coordenadas: Este: 1159550; Norte: 1311669 82
Fotografía 5.45 Vista de área para ZODME 121. Coordenadas: Este: 1.159.624; Norte: 1.311.770 82
Fotografía 5.46 Lutita altamente fracturada con estratificacion en el mismo sentido de la pendiente (parte inferior del ZODME). Coordenadas: Este: 1159717; Norte: 1311739 83
Fotografía 5.47 Estratificación de lodolitas grises claras. Coordenadas: Este: 1159441; Norte: 1311204 83
Fotografía 5.48 Área proyectada para el ZODME 124. Coordenadas: Este: 1.159.380; Norte: 1.309.418 85
Fotografía 5.49 Vía de acceso al ZODME 124 85
Fotografía 5.50 Area proyectada del ZODME 131 Coordenadas: Este: 1.158.778; Norte: 1.309.956 87
Fotografía 5.51 Intercalación de areniscas y lodolitas de la formación Capacho, en la B) se observa un anticlinal tumbado. Coordenadas: Este: 1158967; Norte: 1309986 87
Fotografía 5.52 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159631; Norte: 1309243 . 94
Fotografía 5.53 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159763; Norte: 1309435 . 94
Fotografía 5.54 Unidad de Laderas estructurales (SDle) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo de deslizamiento rotacional y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159684; Norte: 1309250 97
Fotografía 5.55 Unidad de Laderas Onduladas (SDlo) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410 98
Fotografía 5.56 Unidad de Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de

solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500 99
Fotografía 5.57 Unidad de Laderas de contrapendiente (SDlcp) en montañas estructurales denudativas. Coordenadas: Este: 1158180; Norte: 1309348 99
Fotografía 5.58 Terraza de Acumulación (Fta) dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292 102
Fotografía 5.59 Flancos de Canteras (Afc) vistos sobre rocas de la formación Aguardiente dentro del área de influencia de la UF1 103
Fotografía 5.60 Deslizamiento menor activo en el K56+480 109
Fotografía 5.61 Deslizamiento menor activo en el K57+420 109
Fotografía 5.62 Deslizamiento activo en el K57+600 112
Fotografía 5.63 Escarpe de deslizamiento inactivo en el K57+955 113
Fotografía 5.64 Aspecto de aspecto estable en el K58+600, en donde no se observan procesos morfodinámicos en el área de intervención. 113
Fotografía 5.65 Cultivos de hortalizas 119
Fotografía 5.66 Ganadería extensiva 119
Fotografía 5.67 Vegetación secundaria en crestones 120
Fotografía 5.68 Ganadería extensiva en lomeríos 120
Fotografía 5.69 Vía Nacional 121
Fotografía 5.70 Vía veredal 121
Fotografía 5.71 Paisaje Mct-Nbv 125
Fotografía 5.72 Paisaje Mlm-Nbv 125
Fotografía 5.73 Paisaje Mlm-Cap 126
Fotografía 5.74 Paisaje ZA-Cit 126
Fotografía 5.75 Cantera 126
Fotografía 5.76 Mirador las tres cruces 134
Fotografía 5.77 Naciente Cristo Rey Parte alta 135
Fotografía 5.78 Fuente fija puntual -Restaurantes curva Los Adioses 390
Fotografía 5.79 Fuente fija puntual -Fábrica de bocadillos "El Príncipe". 390
Fotografía 5.80 Fuente fija puntual -Uso de leña para chimenea en vivienda rural 390
Fotografía 5.81 Fuente fija dispersa -Estación de servicio "Coomulpinort" 391
Fotografía 5.82 Fuente fija dispersa. Parqueadero de vehículos 392
Fotografía 5.83 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta 394
Fotografía 5.84 Potencial receptor, Sector curva Los Adioses 396
Fotografía 5.85 Asentamiento humano nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1.159.814 NORTE: 1.308.081 418
Fotografía 5.86 Área Urbana, Sector Universidad de Pamplona 418
Fotografía 5.87 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta 419

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

5.1.1.1 Aspectos conceptuales.

El análisis de las características litológicas y estructurales del terreno sobre el cual se pretende desarrollar este proyecto es necesario para prever problemas de estabilidad y erosión, que puedan afectar no solo el proyecto y su vida útil, sino también terrenos aledaños, infraestructura y población cercana. Este documento cumple con los requerimientos de los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en resolución 751 de 2015, "Términos de Referencia para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos", y para ello se ha llevado la metodología que se explica a continuación.

En la caracterización del componente geología, se describen las condiciones físicas del entorno regional y local del área de influencia desde el punto de vista de su composición litológica, rasgos estructurales, identificación y descripción de zonas de amenazas naturales: sísmica, volcánica, por erosión y movimientos en masa. Para dicha caracterización fue necesario ejecutar lo siguiente:

5.1.1.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria

Revisión y análisis de la información geológica en diferentes entidades, como el Servicio Geológico Colombiano (SGC); y otros estudios geológicos y geotécnicos realizados en el área del proyecto y zonas aledañas, relacionados en la Tabla 5.1

Tabla 5.1. Información geológica recopilada

DOCUMENTO	AUTOR	FECHA
Plancha 110, Pamplona. Escala 1:100.000	SGC	versión digital 2010
Memoria del cuadrángulo H-13 Pamplona, Plancha 110-Pamplona-Colombia	SGC	1973
Consultoría especializada para la Estructuración Integral del corredor vial Pamplona-Cúcuta. Informe de Geología, Geotecnia y Suelos	Consorcio Estructuración Vial (Cev)	Agosto de 2016
Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita en Departamento del Norte de Santander. Caracterización y Diagnostico.	CORPONOR	2014
Cartografía geológica de diseños	AYESA	2018
Avance de exploración geotécnica de diseños (Perforaciones, apiques, estaciones geomecánicas y tomografías eléctricas del túnel y sobre la vía a cielo abierto)	AYESA	2018

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.1.1.2 Fotointerpretación

Consulta de la cartografía geológica de las planchas 1:100.000 del SGC con una cobertura del 100% del área de estudio. Tomando como base las imágenes de Google Earth, las imágenes de baseMap del Sistema de Información Geográfica (licencia de ArcGis 10.3), ortofoto del área (la cual abarcó 150m aproximadamente a cada lado del eje de vía proyectado y toda la longitud de la UF1) y fotografías aéreas (vuelo C-2413, foto No. 12,

del año 1990) que comprendió toda el área de influencia de la UF1, se elaboró un previo análisis geológico y estructural utilizado para la visita de campo.

5.1.1.1.3 Etapa de Campo

Verificación de la cartografía geológica y geomorfológica, con el fin de complementar la caracterización litológica, estratigráfica, estructural y las condiciones de inestabilidad y susceptibilidad a movimientos en masa del terreno, así como la identificación de obras de geotecnia ya ejecutadas sobre la vía existente dentro del área de influencia de la UF1.

5.1.1.1.4 Informe y Mapas anexos

Complementando la información secundaria con el trabajo de campo se realizó la caracterización litológica y estratigráfica del área de influencia. Se presentó una caracterización detallada, a escala 1:10.000, plasmando toda la información con su respectivo análisis geológico y estructural, de acuerdo a la resolución 751 de 2015, “Términos de Referencia para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos”

5.1.1.2 Geología Regional

5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional

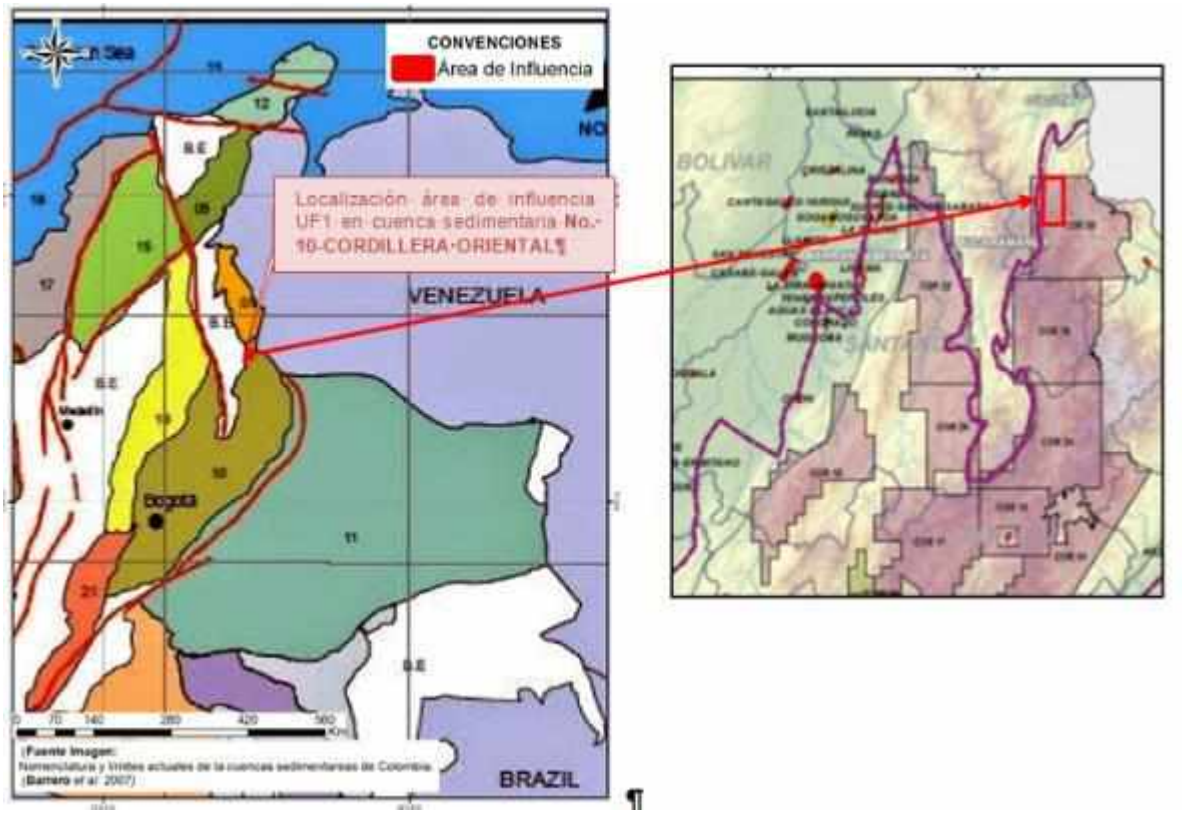
Como se observa en la

Figura 5.1, tectónicamente, el área de estudio se encuentra sobre la cuenca de la Cordillera Oriental, la cual está en cercanías al límite oriental de una miniplaca tectónica, dinámicamente compleja, denominada Bloque Andes del Norte o Bloque Norandino, el cual está en un punto tripe de contacto bajo la influencia de los límites de las placas del Caribe y la Suramericana (SGC, 2011). La evolución tectónica de esta área durante el Mesozoico y Cenozoico registra una compleja y dinámica historia de evolución, asociada a un proceso de colisión y subducción oblicua a lo largo de fallas de desplazamiento lateral y escala regional, entre el borde sur de la Placa Caribe y el extremo noroeste de la placa de Suramérica. Este límite entre las placas está representado por una amplia y difusa zona de activa deformación. En la

Figura 5.1 se ilustra la división de provincias tectonoestratigráficas, teniendo que el área de estudio hace parte del cinturón orogénico de la cuenca de la Cordillera Oriental. La Cordillera Oriental (COR.) de Colombia es un cinturón orogénico bivergente cuya fase principal de levantamiento ocurrió después del Mioceno medio, mediante la reactivación e inversión tectónica de fallas normales de antiguas cuencas extensionales del Jurásico Superior y Cretácico Inferior. Estas cadenas montañosas están constituidas por un basamento Precámbrico y Paleozoico, con presencia local de plutones granitoides mesozoicos. Este basamento está suprayacido, por capas rojas mesozoicas y sedimentos marinos cretácicos y clásticos terciarios de espesor variable (

Figura 5.1).

Figura 5.1 Ubicación del área de estudio dentro de la Cuenca de la Cordillera Oriental



Fuente: (ANH, 2012)

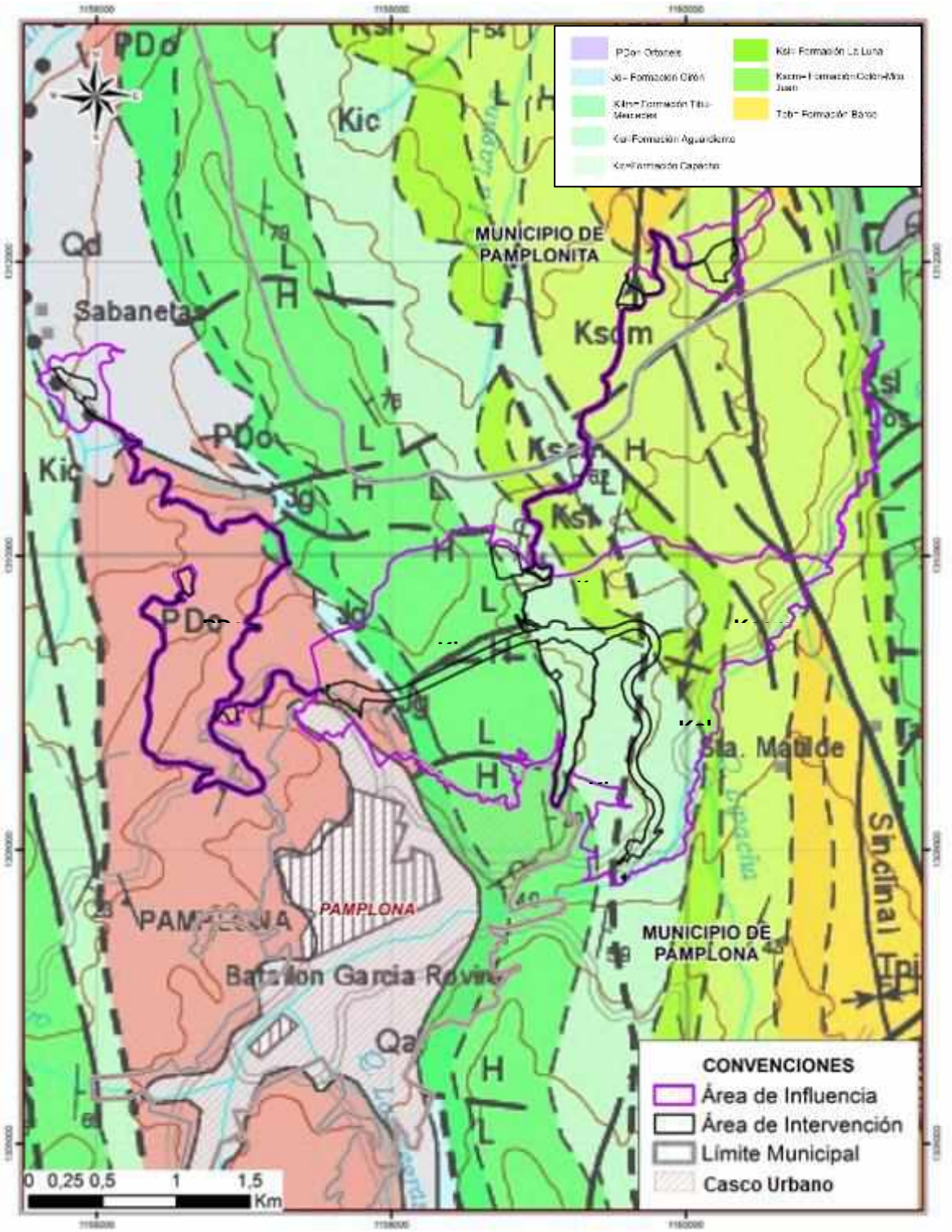
5.1.1.2.2 Unidades Estratigráficas

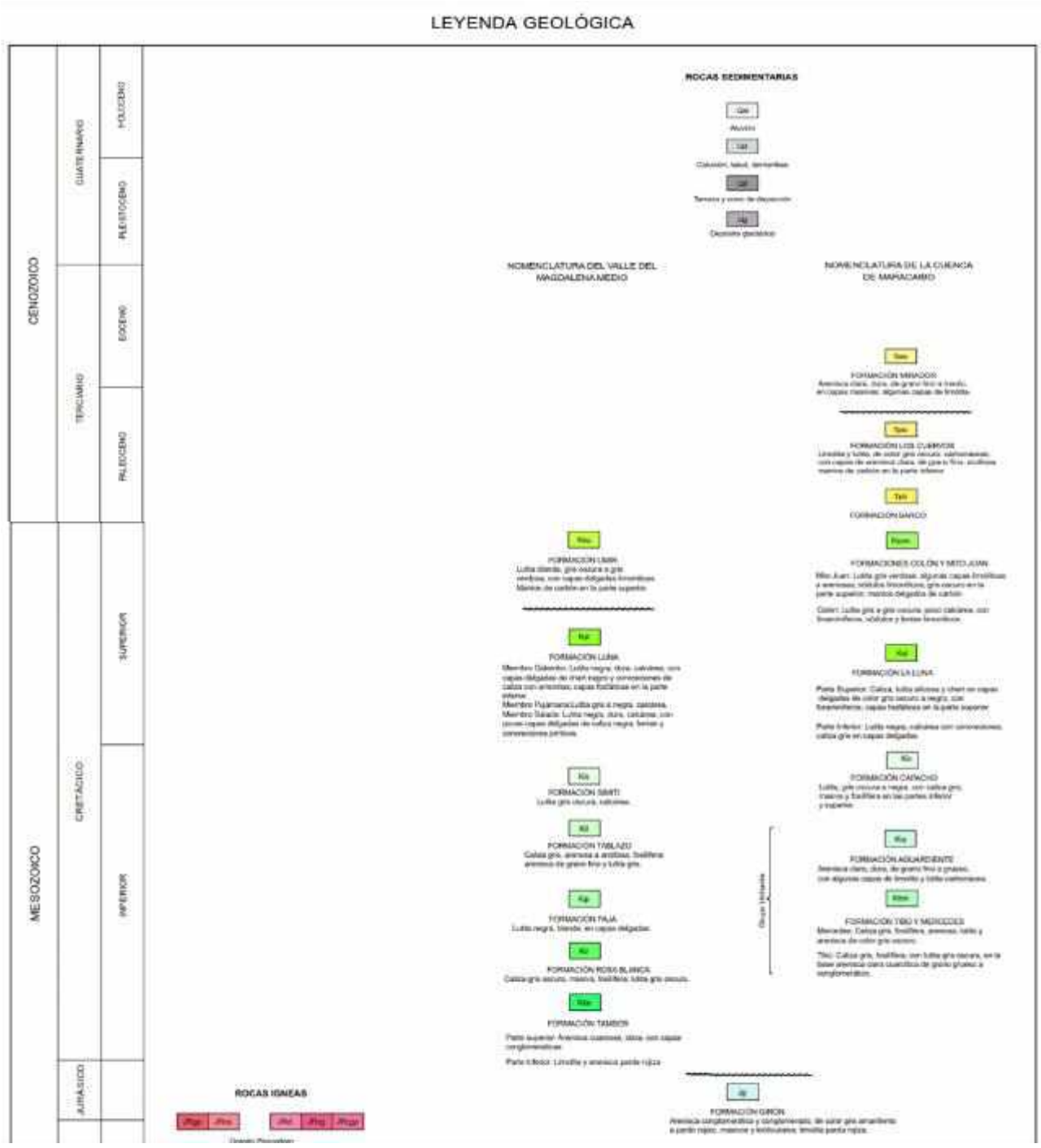
Se describen a continuación de la más antigua a más reciente las unidades geológicas en el área de estudio:

5.1.1.2.2.1 Ortoneis (PDo). Paleozoico

Cuerpo metamórfico de origen ígneo, con estructura néisica, aspecto masivo y composición félsica a intermedia. De acuerdo con el SGC (1973) esta unidad aflora al oeste de la falla de Las Mercedes poniéndola en contacto con rocas cretácicas y paleógenas de la cuenca del Catatumbo y hacia el sur sobre el Río Cucutilla. Macroscópicamente se observan unas rocas bandeadas, tamaño de cristales medios a gruesos con una orientación definida, compuesta por cuarzo, feldespato rosado, anfíboles y biotitas, con un origen cercano a rocas graníticas y granodioritas, en algunos sectores se observan los cristales de cuarzo y ortoclasa fracturados, lo cual evidencia procesos metamórficos secundarios, también se observan texturas migmatíticas tipo augen.

Figura 5.2 Geología Regional. Plancha 110-Pamplona





Fuente: Modicado de: Plancha 110-Pamplona (SGC, 1973).

Los contactos de la unidad generalmente son fallados, en otros puntos se indica contactos intrusivos con la Formación Silgará. La edad de esta unidad puede abarcar desde el Proterozoico superior al Paleozoico inferior. (SGC, 1973)

Esta unidad se presenta en un área hacia el extremo mas occidental del área de influencia de la UF1, en contacto fallado con la formación Girón (Jg). (ver Figura 5.2).

5.1.1.2.2.2 Formación Girón (Jg). Jurásico Superior

Inicialmente fue usado para designar a un conjunto grueso de areniscas, conglomerados y limolitas color marrón rojizo, que están ampliamente expuestas al oeste de Bucaramanga y toman el nombre de la población de Girón (SGC, 1973).

La formación Girón aflora en la parte oriental de la plancha 110 sector del Páramo de Cáchira, también al este de la falla de Gramalote la cual la pone en contacto con rocas cretácicas y paleógenas de la cuenca del Catatumbo (SGC, 1973), compuesta de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, micáceas, de color rojo a violeta, con intercalaciones de limolitas rojas, bastante fracturadas. También pueden encontrarse capas medias de arcillolitas, limolitas y conglomerados polimícticos, matriz soportados, con armazón compuesto por grava de regular selección y de forma angular. Las gravas son de cuarzo, feldespato y líticos y la matriz es de arena de grano medio cuarzosa.

De acuerdo con (SGC, 1973) se observa en la formación Girón tipos de estratificación cruzada que indican corrientes fuertes y constantes, características de ríos trenzados. También se mencionan alternancia de ambientes de pantanos y ríos meándricos en una región al parecer paradeltaica. Hacia la parte superior de la formación las características de la unidad indican un ambiente marino somero.

Como se observa en la plancha regional, dicha unidad se encuentra en una delgada franja hacia el occidente del área de influencia de la UF1 (ver Figura 5.2).

5.1.1.2.2.3 Formación Tibú y Mercedes (Kitm). Cretácico Inferior

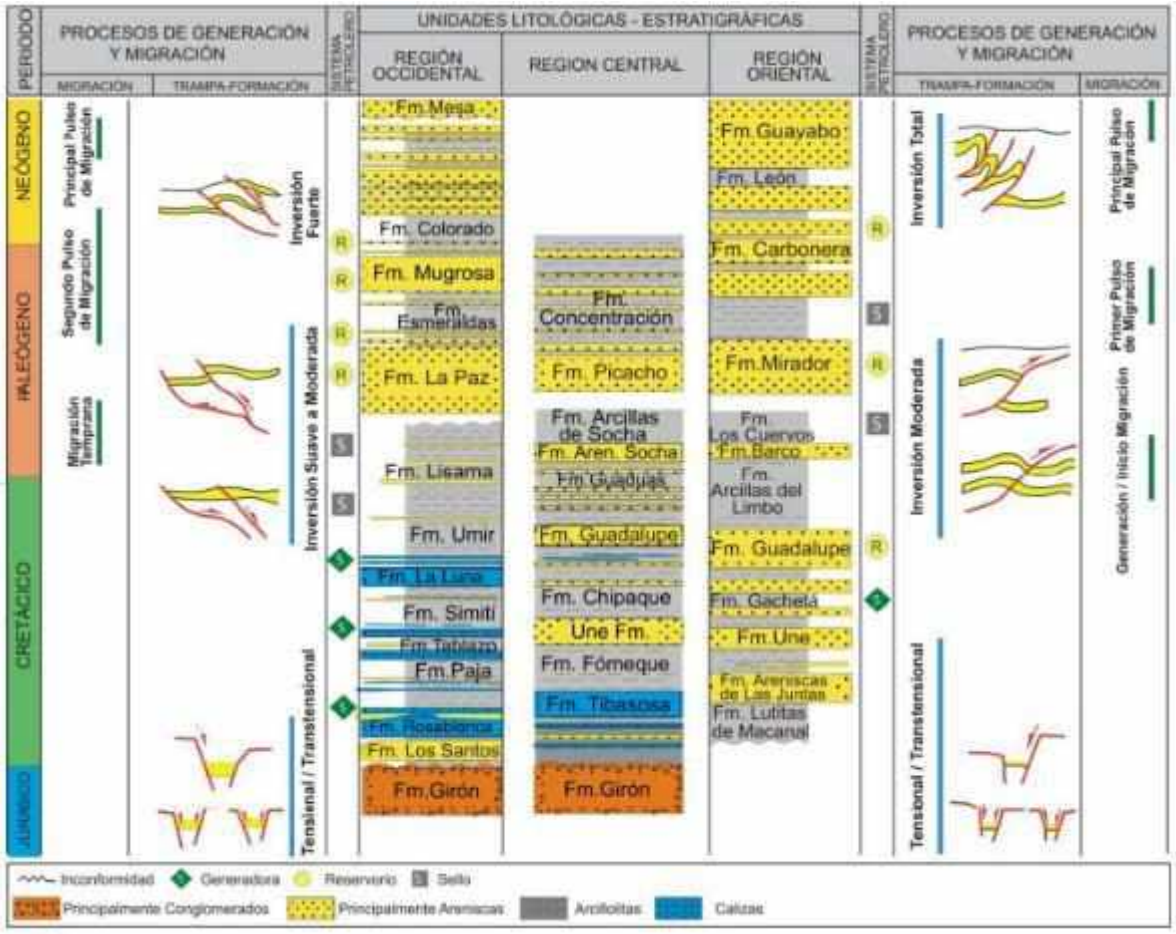
La formación Tibú en el área de la concesión Barco presenta en la base areniscas guijosas de grano grueso compuestas por cuarzo y en menor cantidad feldespato y hacia el tope predominio de calizas densas, interestratificadas con shale y areniscas de grano fino; el contacto transicional con la suprayacente Formación Mercedes estaría marcado por la aparición de shales.
Según el (SGC, 1973), dada la afinidad litológica de estas formaciones que no permite diferenciarlas fácilmente; se toman como una sola unidad litoestratigráfica y según la descripción, está constituida en la parte inferior por lodolitas gris oscuras, calcáreas, areniscas cuarzosas de grano fino y algunas capas de conglomerado gris claro, calcáreo. En la parte media se presentan algunas capas de lodolitas calcáreas, limosas, grises, areniscas grises y calizas grises, en capas planas a lenticulares. La parte superior está conformada por areniscas cuarzosas, grises, grano fino, en capas delgadas y medianas, con intercalaciones de lodolitas gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, en capas medianas a gruesas, que son más predominantes hacia el techo de la unidad.
Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas por la presencia de equinoideos y amonitas y se encuentra infrayaciendo concordantemente a la formación Aguardiente (SGC, 1973). Como se puede ver en la Figura 5.2 esta unidad

se muestra hacia el occidente del área de influencia de la UF1 en contacto con la formación Girón (Jg) y la formación Aguardiente (Kia).

5.1.1.2.2.4 Formación Aguardiente (Kia). Cretácico Inferior

Su localidad tipo se encuentra en el cerro denominado Filo del Aguardiente, Norte de Santander. Dicha localidad se compone de más de 200 m de arenisca glauconítica y calcárea, de grano grueso, gris o verde claro, extremadamente duras y estratificación cruzada (Figura 5.3). Se encuentran capas delgadas de shale negro carbonáceos y micáceos (SGC, 1973).

Figura 5.3 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca de la Cordillera Oriental



Fuente: (ANH, 2012)

Esta unidad aflora al oriente de la falla de Las Mercedes, consta de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, con algunos niveles conglomeráticos, glauconíticos, de color gris a gris verdoso, amarillenta y blanca, micácea, dura, con estratificación cruzada y algunas intercalaciones de láminas de lodolitas grises a oscuras, micáceas (SGC, 1973).

Según SGC (1973), la formación Aguardiente se depositó en un ambiente litoral de playas y lagunas, aunque también lo relacionan más con un frente deltaico.

Como se evidencia en la Figura 5.2 esta unidad se encuentra al centro occidente del área de influencia de la UF1.

5.1.1.2.2.5 Formación Capacho (Kic). Cretácico Inferior

En general esta formación está compuesta de base a techo por shale negro en capas delgadas muy calcáreo y por calizas, shale gris oscuro no calcáreo con pocas intercalaciones de limolita y caliza gris arcillosa fosilífera y hacia el tope calizas masivas intercaladas con shale oscuro no calcáreo (SGC, 1973).

En la zona de estudio la formación Capacho se encuentra compuesta en la base por láminas de shales oscuros, micáceos, con algunos niveles de caliza arenosa, intercaladas con areniscas cuarzosas, de grano fino y calizas fosilíferas, en capas delgadas; la parte media se compone de areniscas cuarzosas, de grano fino, de color gris, micáceas y calizas grises, con intercalaciones de lodolitas grises, micáceas; hacia el techo se observan calizas grises, lumaquélicas, en capas medianas y gruesas, con intercalaciones de láminas de lodolitas calcáreas, grises y areniscas de grano fino, amarillentas y grises, en capas medias.

Según el SGC (1973), la formación Capacho suprayace en forma concordante a la Formación Aguardiente e infrayace también en contacto concordante a la formación La Luna; los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas, evidenciado por la presencia de glauconita y pellets fosfatizados.

Como se observa en la Figura 5.2 dicha unidad se encuentra en la zona centro oriental del área de influencia de la UF1.

5.1.1.2.2.6 Formación La Luna (Ksl). Cretácico Superior

Sucesión de calizas y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de calizas, aflorantes en la Quebrada La Luna al NW de Perijá, Zulia (Venezuela).

Se introduce el término en Colombia en las estribaciones orientales de la Serranía de Perijá, donde se compone de calizas carbonáceas y bituminosas, gris oscuras a negra, arenisca calcárea gris oscura de grano fino y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de caliza. Hacia el tope de la Formación predomina chert y hacia la base calizas y shale con concreciones (SGC, 1973) (ver Figura 5.3).

Dicha litología incluye una mezcla variable de arcilla, carbonato y chert que resultan en shales silíceos a calcáreos, calizas arcillosas a silíceas y porcelanitas a chert puro (SGC, 1973).

Hacia la zona oriental del área de influencia, se muestra una franja de la formación La Luna, tal y como se visualiza en la Figura 5.2.

5.1.1.2.2.7 Formación Colón-Mito Juan (Kscm). Cretácico Superior

A causa de semejanzas en la litología y en las características de meteorización, el límite entre estas dos formaciones no puede cartografiarse con certeza y por lo tanto se definen como una sola unidad.

La formación Colón toma su nombre de la ciudad de Colón y su sección tipo se ubica en el Distrito de Ayacucho al norte esta población (SGC, 1973). La formación Mito Juan toma el

nombre de la quebrada Mito Juan, sobre el flanco oriental del Domo Norte de Petrólea de la Concesión Barco (SGC, 1973)

En su sección tipo la formación Colón consiste casi totalmente de shale gris oscuro a negro, duro, localmente pirítico, concoide e irregularmente fracturado. En el área de la Concesión Barco, la formación consta de shale gris a gris oscuro, ligeramente calcáreo, físil, foraminífero, con nódulos y lentes delgados de arcilla “ironstone” marrón. La formación Mito Juan en el área de la Concesión Barco consiste de shales gris verdosos, shales limosos a arenosos que aumentan hacia arriba a limolita y arenisca de grano muy fino cerca del tope (SGC, 1973).

Litológicamente, está constituida por capas medias a gruesas de lodolitas grises oscuras a negras, en algunos niveles calcáreas, micáceas, fosilíferas, piritosas, con laminación plano paralela, presenta nódulos ferruginosos paralelos a la estratificación, y esporádicas capas delgadas de calizas grises a oscuras, lumaquélicas; en la parte superior se observan capas de lodolitas grises a oscuras intercaladas con areniscas de grano fino (Figura 5.3), grises, con algunos lentes de carbón y restos de plantas (SGC, 1973).

Esta unidad se depositó en un ambiente marino que varía de nerítico (chert, foraminíferos bentónicos) a sublitoral (lamelibranquios). En la parte inferior de la secuencia; en la parte intermedia y superior baja, el ambiente de depositación es descrito como litoral (restos de plantas, de lamelibranquios, lentes y fragmentos de carbón), mientras en la parte superior alta que contiene los carbones y que correspondería a la formación Catatumbo, el autor lo relaciona con un ambiente deltaico (transicional) con una marcada influencia continental (SGC, 1973)

Como se observa en la Figura 5.2 dicha formación se encuentra hacia el extremo más oriental (final del área de influencia de la UF1 en sentido de Pamplona a Cúcuta).

5.1.1.2.2.8 Depósitos Recientes

En el área de estudio se observan depósitos sedimentarios recientes que cubren discordantemente a las rocas cretácicas principalmente (Figura 5.3). Dentro de estos depósitos se pueden diferenciar: los coluviales y derrubios asociados a fallas los cuales fueron agrupados como una sola unidad (Qc), estos son producto de remoción en masa presentando una morfología ondulada contrastando con las áreas montañosas y se componen por sedimentos tamaño bloque a arcilla de diferente composición; los depósitos coluvio aluviales (Qca) se localizan a lo largo de algunos drenajes formando valles, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca, depósitos aluviales (Qal) siendo los más evidentes los del río Pamplonita compuestos por bloques, gravas y arenas.

5.1.1.2.3 Geología Estructural

La tectónica del área de trabajo se encuentra afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. En esta zona se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N- S. El cabalgamiento se caracteriza por ser en bloques y pliegues en dirección NNE-SSW (SGC, 1973).

El área de influencia, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectónica del macizo de Santander, considerada subprovincia geológica de la

cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Cretácico y rocas metamórficas de origen ígneo del Pre-Devónico (Paleozoico). En el borde este de dicho macizo predominan estructuras que en el tramo de vía continua hasta Cúcuta, pasando por los municipios de Málaga y Pamplona y ocupa la mayor parte del área de trabajo.

Las estructuras geológicas primarias son producto del sistema de fallas Pamplona - Chitagá y fallas satélites transversales a esta. Las estructuras geológicas secundarias en sentido este-oeste corresponden a fallas normales de esfuerzos tectónicos y de descompresión que están dispuestos perpendiculares a la topografía.

A continuación, se describe el principal sistema de fallas que afecta la zona

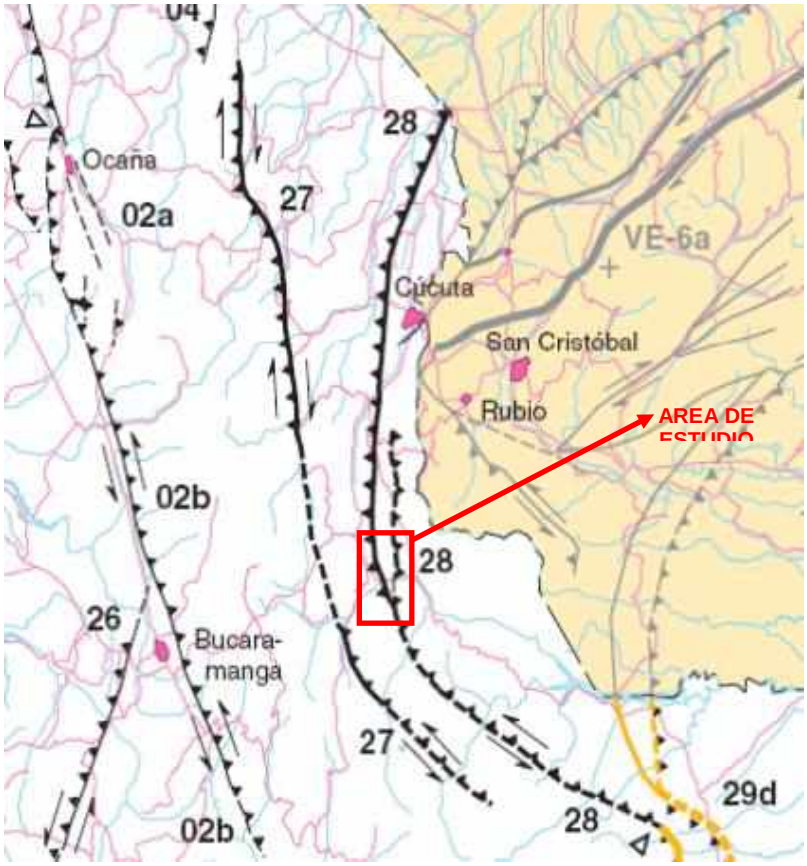
5.1.1.2.3.1 Sistema de fallas Pamplona-Chitagá

Dicho sistema se extiende de forma paralela a la falla de Morronegro (

Figura 5.4). En el área de estudio, pone en contacto rocas del Cretáceo. Esta falla podría ser una extensión de la falla de Boconó en Venezuela. Su sentido de movimiento es sinestral (izquierda-lateral) y el trazo es marcado por escarpes prominentes continuos, cambios abruptos en la pendiente en ambos lados de la falla y alineación de cuchillas.

Es el sistema de fallas más grande y largo del flanco occidental del Macizo de Santander. Al este y noreste de Pamplona el sinclinal de Pamplonita bordea dicho sistema por el oeste y fallas inversas están incluidas en el patrón altamente complejo de fallas de esta área.

Figura 5.4 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)



Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

El sistema de fallas Pamplona-Chitagá afecta el macizo rocoso para el tramo vial de la UF1 (incluyendo el tramo del túnel), presentando alto fracturamiento y por ende generando deslizamientos de los materiales no consolidados en las zonas de pendiente alta. Este va en el mismo sentido del buzamiento y enmarca el rio Pamplonita, afectando principalmente las unidades cretácicas y en menor proporción las unidades paleozoicas, pues afloran en menor magnitud. Varias de las estructuras del sistema, intersectan parte del corredor vial a cielo abierto, zona de cobertura y portales del túnel, aproximadamente en las abscisas K59+960 a la K59+900, K59+650, K59+590, K59+450, K58+880, K58+830, K58+300, K58+165 - K57+940, K57+870, K57+410, K56+990, K56+780 y K56+350, por lo que los afloramientos en el área de influencia se notan altamente fallados y cizallados. (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.3.2 Pliegues

Dentro del área de influencia de la UF1 hay presencia de un pliegue anticlinal definido, situado al oriente de una falla inferida del sistema de fallas Pamplona-Chitagá con una dirección NW-SE; su núcleo se encuentra conformado por la formación La Luna y sus flancos por la misma formación en contacto con la formación Mito Juan.

Cercano a la zona, en el área de traslapo de esta unidad funcional con la UF2, se presenta influencia de un sinclinal de gran importancia, llamado Sinclinal de Pamplonita, el cual incluye rocas del Jurásico, Cretácico y Terciario hasta la formación Los Cuervos en la franja de rocas sedimentarias al oeste del sistema de fallas Pamplona-Chitagá (Figura 5.2). A causa del fallamiento complejo, el eje no está claramente definido, con excepción de las rocas del Terciario cerca de Pamplonita. Aunque las formaciones del Cretácico están expuestas al oeste del eje, la mayoría se hallan claramente falladas y la posición de los estratos parecen indicar una estructura sin ninguna relación a la de dicho sinclinal. La formación Aguardiente aflora al occidente del eje de dicho pliegue dentro del área de influencia de la UF1 como una sierra prominente con pequeños quiebres debido a fallas transversales en áreas aledañas de Pamplona. Fallas largas de rumbo cortan las secciones de shale negro de las formaciones suprayacentes a la formación La Luna, las cuales se reconocen en los desplazamientos y repeticiones resultantes de la formación La Luna.

En general, la geología estructural dentro del área de estudio de la UF1 tiene una orientación de Sur a Norte, al oeste del Río Pamplonita, poniendo en contacto formaciones del Jurásico y Cretácico con una vergencia al oeste (Figura 5.5).

5.1.1.2.4 Fotointerpretación

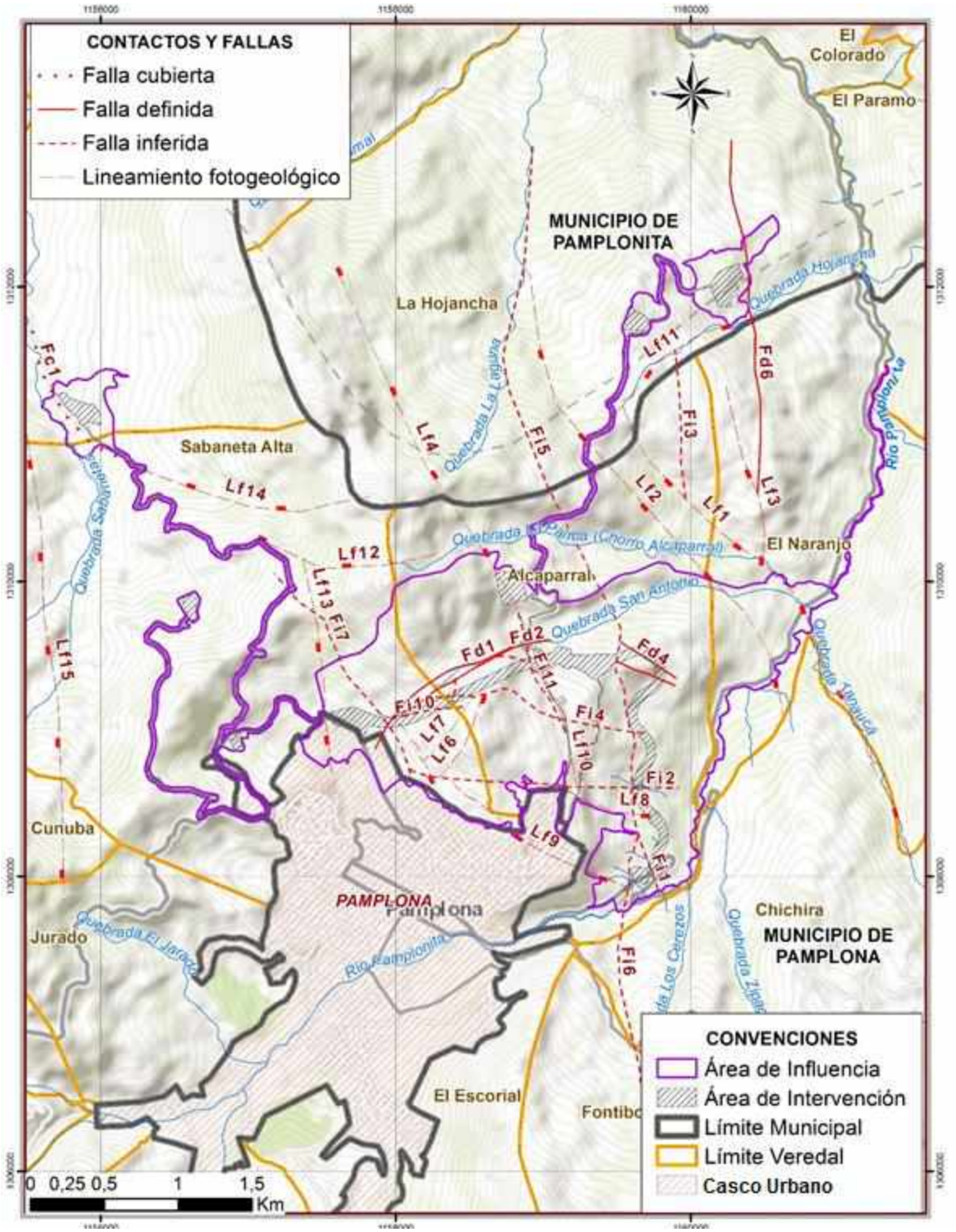
La fotointerpretación se ejecutó para reconocer la configuración geológica del subtramo de la UF1 Pamplona-Cúcuta, y así definir preliminarmente los contactos, estructuras y depósitos no cartografiables a escala 1:100.000.

La imagen aérea (ortofoto) que se usó fue en formato digital tomada como información base y secundaria, también se usaron algunas imágenes de Google Earth y Basemap de ArcGis 10.3, así como la fotografía aérea que abarcó dicha área de influencia (vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990), herramientas que sirvieron de apoyo, para la interpretación y luego la corroboración o corrección de esta información con labores de exploración y levantamiento en campo.

En estas imágenes se definieron unidades sedimentarias que luego se cartografiaron con datos de campo, y donde se diferenciaron las unidades cretácicas más competentes de las menos competentes y depósitos recientes. Se identificó una unidad, muy evidente por su textura de roca de mayor resistencia y dura, abarcando el cerro ubicado hacia el centro occidente del área de influencia (línea de color verde, ver Figura 5.6).

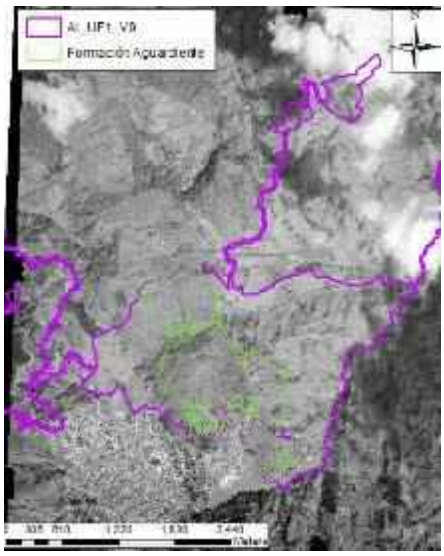
Hacia el oriente se notaron una gran cantidad de cuerpos coluviales debido a la remoción de masas de tipo rotacional, traslacional y de solifluxión (líneas negras) lo que da evidencia de la menor calidad de la unidad geológica, las cuales tienen predominio de rocas deleznables (como las lutitas) tal y como se observa en la Figura 5.7, además se muestra un cuerpo coluvial (1) donde se observó en las fotografías una serie de bloques en superficie producto del desprendimiento de rocas en contra de la pendiente del terreno.

Figura 5.5 Sistema de fallas sobre el área de influencia de la UF1

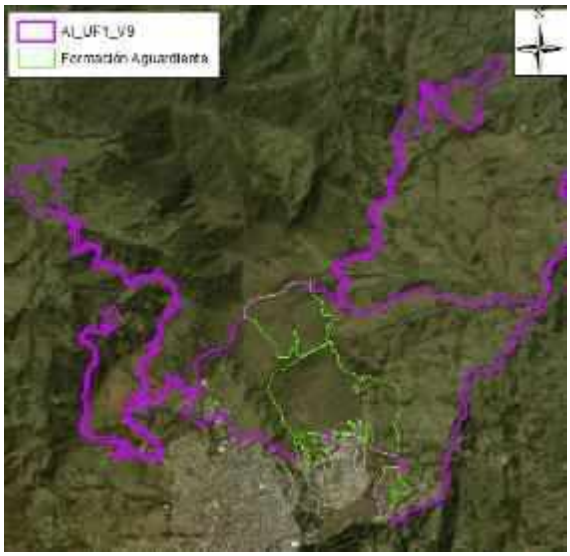


Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.6 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se evidencia la unidad sedimentaria de mayor dureza (formación Aguardiente)



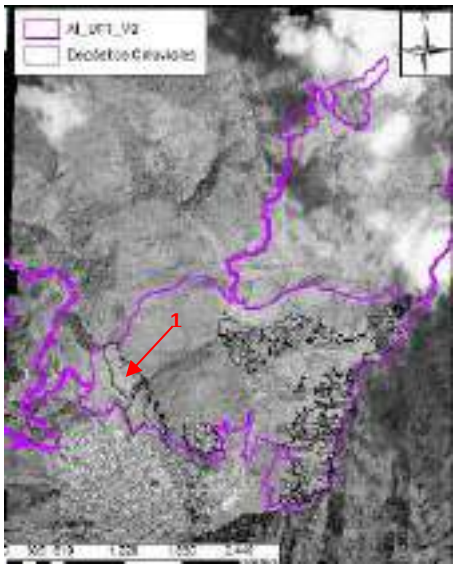
Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990



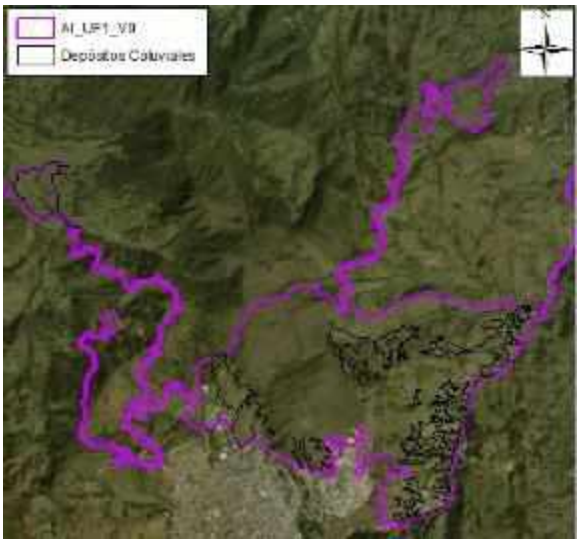
Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.7 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se detallan los cuerpos coluviales producto de procesos de remoción y solifluxión.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

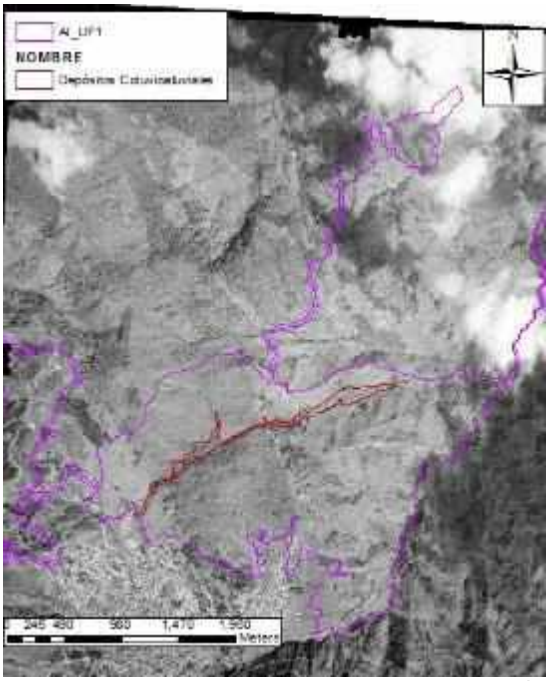
Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Dentro de las fotografías aéreas (y mayormente en las del vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990) se evidenciaron dos depósitos recientes (delimitados en color vinotinto) en morfologías de semi planas a planas asociadas a valles que forman los drenajes presentes (ver Figura 5.8). Uno ubicado en la parte central del cerro de resistencia rocosa alta, alrededor de un valle formado por acción tectónica en el área, evidenciando fallas marcadas en color rojo (ver

Figura 5.9),y un drenaje ocasional (quebrada San Antonio); y otro ubicado sobre las rocas de menor competencia sin ser atravesado por el eje vial proyectado, en la parte central de un valle formado por un drenaje ocasional de la misma quebrada San Antonio entre dos lomos alargados paralelos a dicho drenaje (ver Figura 5.8).

En las diferentes imágenes (fotointerpretación) y en conjunto con las curvas de nivel a detalle del área (topografía Lidar), se evidenciaron unos depósitos recientes de tipo terrazas (delimitados en color amarillo, originados por el cauce del río Pamplonita y zonas aledañas, en la zona de traslapo con la UF2. (Figura 5.10).

Figura 5.8 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detalla el gran cuerpo coluvioaluvial a lo largo de la quebrada San Antonio.

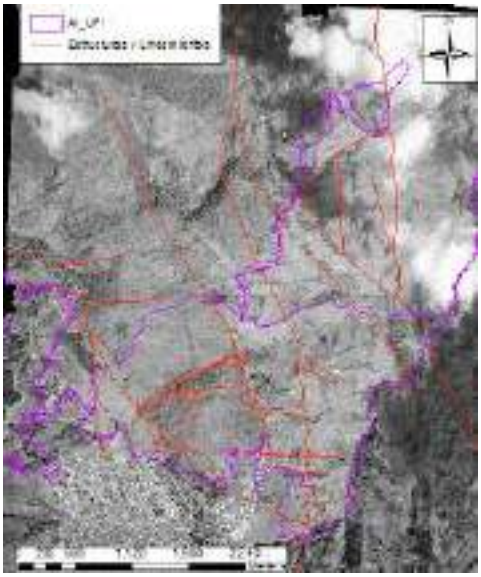


Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.9 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se marcaron las estructuras (fallas y lineamientos) presentes en el área.

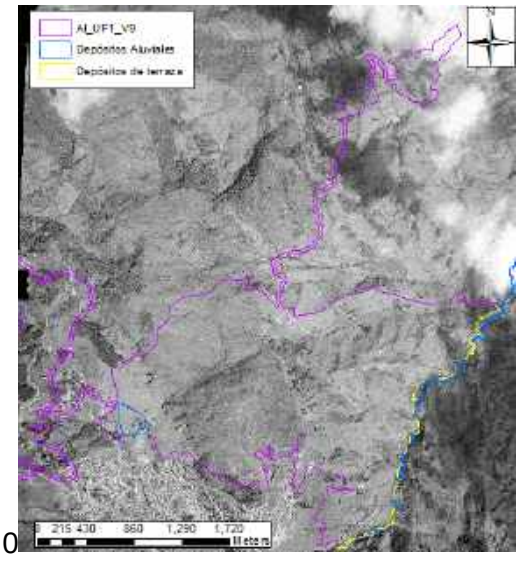


Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990

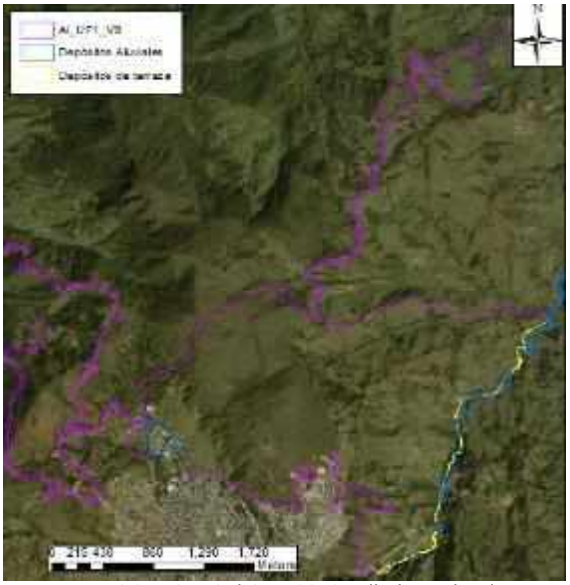
Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.10 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detallan en línea azul los depósitos coluviales principalmente correspondiendo al cauce del río Pamplonita y en línea amarilla los depósitos de terraza en zonas aledañas a esta corriente fluvial.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.1.2.5 Unidades Geológicas

Las unidades geológicas que afloran dentro del área de influencia, encontradas en campo se describen a continuación y se muestran en la Tabla 5.2 (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

Se describen a continuación, de la más antigua a la más nueva las unidades geológicas señaladas en la Tabla 5.2 y se caracteriza la geología (unidades litológicas, estructuras, etc) en el AI de la UF1. La información presentada obedece a observaciones de campo, con apoyo del trabajo realizado de estructuración del corredor vial y diseños actuales del mismo:

5.1.1.2.5.1 Ortoneis de Berlín (PDo)-Pre-Devónico

Constituye el basamento cristalino del macizo rocoso en este sector de la Cordillera Oriental. En la zona de estudio en el extremo occidental (cerca al portal de entrada del Túnel Pamplona en sentido Pamplona-Cúcuta) presenta contacto discordante con la suprayacente formación Girón, y no llega a ser interceptado por el proyectado túnel. (Ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).
Por sus características mineralógicas, sobre esta unidad los procesos de meteorización son más intensos desarrollando suelos residuales de mayor espesor y meteorización de tipo esferoidal por lo que es común encontrar a nivel superficial bloques rocosos redondeados (Fotografía 5.1). La morfología observada varia de ondulada (3 al 7%) a fuertemente ondulada (7al 12%).
Dentro de la UF1 esta unidad se encuentra aflorando en una pequeña parte del extremo occidental, donde se evidenció saprolito de la misma, específicamente de color rosáceo, con abundante feldespato potásico transformándose a caolinita, observándose además mica moscovita y cuarzo (Fotografía 5.2). La unidad se encuentra ampliamente fracturada y muy meteorizada, dando lugar a suelos arcillosos de color amarillento.

Fotografía 5.1 Afloramiento altamente meteorizado del Ortoneis. Coordenadas: Este: 1157392; Norte: 1308828

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Tabla 5.2 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1

EDAD				SÍMB.	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA			
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Qant	Depósitos Antrópicos	Se trata de depósitos mayoritariamente arcillo-limosos con algunas gravas y bloques de roca de composición variable (procedentes de la construcción de la vía) sobre suelos residuales que se sitúan a ambos lados de la vía existente. Sus espesores máximos reconocidos son del orden de 5 a 10 m.
				Qal	Depósitos aluviales	Corresponde al lecho del río Pamplonita con delgados espesores de material granular arrastrado por la corriente
				Qca	Depósitos coluvio aluviales	Ubicados dos depósitos coluvio aluviales dentro del área de influencia de esta unidad funcional. A lo largo de drenajes, formando un valle, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca.
				Qc	Depósitos coluviales	Depósitos producto de desprendimientos del terreno asociados al sistema complejo de fallas de la zona, en un relieve de montañas. Materiales sueltos de composición variable, de acuerdo al material parental; Depósitos de ladera de espesor variable, angulares, que incluye depósitos de talud, y depósitos de derrumbe. Característica general de plasticidad media, con gran cantidad de arenas y gravas, arenas arcillosas y mezcla de finos
			Pleistoceno	Qt	Depósitos de Terraza	Sedimentos restringidos a zonas aledañas del río Pamplona, conformado por bloques, gravas, arenas y arcillas, no consolidados, depositados formando diferentes espesores en periodos actuales
				Qft	Depósitos Fluviotorrenciales	Depósitos de gravas, cantos y bloques en matriz limo arcillosa, matriz soportados, de mediana a pobremente consolidado
		TERCIARIO	Paleoceno	Tpb	Formación Barco	Areniscas Cuarzosas de color blanco, micáceas, grises y amarillentas a blancas, de grano fino a medio, intercaladas con capas delgadas de lodolitas grises claras a oscuras
FANEROZOICO	MESOZOICO	CRETÁCICO	Superior	Kscm	Formación Colon-Mito Juan	Campaniano-Maastrichtiano. Lutitas gris oscuro a verdoso fragmentadas, con capas de limolitas con meteorización moderada
				Ksl	Formación la Luna	Turoniano-Santoniano. Capas centimétricas de calizas y lutitas, con moderada meteorización, de color gris oscuro a claro para las calizas; y las lutitas de gris oscuro a negro, con presencia esporádica de nódulos calcáreos y algunas capas delgadas de chert.
			Inferior	Kic	Formación Capacho	Albiano Superior-Turoniano. Compuesto principalmente de lutitas gris oscuro a negro con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris. El área de esta unidad aflorante en la UF1 se encuentra cubierta en gran mayoría por depósitos coluviales.
				Kia	Formación Aguardiente	Albiano Inferior y Medio. Arenisca clara y dura (competente) con algunas capas de limolitas, y meteorización baja
				Kitm	Formación Tibú Mercedes	Aptiano superior-Albiano inferior. Calizas gris fosilíferas y arenosas, con lutitas gris oscura y algunas intercalaciones de arenisca clara
		JURÁSICO	Superior	Jg	Formación Girón	Areniscas conglomeráticas de color gris amarillento a pardo rojizo, masivos y lenticulares, con limolitas pardas rojizas
	PALEOZOICO	PRE-DEVÓNICO		Pdo	Ortoneis	Neis cuarzomonzonítico y granodiorítico (orígen igneo)

Fuente: Aecom-ConCol. 2018.

Fotografía 5.2 Saprolito de ortogneis color rosáceo. Abundante ortoclasa (feldespato potásico). Presencia de micas moscovitas y cuarzo, ubicado dentro del área de influencia de la UF1, en las coordenadas: Este: 1157410; Norte: 1309095.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Dicha unidad constituye el basamento donde descansan discordantemente los depósitos cuaternarios y donde la ciudad de Pamplona desarrollo su urbanismo.

5.1.1.2.5.2 Formación Girón (Jg)-Jurásico

Litológicamente está constituida en su parte inferior por areniscas lodosas, gris verdosas y rojas, micáceas, localmente feldespáticas, grano fino, medio, grueso a conglomeráticas, en capas medianas, con intercalaciones de lodolitas y limolitas rojas y rojo parduscas, en capas delgadas. En la parte intermedia se presenta una alternancia de areniscas gris verdosas, rojas grisáceas y púrpuras grisáceas de grano medio a grueso, con niveles de conglomerado arenosos, blancos verdosos, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas en capas hasta de 1,5 m de espesor, y conglomerados, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas, en capas hasta de 1,5 m de espesor. La parte superior está conformada por una alternancia de areniscas cuarzosas, de grano fino, micáceas, ligeramente calcáreas, en capas medianas y lenticulares y lodolitas rojas, en capas delgadas, que muestra una morfología escalonada.

Dentro del área de influencia está contituida por niveles de arcillolitas muy meteorizadas con características de suelo residual y con intercalaciones de arenisca en general escasamente cementadas. Recubriendo esta unidad se encuentra un importante depósito coluvial. Los suelos residuales a partir de los materiales de la formación Girón se apreciaron como suelo residual limoarcilloso con tonalidades marrones, de consistencia firme y plasticidad media (ver

Fotografía 5.3 A)). El coluvión es de matriz limo arcillosa con bloques de areniscas cuarzosas y de calizas fosilíferas, de color café oscuro y crema claro (ver

Fotografía 5.3 B).

Fotografía 5.3 Afloramiento de la formación Girón (A) y coluvión presente sobre dicha unidad (B)

Fuente: AYESA. 2018.

Sobre esta unidad, los encargados de ingeniería de detalle ejecutaron dos sondeos: UF1-S21 y UF1-S21A, a la altura de la abscisa K60+060 y K60+090 respectivamente. En ambos sondeos se observó suelo residual con intercalación de areniscas; en general ligeramente cementada, de moderada a altamente meteorizada. En el sondeo UF1-S21A aparece arenisca rojiza algo grisácea de tamaño de grano medio a una profundidad de 41 m aproximadamente.

Dicha unidad estará interceptada por el proyectado túnel y los cortes a cielo abierto aledaños al portal occidental, suprayacida por un gran depósito reciente de tipo coluvial, desde la abscisa K60+260 hasta la K59+940. En dicha zona de intervención la formación Girón está compuesta íntegramente, en el espesor investigado, por material tipo suelos en un 100%, que constituye el horizonte de meteorización de la formación. Desde un punto de vista granulométrico está compuesta por arenas arcillosas rojizas, que afecta al trazado del túnel desde la abscisa K59+940 al portal occidental, y el talud de corte del portal. Se trata en general de suelos arenosos con elevados contenidos de arcillas, superiores al 30%. El contenido medio de arcillas es de 36%, y coincide con el contenido en finos más frecuente, tal y como se observa en el perfil geológico del túnel del Anexo **"Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**. En los sondeos realizados en esta unidad, en el sector aledaño al portal occidental, el nivel de roca se presenta entre 17 y 41 m de profundidad.

5.1.1.2.5.3 Formación Tibú y Mercedes (Kitm)-Cretácico Inferior

Dicha unidad representa la base del Cretácico a nivel regional; esta formación es interceptada por el proyectado túnel hacia el portal occidental y cobertura en dirección de Pamplona a Cúcuta desde la abscisa K59+940 a la K59+220 aproximadamente, parte de ella suprayacida por un depósito coluvial y constituyendo el frente erosional o de contrapendiente del macizo rocoso a intervenir, con morfología muy inclinada a escarpada aferente al portal de entrada del túnel, con la aptitud de los estratos en contra de la pendiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Esta unidad presenta contacto fallado con la formación Girón en el costado occidental del túnel; litológicamente esta unidad presenta dentro del área de influencia de la UF1 capas de lodolitas calcáreas, limosas, grises, areniscas grises y calizas grises, en capas planas a lenticulares. La parte superior está conformada por areniscas cuarzosas, grises, grano fino, en capas delgadas y medianas, con intercalaciones de lodolitas gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, que son más predominantes hacia el techo de la unidad, siguiendo el tren estructural de la secuencia cretácea

En el sector del túnel se proyecta proporcionalmente un predominio de areniscas cuarzosas y calcáreas cementadas, calizas grises, limolitas calcáreas y lutitas arcillosas calcáreas y no calcáreas, con estratificación media (20 a 60 cm aproximadamente) a gruesa (60 cm a 2 m) (Consorcio Estructurador Vial - CEV, 2014). En la ladera interna a la vía Pamplona Bucaramanga, se observa en su parte alta esta unidad con vegetación arbustiva y morfología muy escarpada (Ver Fotografía 5.4).

Fotografía 5.4 Afloramiento moderadamente alterado y fracturado de la formación Tibú y Mercedes compuesto principalmente de calizas.

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-19. Coordenadas: Este: 1157976; Norte: 1309054

Fuente: Ulloa & Diez para Auscultar. 2017. Coordenadas: Este: 1157851; Norte: 1309240

Durante los diseños actuales se han realizado sondeos de perforación a lo largo del túnel de Pamplona que alcanzan a profundidad dicha unidad geológica y en la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-S18, UF1-S19 y UF1-S20 se ejecutaron a lo largo del todo el túnel, con

una profundidad, de 178, 115, y 90 m respectivamente, con cobertura coluvial superficial de variado espesor, infrayacido por un suelo residual (saprolito) areno arcilloso grisáceo, de grandes espesores, que cambia a tonalidades rojizas en profundidad, con algunos niveles de oxidación y fragmentos cuarzosos. Debajo del saprolito se registró roca arenisca gris para el sondeo UF1-S20, alternancia de calizas, arcillolitas, conglomerados y areniscas para el sondeo UF1-S19, areniscas, arcillolitas y limolitas en el sondeo UF1-S18.

5.1.1.2.5.4 Formación Aguardiente (Kia)-Cretácico Inferior

Esta unidad aflora hacia la zona central del área de influencia, atravesando la vía proyectada, específicamente el tramo del túnel (formando parte de la cobertura del mismo) desde la abscisa K59+220 hasta la abscisa K58+880, en dirección de Pamplona a Cúcuta abarcando una longitud aproximada de 340 m, observando una morfología muy escarpada en la parte alta de la ladera aferente al portal oriental, correspondiendo esta, a una ladera estructural con la aptitud de los estratos en favor de la pendiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).
Hacia esta zona la unidad se observó litológicamente con predominancia arenosa, con areniscas silíceas blancas a grises muy bien cementadas de grano fino a grueso y localmente conglomeráticas, en capas medias (20 a 60 cm) a gruesas (60 cm a 2 m) y localmente muy gruesas (>2 m) con estratificación plano paralela, de alta competencia (Fotografía 5.5). Localmente puede presentar capas de areniscas friables y contenidos de pirita.

Fotografía 5.5 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidencian secuencia de areniscas cuarzosas, con algo de matriz feldespática clara y algo rosada, en algunas partes deleznables.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-1. Coordenadas: Este: 1159021; Norte: 1308687

Se considera que las areniscas representan más del 75% y el 25% restante corresponde a lutitas grises con mayor incidencia en el techo de la formación. El espesor proyectado de esta formación a nivel local oscila alrededor de los 350 m. Dicha formación se encuentra afectada por fallas de tipo normal en dirección NE-SW a lo largo de la cobertura del túnel (no todas atraviesan el eje del mismo) y otras con dirección NW-SE que si atraviesan los portales y cobertura del túnel, lo que genera un alto fracturamiento a nivel local, con

presencia de numerosas familias de diaclasas o fracturas, como consecuencia de la fuerte tectónica que afecta la zona, esto ha generado varios depósitos de ladera distribuidos ampliamente en las laderas del valle del río Pamplonita.

Durante los diseños actuales se han realizado sondeos de perforación a lo largo del túnel y en la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-18, UF1-17 y UF1-16, con profundidades de 178, 225 y 165 m respectivamente, se ejecutaron hacia la cobertura del túnel de Pamplona, donde se evidenció de manera general arenisca masiva gris claro a pardo moderadamente consolidado con niveles de oxidación, presencia local de lutita carbonosa a mayores profundidades.

Fotografía 5.6 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidenciaron planos de canteras, compuesto de arenisca clara a gris, moderadamente meteorizada, con presencia de óxidos, con coordenadas Este: 1159034; Norte: 1309265.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.7 Diferentes afloramientos de la formación Aguardiente ubicados sobre el cerro donde se proyecta el túnel de Pamplona. Se observan secuencias de areniscas cuarzosas de grano medio, muy competentes y en algunas zonas de aspecto masivo, ligeramente alteradas y algunas inalteradas

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-18. Coordenadas: Este: 1158242; Norte: 1309450

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-16. Coordenadas: Este: 1158180; Norte 1309348

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 104. Coordenadas: Este: 1158774; Norte: 1309392

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 106. Coordenadas: Este: 1158339; Norte 1309288

5.1.1.2.5.5 Formación Capacho (Kic)-Cretácico Inferior

Para el área de influencia de la UF1 la unidad Capacho aflora hacia el centro oriente de la misma, atravesada por el eje de vía proyectado desde la abscisa K58+820 hasta la K56+120 aproximadamente, siendo parte del portal oriental del túnel en contacto con la formación Aguardiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Se observó una morfología fuertemente ondulada de laderas erosivas y onduladas, con procesos de solifluxión plástica en los suelos residuales que la conforman (ver Fotografía 5.8). Por ello se denotan y definen en la cartografía depósitos coluviales que cubren gran parte de esta unidad a lo largo de todo el trazado vial proyectado

Fotografía 5.8 Procesos de solifluxión plástica en suelos residuales de la formación Capacho. Coordenadas: Este: 1159379; Norte: 1309443

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Adicionalmente se observó a nivel superficial bloques de roca compuestos de areniscas silíceas blancas provenientes del volcamiento y fracturamiento de estratos de la formación Aguardiente desde la parte alta de la ladera (ver Fotografía 5.9).

Fotografía 5.9 Bloques de roca arenisca provenientes del fracturamiento de estratos de la parte alta de la ladera (de la formación Aguardiente). Coordenadas: Este: 1159110; Norte: 1309450

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Hacia esta zona del proyecto, en la parte basal o inferior predominan shales o lutitas negras a gris oscuras calcáreas y no calcáreas, con intercalaciones menores de calizas grises fosilíferas a arcillosas en capas delgadas y capas de limolitas y areniscas calcáreas

Fotografía 5.10 Pequeño afloramiento altamente meteorizado de la formación Capacho dentro del área de influencia de la UF1, con coordenadas: Este: 1159676; Norte: 1308971, donde se observa el predominio de lutitas negras

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron sondeos de perforación hacia el portal oriental del túnel (en dirección Pamplona-Cúcuta) y sobre la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-S15 (hacia la abscisa K58+750 aproximadamente) y UF1-S14A (abscisa K58+740 aproximadamente) se ejecutaron hacia el portal de salida (en dirección de Pamplona a Cúcuta) del túnel de Pamplona, con una profundidad de 23 m y 40 m respectivamente, donde se evidenció para el UF1-S15 roca lutita gris oscuro, físil a partir de los 16,5 m de profundidad. Para el UF1-S14A se encontró un suelo residual de textura areno arcillosa gris con tonalidades pardas, con presencia de niveles de oxidación y moderadamente fracturado, apareciendo indicios de moscovita a mayor profundidad.

Otros sondeos (UF1-ZS42, UF1-ZS46, UF1-ZS47, UF1-ZS48, UF1-S01Bis, UF1-S02, UF1-S03, UF1-S04, UF1-S05, UF1-S06, UF1-S07, UF1-S08, UF1-S09, UF1-S12, UF1-S13, UF1-S14) fueron realizados sobre la vía a cielo abierto, a lo largo del eje de la misma, con profundidades de 10, 20, 20, 20, 20, 26, 15, 23, 20, 30, 25, 17, 25, 17, 35, 12 respectivamente, donde se registran capas de limolitas y lutitas negras fisiles, fracturadas, de moderada a altamente meteorizadas, con algunas evidencias de óxidos y esporádicas capas de calizas gris y arenisca lítica.

Fotografía 5.11 Diferentes afloramientos de la formación Capacho. Se observan lutitas con niveles de areniscas, moderadamente alteradas

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-4. Coordenadas: Este: 1158926; Norte: 1309770

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-12. Coordenadas: Este: 1159695; Norte: 1308122

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 95. Coordenadas: Este: 1158940; Norte 1309486

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 94. Coordenadas: Este 1158946; Norte: 1309485

5.1.1.2.5.6 Formación La Luna (Ksl)-Cretácico Superior

Se encuentra aflorando hacia el oriente del área de influencia de la UF1, sin atravesar la vía proyectada en el tramo de esta unidad funcional; para esta zona se encontraron capas de calizas y lutitas, con ligera a moderada meteorización, estratificación centimétrica de color gris oscuro a claro para las calizas y para las lutitas de gris oscuro a negro, con

algunos nódulos calcáreos y fósiles marinos haciendo parte de un pliegue anticlinal con un buzamiento general de 43°NW con un depósito de flujo de lodo en la base del mismo (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** y Fotografía 5.12)

Fotografía 5.12 Afloramiento de la formación La Luna con estratificación delgada, moderadamente meteorizado, compuesto de lutitas negras y calizas grises. Coordenadas: Este: 1160200; Norte: 1309235

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.5.7 Formación Colón-Mito Juan (Kscm)-Cretácico Superior

Se encuentra aflorando en el extremo oriental del área de influencia de la UF1, atravesando el eje de vía proyectado (diseño actual) en la zona de traslapo con la UF2 (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Dentro del área de influencia se observó compuesto de lutitas gris oscuro a verdoso, con capas limolíticas, formando parte de los flancos del pliegue anticlinal presente, de alta meteorización (ver

Fotografía 5.13 y

Fotografía 5.14).

Fotografía 5.13 Afloramiento de la formación Colón-Mito Juan altamente meteorizado de capas de limolitas y lutitas gris oscuro, ubicado aproximadamente hacia el costado oriental del área de influencia en la margen izquierda del río Pamplonita.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 21. Coordenadas: Este: 1160798; Norte: 1309860

Fotografía 5.14 Limolitas y lutitas negras correspondientes a la formación Colón-Mito Juan presentando un evidente plegamiento, ubicado cercano al costado oriental de la UF-1.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.5.8 Depósitos Recientes

- Depósitos Coluviales (Qc)

Depósitos de ladera de dimensiones variables asociados a movimientos en masa antiguos y recientes. Estos depósitos se observan en gran proporción sobre todas las unidades geológicas aflorantes en el área de Influencia de la UF1 (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**), cubriendo además áreas de ambiente denudacional y de alta influencia estructural del sistema de fallas Pamplona-Chitagá. Se componen generalmente de fragmentos de rocas angulares a subangulares que incluyen depósitos de talud y depósitos de deslizamientos.

A continuación, se relacionan algunos de los depósitos recientes (coluviones) identificados en campo, sobre la vía proyectada y alrededores de ella (dentro del área de influencia de la UF1).

- K60+200 a K59+280.

Ubicado sobre las unidades geológicas Girón y Tibú Mercedes, suprayaciendo a las rocas de dichas unidades sobre el eje de vía proyectado y cercano al portal occidental del túnel, ocupando parte de este en dirección de Pamplona a Cúcuta. El depósito de ladera se identifica con la presencia de clastos heterométricos de areniscas, con matriz arenosa asociados a la formación Tibú Mercedes (

Fotografía 5.15).

Fotografía 5.15 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, hacia el portal occidental del túnel en dirección de Pamplona a Cúcuta. Coordenadas: Este 1158045; Norte: 1308923

Fuente: Ulloa & Diez para Auscultar. 2017

Durante los diseños actuales se ejecutaron cuatro (4) perforaciones (UF1-S19, UF1-S20, UF1-S21 y UF1-ZS80) las cuales reportan depósitos coluviales con espesores considerables de 32, 46, 12 y 25 m respectivamente compuestos por gravas gruesas de arenisca y lutita hasta de 5 cm de diámetro y algunos bloques de hasta 40 cm de diámetro, con matriz arenoarcillosa tipo soportada a clastosoportada.

K58+880 a K58+860

Ubicado sobre la unidad geológica Aguardiente, se identifica depósito de ladera con una matriz en su mayoría arcillo limosa, de color pardo a gris, clastos de diámetro promedio 2-6 cm, angulares, compuesto de lutitas y limolitas, altamente meteorizadas matriz soportados. Como se puede ver en la Fotografía 5.16, este depósito es el resultado de movimientos en masa tipo reptación en la ladera.

Fotografía 5.16 Depósito coluvial entre las abscisas K58+880 y K58+860 aproximadamente del eje vial proyectado, compuesto de bloques de limolitas proveniente de las laderas. Coordenadas: Este 1158939; Norte: 1309525

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K58+720 a K58+620

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz en su mayoría limosa, de color gris, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría de limolitas y lutitas, matriz soportada y altamente meteorizado, formado parte del portal oriental del túnel de Pamplona (ver Fotografía 5.17)

Fotografía 5.17 Depósito coluvial matriz soportado sobre el eje de vía proyectado. Coordenadas: Este: 1159077; Norte: 1309459

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron dos (2) perforaciones (UF1-S14A y UF1-S15) en esta zona, la cuales reportan espesores de 4 y 11m respectivamente para este depósito, compuesto por gravas de lutita subfisiles, de diámetros entre 5-12 mm, con matriz limoarcillosa color café, con una consistencia firme.

- K58+440 a K58+400

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, depósito de menor magnitud, donde se identificaron bloques de roca que se han desprendido de la parte alta de la ladera, provenientes de la formación Aguardiente y Capacho, con matriz limo arcillosa subangulares, como se puede ver en la

Fotografía 5.18. Este depósito es el resultado de un pequeño deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera.

- K58+280 a K58+240

Continuando en dirección a Cúcuta se encuentra otro depósito coluvial ubicado sobre la misma unidad geológica Capacho, presenta matriz en su mayoría limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría de lutitas, matriz soportada y altamente meteorizadas. Como se puede ver en la Fotografía 5.19 este depósito es el resultado de varios deslizamientos inactivos pequeños a lo largo del talud, a causa del complejo sistema tectónico en la zona.

Fotografía 5.18 Depósito Coluvial sobre la vía proyectada. Coordenadas: Este: 1159380; Norte: 1309446

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.19 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, entre las abscisas K58+280 y la K58+240 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

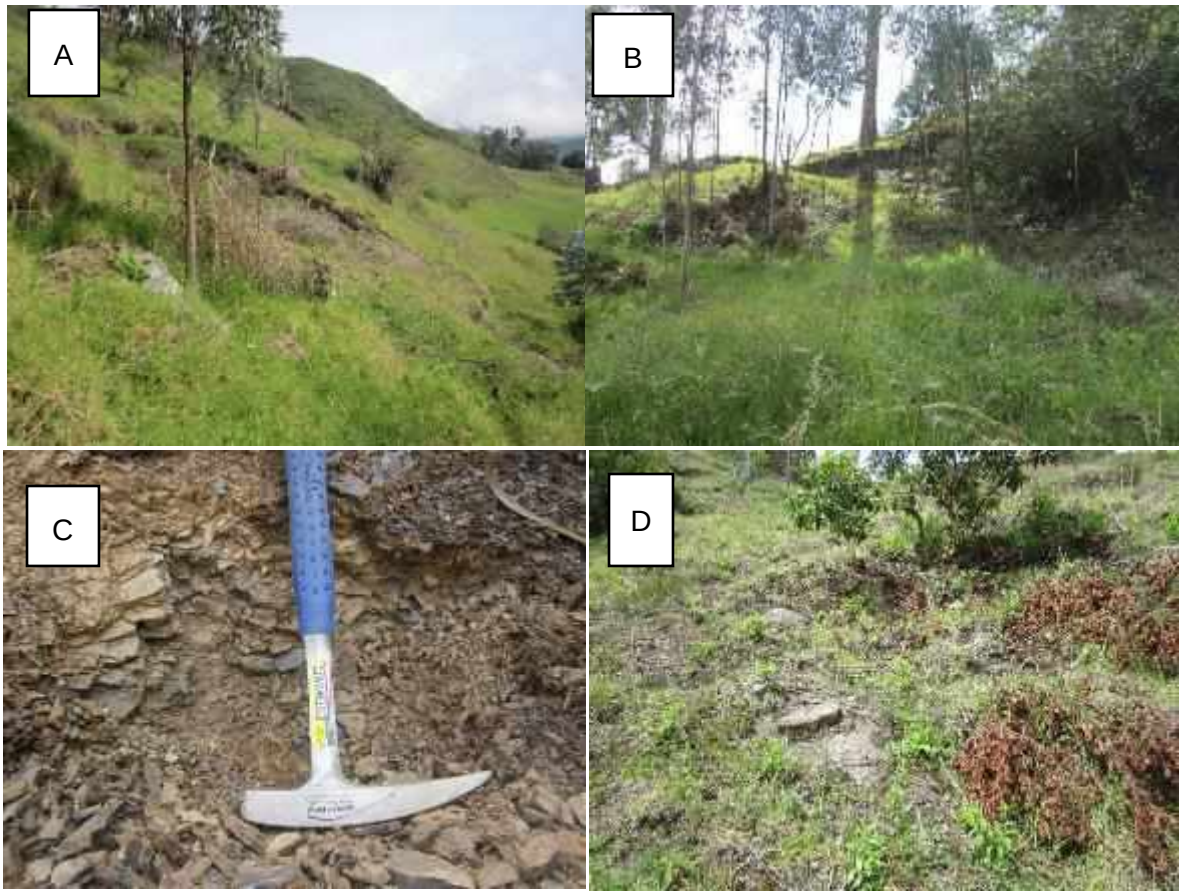
- K57+960 a K57+400

Gran depósito coluvial ubicado sobre la misma unidad geológica Capacho (la vía proyectada en esta zona intervendrá áreas de roca y áreas de coluvión tal y como se observa en el plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG del Anexo 1. Cartografía)**.

Este depósito ocupa una gran área dentro del área de influencia, el cual será intervenido en varios sectores y es producto de un deslizamiento activo de tipo rotacional a lo largo de la ladera. Se identificó como depósito de ladera con una matriz en su mayoría arcillosa, de

color pardo a gris, con clastos de tamaño variable, angulares, compuesto de lutitas y limolitas en su mayoría (Ver Fotografía 5.20). En dicha fotografía **(C)** se observa un afloramiento de lutitas presenciado en dicha zona, dispuestas a favor de la pendiente, por lo que el depósito que se está mencionando es superficial y dicha aptitud estructural de la roca ha podido generar deslizamientos mayores.

Fotografía 5.20 Parte del gran depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectada. Abscisa K57+450-K57+400 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160993; Norte: 1312807



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K57+240 a K57+060

Ubicado sobre la formación Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño angulares a subangulares de calizas, matriz soportados. Como se puede ver en la

Fotografía 5.21 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área sumado a la alta pendiente y humedad.

Fotografía 5.21 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K57+150-K57+060 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159660; Norte: 1308664

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutó una (1) perforación (UF1-S03) en esta zona, la cual reporta un depósito coluvial con un espesor de 2m, compuesto por gravas de lutita gris oscuro, subangulares, con matriz arcillosa color café oscuro, con una consistencia firme

- K57+040 a K56+780

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño angulares a subangulares de calizas, matriz soportados. Como se puede ver en la

Fotografía 5.22 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área.

Fotografía 5.22 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+880-K56+700 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K56+500 a K56+200

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño subangulares de calizas y limolitas matriz soportados. Como se puede ver en la Fotografía 5.23 este depósito es el resultado de varios deslizamientos menores activos a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área.

Fotografía 5.23 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+500-K56+130 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159739; Norte: 1308143

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron dos (2) perforaciones (UF1-S01 y UF1-S02) en esta zona, las cuales reportan depósito coluvial con un espesor de 7 y 21m respectivamente, compuesto por fragmentos de arenisca y lutita color marrón claro, con

matriz limo arcillosa y limo arenosa color café oscuro, altamente meteorizado, con presencia de óxidos y con una consistencia media.

- K53+800 a K53+540 zona de traslapo con la UF2

Ubicado sobre la unidad geológica Colón-Mito Juan, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos angulares a subangulares de limolitas y lutitas, matriz soportado. Como se puede ver en la Fotografía 5.24 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión.

Fotografía 5.24 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K53+650-K53+600 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160664; Norte: 1309601

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K53+440, K53+380 a K53+360 y K53+260 a K53+240, zona de traslapo con la UF2

Pequeños coluviones ubicados sobre la unidad geológica Colón-Mito Juan, se identifican con una matriz limosa, de color gris a pardo, con clastos angulares a subangulares de limolitas y lutitas, matriz soportados. Estos depósitos son el resultado de procesos de remoción en masa actualmente inactivos consistentes en deslizamientos rotacionales.

5.1.1.2.5.9 Depósitos Coluvio aluviales (Qca)

Se evidenció un gran depósito coluvio aluvial en morfología semiplana a plana asociado y en la parte central central de un valle formado por acción tectónica en el área (falla marcada en la cartografía geológica),y un drenaje ocasional (quebrada San Antonio) en la misma (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

Este depósito continúa sobre las formaciones Capacho y La Luna sin ser atravesado por el eje vial proyectado, entre dos lomos alargados paralelos a dicho drenaje.

Fotografía 5.25 Vista del depósito coluvio aluvial aledaño al eje vial proyectado, sobre la formación Aguardiente.

Fuente: Ulloa & Diez para Auscultar. 2017

5.1.1.2.5.10 Depósitos Aluviales (Qal)

Materiales depositados en ambas márgenes del río Pamplonita en la zona de traslapo con la UF2 (Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**) con morfología suave, de cantos y guijos redondeados a subredondeados, con pequeños escarpes de espesor variable (ver Fotografía 5.26). En el municipio de Pamplona este tipo de depósitos se encuentran urbanizados, como es el caso, de los depósitos dejados por la quebrada El Buque, donde actualmente se encuentra funcionando la Universidad de Pamplona.

Para este tipo de depósito, el estudio de estructuración vial reportó dichos depósitos en general como suelos finos de consistencia dura con algo de gravas Según los ensayos de campo y de laboratorio, se trató de un suelo granular de compacidad compacto. Este depósito se caracterizó con una litología de gravas con bolos redondeados heterométricos,

con arenas, arenas arcillosas limosas y gravas en finos arenosos (Consorcio Estructurador Vial - CEV, 2014).

Fotografía 5.26 Depósito aluvial en la margen del río Pamplonita. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.27 Depósito aluvial que ha sido urbanizado

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Depósitos Antrópicos (Qant)

Generalmente, los depósitos antrópicos en el área de estudio corresponden a materiales estériles de canteras al pie de la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente, encontrándose fuera del trazado vial proyectado (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Estos depósitos están compuestos de fragmentos de roca de tipo arenisca de color gris claro a amarillo y en algunas zonas muy claras (Fotografía 5.28), con matriz arenosa, presentándose en algunos casos depósitos coluviales a partir de este tipo de material en combinación.

Fotografía 5.28 Cantera ubicada en la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.6 Geología estructural local

5.1.1.2.6.1 Aptitud Estructural

Dentro del área influencia de la UF1 se midieron datos estructurales (rumbo y buzamiento) de varias familias de discontinuidades (estratificación y diaclasas) en 38 puntos, tal y como se muestran en la Tabla 5.3.

De acuerdo a la citada tabla, los puntos EG-1, EG-2, EG-16, EG-17, EG-18, Est. 91, Est. 101, Est. 102, Est. 103, Est. 104, Est. 105, Est. 106 y Est. 107, 42 (GPS), 43 (GPS) y 44 (GPS) fueron medidos sobre la formación Aguardiente con estratificación inclinada centimétrica y variable dirección debido al alto tectonismo en la zona, afloramientos en general fracturados, con 3-4 familias de discontinuidades, de capas de areniscas cuarzosas de grano medio y de buena calidad, intercaladas con limolitas y lutitas, ligeramente meteorizados, en algunos con presencia de oxidación (en lomo denudado del portal del túnel UF1) y sin presencia de agua.

Tabla 5.3 Datos estructurales dentro del área de influencia de la UF1 (Coordenadas Planas Gauss-Kruger origen Bogotá)

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)		
			X	Y											
18/01/17	EG-PC-07-G2		1159768.00	1308187.00	SO	245	40	0.2 - 0.6	>20	<1	Seco	Blando (Limoso)	0.1-1.0	Intercalación de areniscas y limolitas	
					J1	124	57	0.2 - 0.6	3-10	<1	Seco				
					J2	170	87	0.06 - 0.2	1-3	1-5	Seco				
					J3	20	73	0.06 - 0.2	1-3	<1	Seco				
18/01/2017	EG-CP-G2-021	PR57+900-58+100	1159774.00	1308331.00	S0	245	40							Areniscas de 20-25 cm de espesor con intercalalciones de limolitas de 5-15cm; meteorización moderada	
					J1	124	57								
					J2	170	87								
					J3	20	73								
03/11/2017	254 (NOMBRE EN GPS)		1158948.00	1309532.00	Estratificación	139	63	0.06-0.2	>20	1-5 (Abierta)	Seco			Intercalación de areniscas, limolitas y lutitas altamente meteorizado, con presencia de oxidación en lomo denudado (portal del túnel UF1)	Altamente meteorizada
09/12/2017	EG-1		1159021.00	1308687.00	Estratificación	85	15	0.2 - 0.6	>20	<1	Seco	Ninguno		Secuencia de areniscas de la fm Aguardiente, cuarzosas blancuzcas con algo de matriz feldespática (ortoclasa) xolor rosa. Muy deleznable en algunas partes	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	85	25	0.2 - 0.6	>20						
					Estratificación	87	20	0.6 - 2.0	>20						
					Estratificación	85	29	0.6 - 2.0	>20						
					Estratificación	84	50	0.2 - 0.6	>20						
					Diacla 1	330	83	0.2 - 0.6	1-3	>5					
					Diacla 1	342	85	0.6 - 2.0	1-3						
					Diacla 1	338	87	0.2 - 0.6	1-3						
					Diacla 2	220	64	0.6 - 2.0	1-3						
					Diacla 2	223	70	0.6 - 2.0	1-3						
					Diacla 2	230	50	0.2 - 0.6	1-3	1-5					
					Diacla 3	165	84	0.6 - 2.0	<1	>5					
10/12/2017	EG-2		1158909.00	1309487.00	Estratificación	323	33	0.06 - 0.2	>20	<1	Goteo	Ninguno		Secuencia de lutitas fisiles color negro hacia el techo, intercalada hacia la base con areniscas grisáceas de grano fino (sobre la secuencia 60 cm de suelo residual)	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	352	35	0.06 - 0.2	>20						
					Estratificación	344	33	0.06 - 0.2	>20						
					Estratificación	341	34	0.06 - 0.2	>20						
					Diacla 1	260	74	0.06 - 0.2		>5					
					Diacla 1	263	90	0.06 - 0.2							
					Diacla 1	265	81	0.06 - 0.2							
					Diacla 1	260	76	0.06 - 0.2							
					Diacla 2	200	53	0.2 - 0.6	<1						
					Diacla 2	202	50	0.2 - 0.6	<1						
					Diacla 2	201	48	0.2 - 0.6	<1						
	EG-4		1158926.00	1309770.00	Estratificación	256	48	0.06 - 0.2	>20	<1	Seco	Ninguno		Secuencia de lutitas muy meteorizadas con areniscas grisáceas de grano fino	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	280	55	0.06 - 0.2							
					Estratificación	264	58	0.06 - 0.2							
					Estratificación	252	50	0.06 - 0.2							
					Estratificación	261	54	0.06 - 0.2							
					Diacla 1	80	48	0.6 - 2.0	<1	>5					
					Diacla 1	84	46	0.6 - 2.0							
					Diacla 1	82	45	0.6 - 2.0							
					Diacla 1	80	45	0.6 - 2.0							
					Diacla 2	150	79	>2							
					Diacla 2	148	82	>2							
					Diacla 2	151	80	>2							

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Coordenadas Y								Naturaleza	espesor (mm)		
	EG-12		1159695.00	1308122.00	Estratificación	320	46	<0.06	>20	1-5	Seco	Ninguno		Macizo con estratos de lutita gris, fisiles, moderadamente alteradas	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	328	47								
					Estratificación	325	47								
					Estratificación	329	40								
					Estratificación	319	42								
					Estratificación	320	45								
					Diacla 1	240	80		<1						
					Diacla 1	235	85								
					Diacla 1	243	83								
					Diacla 1	238	65								
					Diacla 2	157	41								
					Diacla 2	155	44								
					Diacla 2	158	39								
	EG-13		1159778.00	1308315.00	Estratificación	240	35	<0.06	10.0-20.0	1-5	Seco	Blando	<5	Saprolito de caliza fosilífera, con presencia de bloques bien conservados	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	235	40								
					Estratificación	238	42								
					Estratificación	240	30								
					Estratificación	240	31								
					Diacla 1	350	70		<1	>5					
					Diacla 1	348	76								
					Diacla 1	249	70								
					Diacla 1	350	65								
					Diacla 1	352	74								
					Diacla 2	40	50								
					Diacla 2	45	52								
					Diacla 2	42	52								
	EG-14		1159554.00	1309343.00	Estratificación	182	40	0.06 - 0.2	10.0-20.0	1-5	Seco	Arcilla (Blando)	<5	Estratos de lutitas grices, fisibles con alto fracturamiento, intercaladas con areniscas de grano fino color habano, muy meteorizadas	Altamente meteorizada
					Estratificación	175	38								
					Estratificación	185	40								
					Estratificación	185	41								
					Estratificación	182	41								
	EG-15		1158944.00	1309490.00	Estratificación	246	20	<0.06	10.0-20.0	<1	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca en el techo de grano medio, color pardo por oxidaciones; y en la base lutitas gris	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	250	25								
					Estratificación	222	20								
					Estratificación	250	19								
					Estratificación	245	22								
					Diacla 1	161	64		<1	1-5					
					Diacla 1	162	67								
					Diacla 1	171	62								
					Diacla 2	50	78								
					Diacla 2	61	81			>5					
					Diacla 2	72	80								
					Diacla 2	50	79								

Ficha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Coordenadas Y								Naturaleza	Espesor (mm)		
	EG-16		1158180.00	1309348.00	Estratificación	90	44	0.2 - 0.6	>20	>5	Seco	Ninguno		Secuencia de areniscas cuarzosas de grano medio, competentes	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	92	40								
					Estratificación	85	23								
					Estratificación	80	36								
					Estratificación	90	40								
					Diacla 1	186	79	0.6 - 2.0	<1						
					Diacla 1	180	76								
					Diacla 1	178	80								
					Diacla 1	182	78								
					Diacla 2	266	72								
					Diacla 2	267	66								
					Diacla 2	260	54								
	EG-17		1158126.00	1309025.00	Estratificación	80	25	0.2 - 0.6	10.0-20.0	1-5	Seco	Blando	<5	Estratos de arenisca cuarzosas ingtercaladas con un estrato de lutita gris muy físil	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	100	25								
					Estratificación	95	20								
					Estratificación	93	22								
					Estratificación	96	25								
					Estratificación	83	24								
					Diacla 1	358	86	0.06 - 0.2	<1						
					Diacla 1	0	64								
					Diacla 1	355	80								
					Diacla 1	5	41								
					Diacla 2	266	69								
					Diacla 2	277	69								
					Diacla 2	272	66								
	EG-18		1158242.00	1309450.00	Estratificación	75	5	0.2 - 0.6	10.0-20.0	>5	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio, presencia de laminación cruzada, en algunas partes masiva	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	70	8								
					Estratificación	82	8								
					Estratificación	80	10								
					Estratificación	78	9								
					Estratificación	78	8								
					Diacla 1	165	42	0.6 - 2.0	1-3						
					Diacla 1	162	40								
					Diacla 1	170	38								
					Diacla 1	169	40								
	EG-19		1157976.00	1309054.00	Estratificación	144	18	0.2 - 0.6	>20	>5	Seco	Blando	<5	Secuencia de calizas fosilíferas color habano crema de la fm. Tibú y Mercedes	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	140	23								
					Estratificación	120	35								
					Estratificación	146	32								
					Estratificación	146	23								
					Diacla 1	345	74		<1						
					Diacla 1	232	60								
					Diacla 1	346	55								
					Diacla 1	351	67								
					Diacla 2	272	70	0.6 - 2.0							
					Diacla 2	262	81								
					Diacla 2	260	86								

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espesor (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Coordenadas Y								Naturaleza	Espesor (mm)		
	EG-21	K53+250	1160812.00	1309861.00	Estratificación	276	65	0.06 - 0.2	10.0-20.0	1-5	Seco	Ninguno		Estratos de limolitas con intercalaciones de estratos de lutita y chert silíceo	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	274	60								
					Estratificación	269	62								
					Estratificación	272	64								
					Estratificación	272	64								
					Diacla 1	125	60		<1						
					Diacla 1	120	62								
					Diacla 1	130	58								
					Diacla 1	126	60								
					Diacla 2	190	81								
					Diacla 2	182	82								
					Diacla 2	185	80								
12/03/2018	Est. 91	K56+150	1159582.00	1307946.00	Estratificación	220	40	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio intercaladas con lutitas negras	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	210	35								
					Estratificación	230	45								
					Estratificación	220	40								
					j1	155	75	0.2 - 0.6	<1						
					j1	150	75								
					j1	155	70								
					j2	60	70								
					j2	65	75								
					j2	70	80								
12/03/2018	Est. 92	K56+500	1159763.00	1308193.00	Estratificación	250	45	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio intercaladas con lutitas negras fisiles	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	225	35								
					j1	125	65	0.2 - 0.6	<1						
					j1	120	70								
					j1	125	70								
					j1	105	55								
					j2	345	85								
					j2	350	85								
					j2	8	75								
					j3	30	80								
12/03/2018	Est. 93	K57+900	1159777.00	1309376.00	Estratificación	215	50	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca y lutita	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	215	20								
					Estratificación	215	40								
					j1	230	65	0.2 - 0.6	<1						
					j1	60	65								
					j1	240	75								
					j2	66	55								
					j2	140	90								

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Y								Naturaleza	Espesor (mm)		
12/03/2018	Est. 94	K58+880	1158946.00	1309485.00	Estratificación	250	30	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Estratos decimétricos de arenisca de grano medio y arcillolita laminada	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	265	35								
					Estratificación	255	40								
					j1	135	85	0.2 - 0.6	<1						
					j1	140	80								
					j1	200	84								
					j1	155	83								
					j2	15	55								
					j2	355	70								
					j2	0	75								
					j2	100	75								
12/03/2018	Est. 95	K58+800	1158940.00	1309486.00	Estratificación	0	35	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Lutita con niveles de arenisca masiva	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	5	45								
					Estratificación	0	45								
					Estratificación	350	40								
					j1	180	56	0.2 - 0.6	<1						
					j1	165	50								
					j1	205	43								
					j1	187	43								
					j2	265	88								
					j2	255	75								
					j2	260	70								
12/03/2018	Est. 96	K58+750	1159054.00	1309442.00	Estratificación	185	70	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Lutitas masivas	Altamente meteorizada
					Estratificación	180	65								
					Estratificación	210	70								
					j1	215	60	0.2 - 0.6	<1						
					j1	280	65								
					j2	30	45								
12/03/2018	Est. 97	K58+450	1159256.00	1309396.00	Estratificación	255	85	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Lutita con niveles de arenisca masiva	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	225	50								
					j1	315	70	0.2 - 0.6	<1						
					j1	320	75								
					j1	310	80								
					j2	115	80								
					j2	115	85								

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Y								Naturaleza	Espesor (mm)		
12/03/2018	Est. 98	K58+600	1159190.00	1309427.00	Estratificación	260	35	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Lutita con niveles de arenisca masiva	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	260	30								
					j1	160	90	0.2 - 0.6	<1						
					j1	15	65								
					j1	145	75								
					j1	180	75								
					j2	330	70								
					j2	325	70								
12/03/2018	Est. 101	K58+990	1158855.00	1309376.00	Estratificación	165	55		>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	160	50								
					j1	355	50	0.2 - 0.6	<1						
					j1	305	25								
					j1	315	30								
					j1	240	80								
					j1	230	55								
12/03/2018	Est. 102	K59+065	1158795.00	1309306.00	Estratificación	70	60	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	70	65								
					Estratificación	75	55								
					Estratificación	65	75								
					Estratificación	80	65								
					Estratificación	60	70								
12/03/2018	Est. 103	K59+065	1158801.00	1309296.00	Estratificación	60	50	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Inalterada
					Estratificación	70	58								
					Estratificación	65	45								
					Estratificación	75	65								
					j1	150	65	0.2 - 0.6	<1						
					j1	260	80								
					j1	155	70								
					j1	255	75								
12/03/2018	Est. 104	K59+040	1158774.00	1309392.00	Estratificación	55	30	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	60	30								
					Estratificación	85	30								
					j1	275	50	0.2 - 0.6	<1						
					j1	275	52								
					j1	285	50								
					j2	5	85								
					j2	355	83								
					j2	255	70								
					j2	290	60								

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Coordenadas Y								Naturaleza	Espesor (mm)		
12/03/2018	Est. 105	K59+200	1158583.00	1309399.00	j1	270	55	0.2 - 0.6	<1	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Inalterada
					j1	300	55								
					j1	280	65								
					j1	275	50								
					j1	305	60								
					j1	285	70								
12/03/2018	Est. 106	K59+500	1158339.00	1309288.00	Estratificación	60	60	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	85	65								
					Estratificación	115	55								
					Estratificación	105	55								
					j1	190	35	0.2 - 0.6	<1						
					j1	215	35								
					j1	215	30								
					j1	350	35								
					j2	0	40								
					j2	340	53								
					j2	340	40								
12/03/2018	Est. 107	K59+040	1158755.00	1309409.00	Estratificación	85	72	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	75	60								
					Estratificación	80	70								
					j1	310	15	0.2 - 0.6	<1						
					j1	230	10								
					j1	5	85								
25/01/2018	Est. 67	K53+140	1160917	1309948	Estratificación	320	35	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno		Afloramiento muy pequeño de lutita meteorizada	Altamente meteorizada
					Estratificación	325	40								
					J	60	60	0.2 - 0.6	<1						
					J	65	55								
					J	170	80								
					J	175	85								
	DE1		1158098	1308719	Estratificación	S18E (RUMBO)	39SW							Fm Tibu Mercedes: Limolitas y arcillolitas cubiertas por coluvión	
	DE2		1158099	1308691	Estratificación	EW (RUMBO)	25S							Fm Tibu Mercedes: Lutitas Negras	
	DE3		1159057	1309434	Estratificación	N52W (RUMBO)	51NE							Lutitas negras con oxidos de hierro color amarillo	
	DE4		1159675	1308976	Estratificación	N65W (RUMBO)	20NE							Fm Capacho: Lutitas negras	
	DE5		1158779	1309389	Estratificación	S17E (RUMBO)	31SW							Fm Aguardiente: Arenisca cuarzosa de grano medio y grano grueso, color blanco, bien seleccionada, clastosoportada, deznelable, intercalado con con areniscas de grano fino y grano medio color amarillo marrón. Canales?	
	DE6		1158969	1309954	Estratificación	S50W (RUMBO)	28NW							Intercalaciones de lodolitas grises a negras laminadas con areniscas de grano fino, algunas intercalaciones de lodolitas presentan mayor cementacion	
	DE7		1158926	1309766	Estratificación	S15E (RUMBO)	56SW							Intercalaciones de lodolitas negras y grises laminadas con liditas color negro	
	DE8		1159575	1308620	Estratificación	N10E (RUMBO)	17NW							Fm Capacho: Intercalaciones de lodolitas negras y grises laminadas con liditas color negro	
05/07/2018 16:09	1 (GPS)		1156379	1309710	Bandeamiento	W	90	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca_triturada, blando		Afloramiento de roca metamórfica tipo neis, félsica, color crema, roca compacta, con presencia de moscovita, feldespato potásico y bandeamiento, meteorización moderada. La roca se encuentra muy fracturada; El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca	
					Bandeamiento	E	53	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca_triturada, blando			
					Diaclasa	S	80	proximas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno			

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado [m]	Continuidad [m]	Apertura [mm]	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscisado	Coordenadas X	Y								Naturaleza	espesor (mm)		
07/07/2018 18:31	11 (GPS)		1156944	1308994	Bandeamiento	SW	70	muy_juntas	continua	cerrada	seca	Niguno		Afloramiento de neis con meteorización alta (grado V), se observa bandeamiento.	Grado de meteorizacion V a IV
08/07/2018 19:21	18 (GPS)		1156511	1310497	Diaclasa	NE	75	muy_juntas	media	abierta	seca	Niguno		Afloramiento de neis moscovitico, bandeado, meteorización alta (grado V).	
					Diaclasa	SE	61	proximas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno			
09/07/2018 17:57	23 (GPS)		1159550	1311669	Estratificación	NW	25	muy_juntas	poca	cerrada	seca	Niguno		Lodolitas altamente fracturadas y meteorización alta. Desarrollo de suelo gris pálido en seco y pardo claro en húmedo	
09/07/2018 18:12	25 (GPS)		1159670	1311670	Estratificación	NE	30	muy_juntas	poca	ligeramente abierta	seca	Niguno			
09/07/2018 18:19	28 (GPS)		1159717	1311739	Estratificación	SE	25	muy_juntas	media	ligeramente abierta	seca	Niguno		Roca muy fracturada en lutitas, leve plegamiento de la roca, en menor proporción se identifican estratos de areniscas de grano medio, compactas, con presencia de micas	
					Estratificación	SE	35	proximas	poca	ligeramente abierta	seca	arcilla			
					Diaclasa	N	42	muy_juntas	discontinuidad	abierta	seca	Niguno			
09/07/2018 18:26	29 (GPS)		1159441	1311204	Estratificación	SE	64	proximas	poca	ligeramente abierta	seca	Niguno		Estratificación de lodolitas grises claras, con meteorización esferoidal; desarrolla estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras	Fractura concoidea, roca blanda, muy fracturada
09/07/2018 18:29	32 (GPS)		1159335	1310736	Estratificación	S	44	muy_separadas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	roca_triturada, duro			Presencia de zona de esfuerzos asociada a fallamiento; harina de roca
					Estratificación	W	77	muy_separadas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	roca_triturada, medio-duro			
09/07/2018 18:41	33 (GPS)		1159331	1310680	Estratificación	E	30	proximas	poca	extremadamente abierta	seca	roca_triturada, medio-duro			
09/07/2018 18:45	34 (GPS)		1159258	1310478	Diaclasa	W	67	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca_triturada, blando		Zona de contacto entre areniscas (Kic) y lodolitas (Ksl). Intercalación de areniscas grises oscuras de grano fino, compactas con areniscas de grano fino a medio, color beige, con óxidos de hierro (manchas pardo rojizas). La roca se encuentra muy fracturada.	Plano de falla, el relleno es harina de roca, con micro pliegues
					Estratificación	SE	49	muy_juntas	continua	muy_abierta	seca	roca_triturada, blando			
					Estratificación	E	38	muy_juntas	continua	cerrada	seca	Niguno			
					Estratificación	E	80	muy_juntas	discontinuidad	cerrada	seca	Niguno			
					Zona de Cizalla	NE	55	muy_separadas	media	muy_abierta	seca	roca_triturada, blando			
					Estratificación	E	55	muy_juntas	media	cerrada	seca	Niguno			
					Estratificación	SW	46	muy_juntas	discontinuidad	muy_abierta	seca	roca_triturada, blando			
					Estratificación	NE	50	muy_juntas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno			
09/07/2018 19:04	35 (GPS)		1158967	1309986	Estratificación	W	0	proximas	continua	ligeramente abierta	seca	Niguno		Intercalaciones de areniscas y lodolitas	Estratificacion horizontal de lutitas, interestratificadas con areniscas. Ligero plegamiento
					Zona de Cizalla	NW	38	muy_juntas	media	extremadamente abierta	seca	roca_triturada, blando			
					Estratificación	NW	20	proximas	media	ligeramente abierta	seca	Niguno			

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Los puntos 254, EG-PC-07-G2, EG-CP-G2-021, IT-PC-021, EG-4, EG-12, EG-13, EG-14, EG-15, Est. 92, Est. 93, Est. 94, Est. 95, Est. 96, Est. 97, Est. 98, DE3, DE4, DE6 y DE8, 31 (GPS), 34 (GPS), 35 (GPS), 39 (GPS) , 41 (GPS) y 45 (GPS) fueron medidos sobre capas de lutita gris oscuro a negra, fisiles, con alto fracturamiento intercalado con areniscas de grano medio de la formación Capacho, con un buzamiento de capas de 40° SW en promedio, moderado a altamente meteorizado. Sobre estos se encontraron 3 familias de discontinuidades con características de buzamiento.

Los puntos EG-21 y Est. 67, 23 (GPS), 27 (GPS), 28 (GPS), 29 (GPS) y 30 (GPS) fueron medidos en afloramientos de la formación Colón - Mito Juan conformado por estratos altamente inclinados (de 40 a 60° NW aproximadamente) de lodolitas con intercalaciones de lutitas y chert silíceo, moderadamente meteorizado, con dos familias de diaclasas.

Los puntos EG-19, DE1, DE2 y 19 (GPS) fueron levantados sobre la unidad geológica Tibú y Mercedes con capas de baja a mediana inclinación de 30°SE en promedio compuestas por lodolitas calcáreas y algunas areniscas, moderadamente meteorizadas, con dos familias de diaclasas que presentan un relleno blando menor a 5mm.

Los puntos 1(GPS), 2(GPS), 3(GPS), 4(GPS), 9(GPS), 11(GPS), 16(GPS), 17(GPS), 18(GPS), 20(GPS) y 22(GPS) fueron medidos sobre afloramientos de Ortoneis (PDo) compuestos de roca metamórfica tipo neis, principalmente félsica, de color crema, compacta, con presencia de moscovita, feldespato potásico y bandeamiento, moderamente meteorizada. En general son rocas muy fracturadas; se tomaron datos estructurales de bandeamiento y sistemas de diaclasas. El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca y una estratificación tendiendo a subhorizontal.

De acuerdo al análisis de dirección y buzamientos de las capas que se muestran en la

Tabla 5.3, en conjunto con la fotointerpretación realizada, evidencias de drenaje en campo y la exploración (sondeos y tomográfias electricas) del área, se observó una marcada variación en los buzamientos de las capas de roca dentro de una misma unidad geológica. En concordancia con ello se definieron y se marcaron fallas y lineamientos en sentido predominante N-S, tal y como se puede observar en el plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**

5.1.1.2.6.2 Fallas y Lineamientos Fotogeológicos locales (Fd, Fi, Fc y Lf)

Tal y como se puede ver en la Figura 5.5 y en la cartografía geológica de la UF1 (**VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía)**, estas fallas y lineamientos diferenciados con numeración, se delimitaron y definieron a partir de la cartografía regional, topografía lidar e imágenes aéreas (fotointerpretación), resultando dos familias: una en dirección NNW-SSE y otra con la dirección NEE-SWW, como se describen a continuación:

5.1.1.2.6.3 Fallas y Lineamientos NW-SE (Lf1, Lf2, Lf3, Lf4, Lf5, Lf10, Lf13 Lf15, Fi1, Fi5, Fi6, Fi7, Fi9, Fi11, Fi12 y Fd6)

Esta familia de fallas y lineamientos se caracteriza por presentar un rumbo general Noroccidente - Suroriente, con longitudes continuas superiores a los 3 km, el cual define el trazo del sistema de fallas Pamplona-Chitagá, presentando ángulos variables a la falla principal, colocando en contacto rocas del Pre-Devónico (Ortoneis) con rocas del Jurásico (Formación Jirón) y contactos entre rocas del cretácico con buzamientos contrarios,

indicando el movimiento y desplazamiento de tipo sinestral en dichas unidades geológicas, corroboradas en campo por la presencia de grandes deslizamientos de tipo rotacional sobre rocas de menor competencia. Estos lineamientos también afectan en forma ortogonal a la familia de fallas y lineamientos NE-SW. Sus mejores expresiones se observan en la parte central y centro oriental del área de influencia (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.6.4 Fallas y Lineamientos NE-SW (Lf6, Lf7, Lf8, Lf9, Lf11, Lf12 y Lf14, Fd1, Fi2, Fd2, Fi4, Fd3, Fd4, Fi8, Fi10 y Fd5)

Son una serie de fallas y lineamientos marcados por la orientación de estructuras, siendo la más representativa sobre la quebrada San Antonio en sentido nororiente – suroccidente, de menor longitud (mayor a 1km), que controlan el cauce de dicha quebrada, cuyo desplazamiento lateral derecho que ejercen sobre la familia anterior de lineamientos se considera dextral como se evidencia en la cartografía geológica del área (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). En el área de estudio, las fallas y lineamientos con el rumbo que tiene esta familia (NE-SW), son zonas en las cuales se encuentra mayor variación en la topografía, como escarpes y cambios bruscos de pendiente ocacionando un evidente truncamiento y desplazamiento de las unidades geológicas cretácicas (visto ello en el cerro localizado en la parte central y centro occidental del área de influencia que hace parte de la cobertura del túnel). Por afectar a la familia de fallas y lineamientos NW-SE, se plantea que su desarrollo fue posterior al de esta familia. En las zonas donde se cruzan estos lineamientos con los de rumbo NW-SE, se presentan áreas más complejas a nivel estructural (mayor fracturamiento de las capas de roca y desprendimiento de material)

5.1.1.2.7 Descripción geológica por zonas homogéneas

En dirección de Pamplona a Cúcuta se definieron las siguientes zonas homogéneas para el trazado vial proyectado a nivel superficial:

5.1.1.2.7.1 Tramo del K60+300 al K60+075

El proyecto comprende en esta zona vía a cielo abierto. Los materiales por intervenir corresponden a suelos residuales de mayor espesor y meteorización de tipo esferoidal por lo que es común encontrar a nivel superficial bloques rocosos redondeados, también se intervendrán laderas medianas a altamente meteorizadas de rocas sedimentarias, principalmente areniscas conglomeráticas y lodolitas rojizas de la formación Girón.

5.1.1.2.7.2 Tramo del K60+075 al K58+745

En esta zona el proyecto comprende la contrucción de un túnel (Tunel de Pamplona). Los materiales por intervenir corresponden a depósitos coluviales hacia los portales del mismo (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía)** y el Anexo **"Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**)

Detalladamente, en esta zona específica de intervención del túnel de Pamplona se tienen la siguiente sectorización, presentada de acuerdo al perfil geológico geotécnico definido por AYESA, 2018 (ver Figura 5.14 a Figura 5.16 y Anexo **"Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**):

- En dirección de Cúcuta a Pamplona (portal oriental del túnel de Pamplona) se tiene una primera zona homogénea de litología lodolitas y lutitas de la formación Capacho (Kic) desde la abscisa K58+730 hasta la K58+910 con una resistencia de 7 Mpa aproximadamente para todo este tramo y con una calidad mala (RMR menor a 30). De acuerdo al cambio en el dominio estructural, donde el buzamiento de las capas pasa de 252/30 a ser subhorizontal (343/37) se infiere una zona de falla desde la abscisa K58+850 a la K58+880 con una menor calidad.
- En la misma dirección, sigue una pequeña zona de mayor resistencia (70 Mpa), compuesta de areniscas de la formación Aguardiente (Kia) desde la abscisa K58+910 hasta la K59+070 con una calidad media a alta (RMR de 40-70 en su mayoría).
- Siguiendo la cobertura de dicho túnel, desde la abscisa K59+070 hasta la K59+100 se presenta una zona de arcillolitas de la formación Aguardiente (Kia) con un dominio estructural de las capas nuevamente inclinado (de 080/32) y presencia de 3 familias de diaclasas (lo que indica una alta fracturación), de baja (RMR menor a 30) a media calidad (RMR de 40-50) en su mayoría y con una resistencia de 10Mpa.
- Sobre la misma cobertura del túnel, desde la abscisa K59+100 a la K59+240 se intervendrán areniscas de la formación Aguardiente (Kia) de mediana calidad en su mayoría (RMR de 30-60) y una resistencia de 70 Mpa.
- Desde la abscisa K59+240 a la K59+290 la construcción del túnel intervendrá mayoritariamente rocas arcillolitas oscuras de la formación Tibu y Mercedes (Kitm), de baja (RMR menor a 30) y media (RMR de 30-50) calidad, y con una resistencia a la compresión simple de 10 Mpa en promedio.
- Desde la abscisa K59+290 a la K59+360 se intervendrán areniscas de la formación Tibú y Mercedes, de mediana calidad (con un RMR en su mayoría de 40-50) y con una resistencia a la compresión simple de 70 MPa en promedio.
- Desde la abscisa K59+360 a la K59+390 se intervendrá una zona mayoritaria de rocas tipo arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes de baja calidad (con un RMR menor a 30) y baja resistencia a la compresión simple (10 MPa en promedio).
- En la siguiente zona volverán a intervenirse las areniscas de la formación Tibú y Mercedes desde la abscisa K59+390 a la K59+470 de mediana calidad (RMR de 40-50 en su mayoría), con una resistencia a la compresión de 70 Mpa y un dominio estructural de las capas inclinado de buzamiento 080/32 con presencia de 3 familias de diaclasas que indica alto fracturamiento del macizo rocoso.
- Desde la abscisa K59+470 a la K59+500 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes y una posible zona de fractura con una mediana calidad en general (RMR de 30-50) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.
- Desde la abscisa K59+500 a la K59+560 el túnel proyectado intervendrá areniscas de la formación Tibú y Mercedes con una mediana a alta calidad en general (RMR de 50-60) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.

- Desde la abscisa K59+560 a la K59+630 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes con una mediana calidad en general (RMR de 40-50) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.
- Desde la abscisa K59+630 a la K59+640 el túnel proyectado intervendrá una zona de fractura dentro de esta unidad geológica (formación Tibú y Mercedes) con una baja calidad en general (RMR menor a 30).
- Desde la abscisa K59+640 a la K59+660 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes con una baja a mediana calidad en general (RMR 30-40).
- Desde la abscisa K59+660 a la K59+776 el túnel proyectado intervendrá areniscas, calizas y conglomerados de la formación Tibú y Mercedes con una baja a mediana calidad en general (RMR 30-50).
- Desde la abscisa K59+776 a la K59+920 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas muy alteradas de la formación Tibú y Mercedes con una baja calidad (RMR menor a 30).
- Desde la abscisa K59+920 a la K59+960 el túnel proyectado intervendrá areniscas y una zona de fractura de la misma formación (formación Tibú y Mercedes) con una baja a mediana calidad (RMR menor a 30 a 50) con una resistencia de 70 MPa.
- Desde la abscisa K59+960 a la K60+075 el túnel proyectado intervendrá areniscas rojizas de la formación Girón con una baja calidad (RMR menor a 30).

5.1.1.2.7.3 Tramo del K58+730 al K57+240

En esta zona el proyecto comprende la contrucción de vía a cielo abierto. Entre estas abscisas el corredor vial intervendrá zonas de calidad media a baja (RQD menor al 25%) compuesto principalmente por lutitas gris oscuro a negro, con algunas alternancias de calizas en capas delgadas de color gris, de la formación Capacho (Kic), suprayacido en varias zonas por depósitos recientes de tipo coluvial con una matriz en su mayoría limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría por lutitas, matriz soportados y altamente meteorizados (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía)**

5.1.1.2.7.4 Tramo del K57+240 al K56+300 y Glorieta Los Adioses

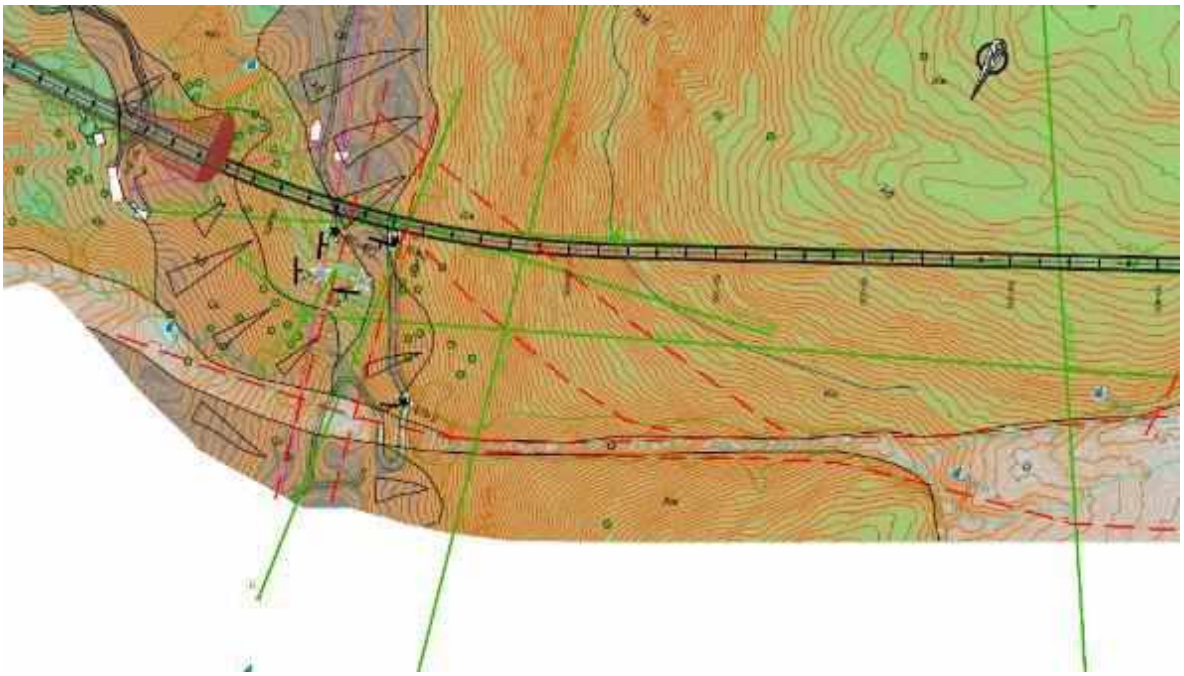
En esta zona el proyecto comprende la contrucción de vía a cielo abierto. Entre estas abscisas el corredor vial intervendrá una zona muy inestable de varios deslizamientos activos e inactivos, que han dado lugar a grandes depósitos coluviales en toda esta zona, por lo que los materiales que aquí serán intervenidos con cortes y rellenos de la vía, corresponden a clastos de diámetro variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría por fragmentos de lutitas, matriz soportados y altamente meteorizados. (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.8 Zona de construcción del túnel de Pamplona

De acuerdo a los diseños actuales del trazado vial, específicamente para la zona del túnel se muestra la planta (ver Figura 5.11 a Figura 5.13) y perfil geológico de detalle definiendo

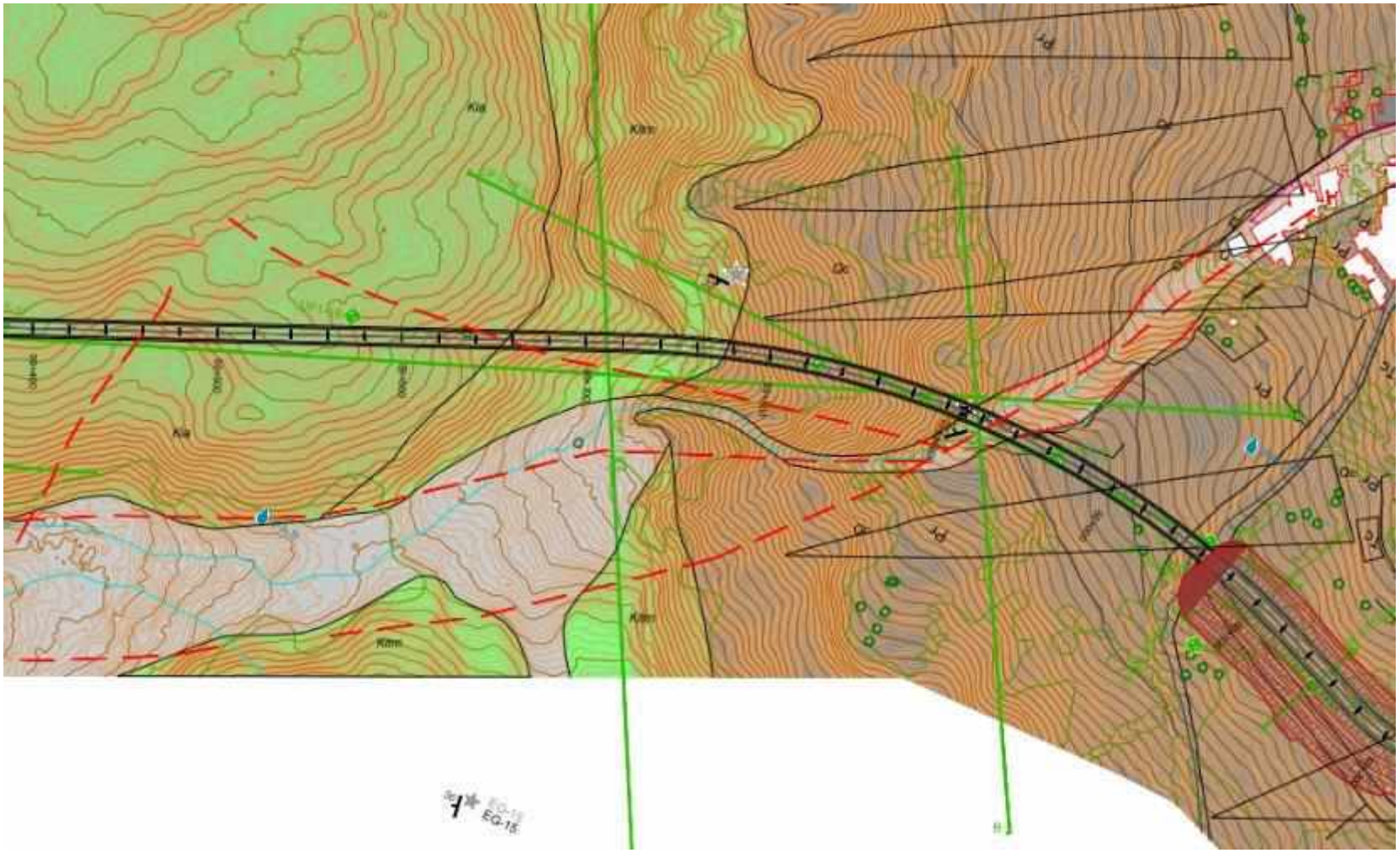
por tramos la calidad de la roca a lo largo de la longitud del mismo y su respectiva condición estructural (ver Figura 5.14 a Figura 5.16).

Figura 5.11 Planta geológica Túnel de Pamplona (Portal oriental). Parte I K58+745 a K59+400



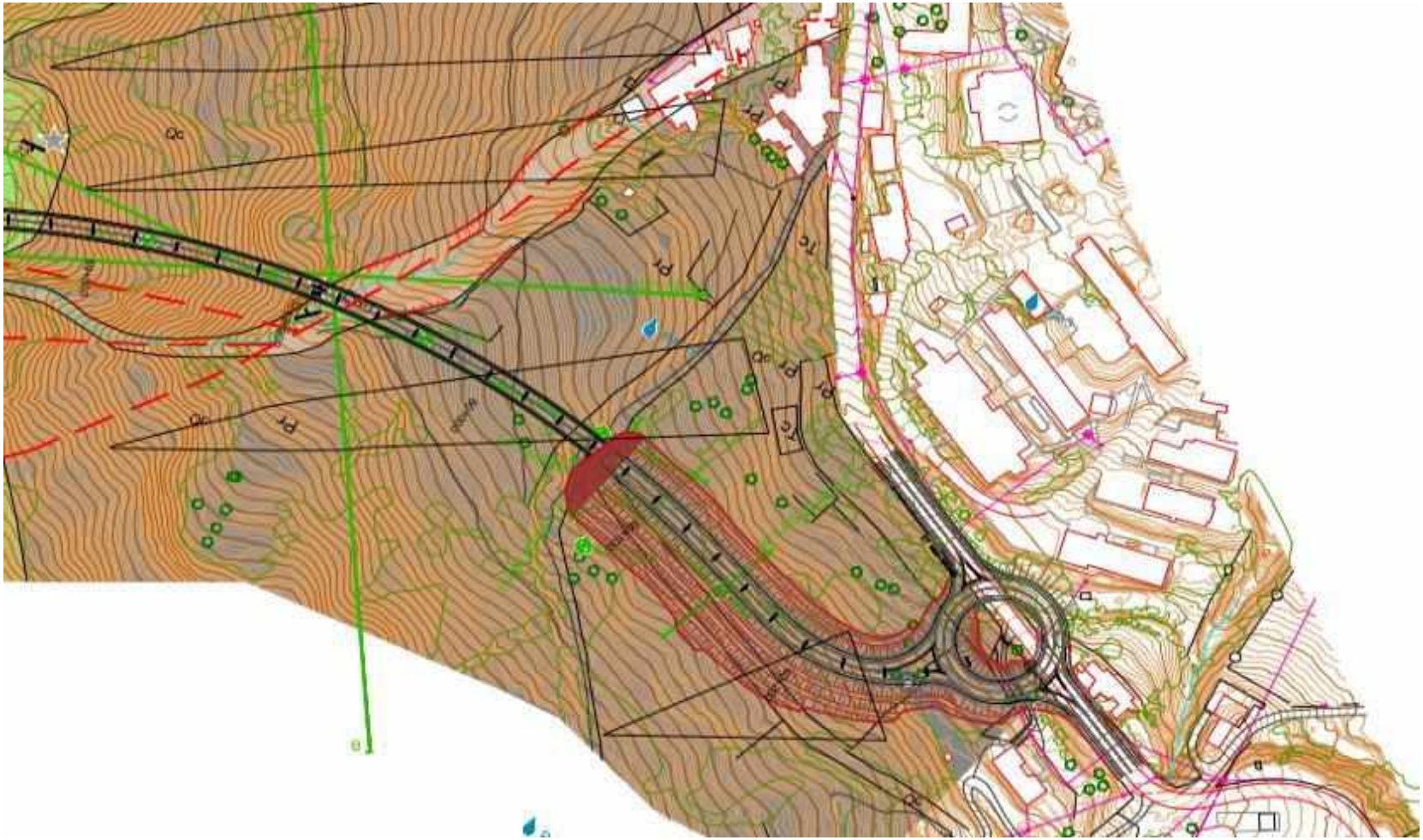
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" Volumen IX Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.12 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II. K59+400 a K60+075



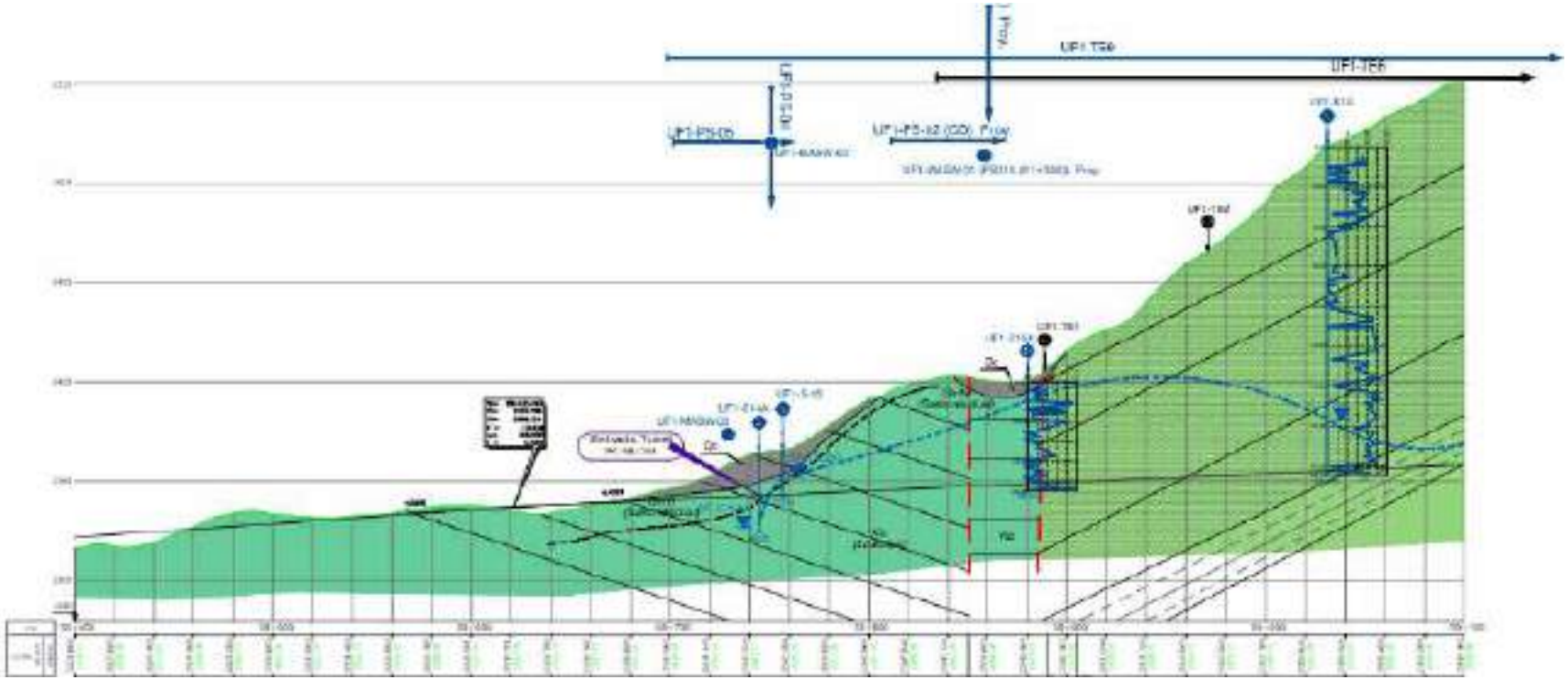
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.13 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Portal Occidental). Parte III K59+800 a K60+075



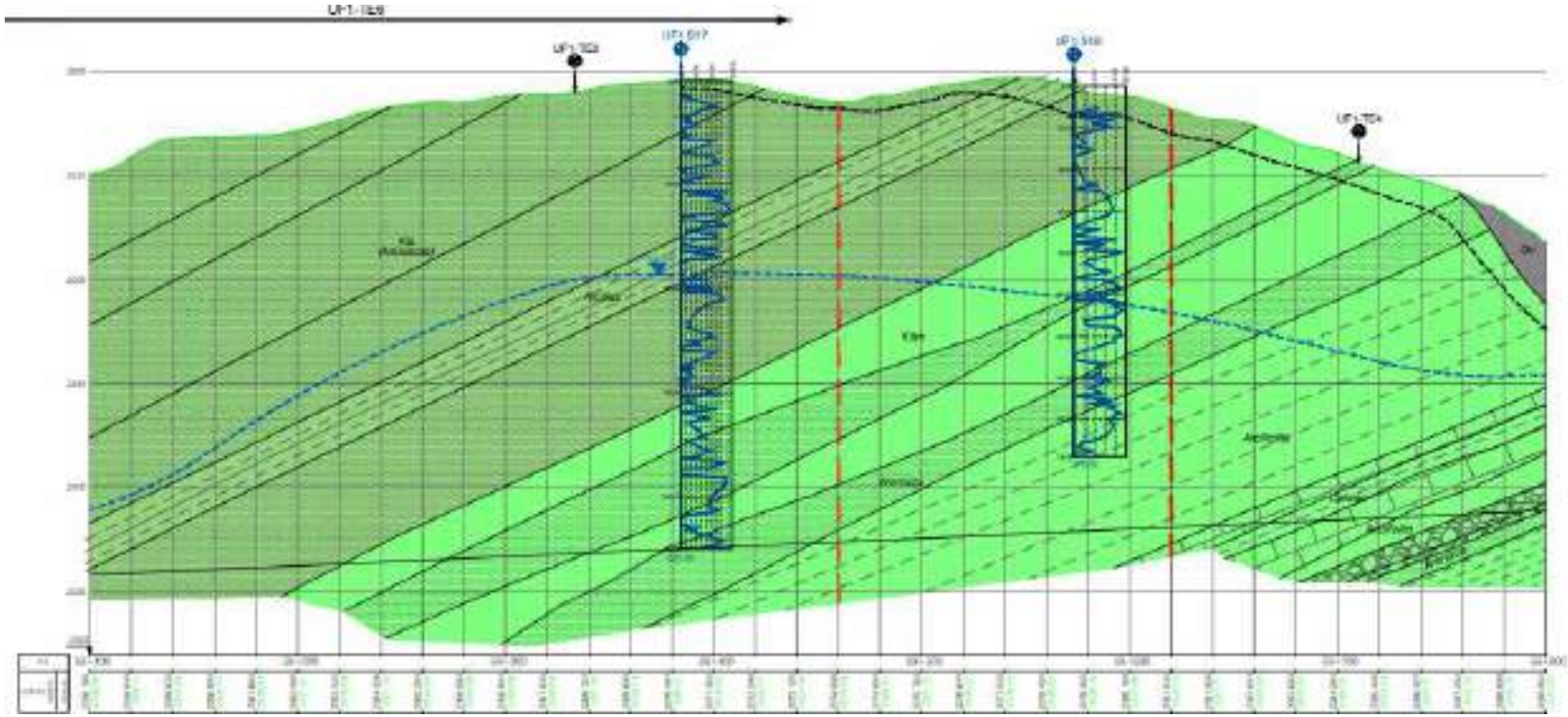
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.14 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Oriental). Parte I



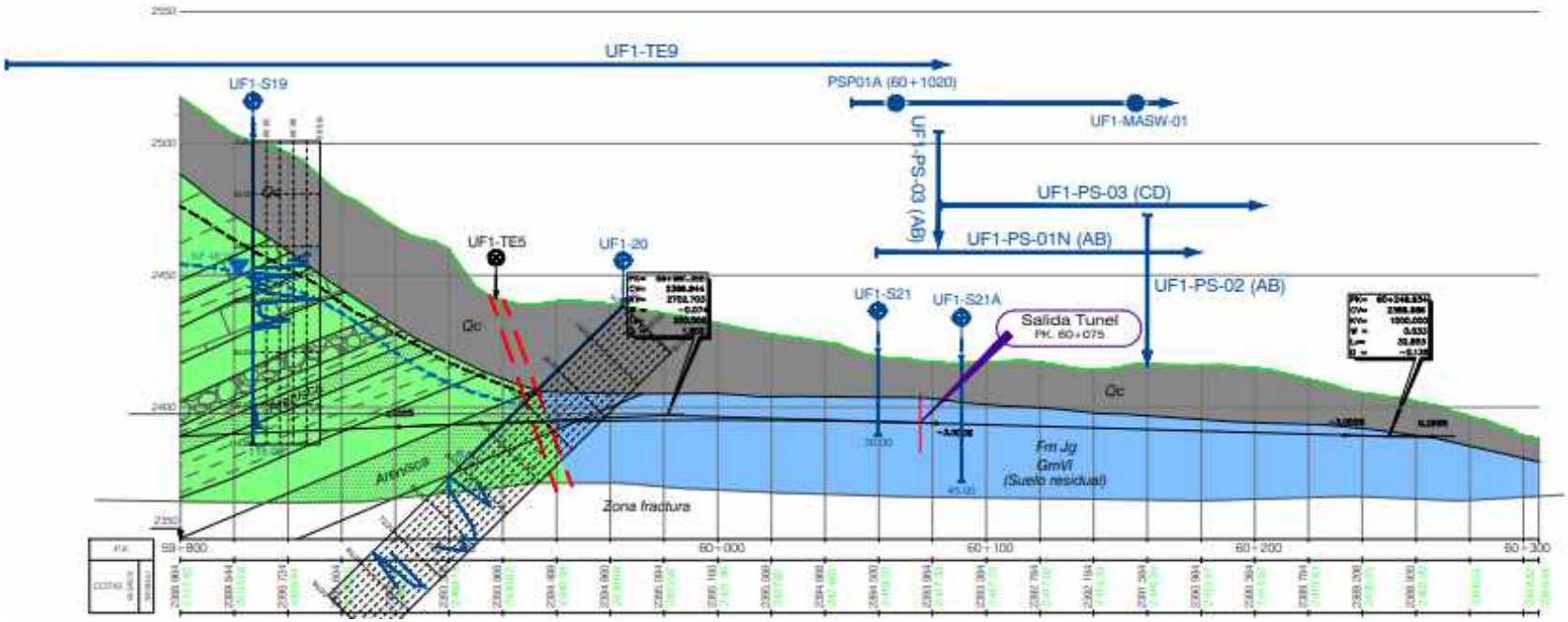
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.15 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II



Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.16 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Occidental). Parte III



Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

De acuerdo con la exploración geotécnica realizada en la zona de túnel (sondeos y tomografías) se tiene lo siguiente:

- Para el portal oriental se ejecutaron dos (02) sondeos (UF1-S14A y UF1-S15) y las tomografías UF1-TE10 y UF1-TE09 abarcaron dicha área, mostrando de manera general depósitos coluviales en los niveles superiores con espesores no mayor a 10m, poco consolidados y con clastos heterométricos definidos en ambos sondeos por sus características resaltantes y en las tomografías con resistividades medias a medias-altas menores a 4000 ohm.m en las zonas superficiales
- Para toda la cobertura del túnel se ejecutó una tomografía longitudinal (UF1-TE10) y seis (06) sondeos (UF1-TE15A, UF1-S16, UF1-S17, UF1-S18, UF1-S19 y UF1-S20), con resistividades medias a altas (mayores a 500 ohm.m) correlacionables con areniscas de grano fino a medio-grueso con poco grado de alteración, fracturamiento y baja saturación. En superficie estas resistividades se correlacionan con depósitos coluviales heterométricos, principalmente arenitas cuarzosas subangulares embebidos en matriz principalmente arenosa, no consolidados y de espesor variable, tal y como se observa en cada uno de los sondeos, de tal forma que en las partes más altas se encuentran depósitos de poco espesor mientras que en las partes altas dichos depósitos tienen un mayor espesor
- Para el portal occidental se realizaron dos (02) sondeos (UF1-S21 y UF1-S21A) y dos (02) tomografías (UF1-TE08 y UF1-TE10) notándose material parcialmente saturado asociado a calizas y material calcáreo de la formación Tibú y Mercedes con alto grado de fracturamiento (para resistividades bajas). También se presentan valores medios de franjas de material con menor humedad, asociándose a depósitos coluviales en los niveles superiores con espesores no mayor a 10m, poco consolidados y con clastos heterométricos. Bajo estos depósitos, las resistividades son correlacionables con rocas de la formación Aguardiente y/o Tibú y Mercedes hacia la parte baja; y las resistividades mayores a los 2800 ohm.m, estan asociadas a material con bajo contenido de humedad y poco grado de alteración, correspondiendo a depósitos coluviales con matriz arenosa y clastos heterométricos en niveles superiores; y a rocas de la formación Aguardiente y/o Tibú y Mercedes en los niveles más inferiores. En los sondeos ejecutados para este portal se registraron depósitos coluviales con profundidades de 3 a 12m; a partir de estas profundidades resultaron suelos residuales limo arcillosos a saprolito con textura arenosa fina a media, moderadamente consolidada hasta los 30-40m. A mayor profundidad (mayor a 40m) se encontró roca arenisca con tonalidades grisáceas de baja porosidad correspondiente a la formación Tibú y Mercedes

Luego de todo el análisis de exploración geotécnica realizada se llegó a la sectorización geológica del túnel de acuerdo a la calidad de las rocas presentes, tal y como se muestra en la Figura 5.14 a Figura 5.16 correspondiendo al volumen de **"Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**, presentado en el Anexo A, quedando lo siguiente:

Los materiales que se verán afectados por la excavación del trazado del túnel y la galería de evacuación corresponden a 3 formaciones de edad cretácica y una jurásica, concretamente a la formación Capacho hasta la abscisa K58+885, a la formación Aguardiente, desde la anterior abscisa y hasta la K59+200, desde este punto y hasta

K59+930 a la formación Tibú y Mercedes, y a partir de la K59+930 a la formación Girón de edad Jurásica que se encuentra suprayacida y cubierta por un gran depósito coluvial. Estos materiales han sido reconocidos tanto por las estaciones geomecánicas como por los sondeos realizados a lo largo del trazado del túnel. También se afectará a materiales cuaternarios y horizontes de meteorización del sustrato, en especial en los portales.

Los materiales de la formación Capacho están compuestos, según los tramos atravesados en los sondeos por un 100% de lodolitas, la formación aguardiente presenta un 87% de areniscas frente a un 13% de arcillolitas, en la formación Tibú y Mercedes los porcentajes de arcillolitas aumentan considerablemente, siendo un 58 % de arcillolitas frente a un 42% de areniscas. Los materiales cuaternarios corresponden con arcillas y gravas en porcentajes variables, pueden presentar gravas y bloques. (Ver **"Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018)**.

5.1.1.2.9 Caracterización geológica y geomorfológica de ZODMES

A continuación, se realiza una descripción geológica y geomorfológica de cada uno de los ocho (08) ZODMES localizados dentro del área de la UF1, diferenciados por localización: primero se describirá el grupo de ZODMES encontrado en el costado occidental y seguido de ellos, los del costado oriental, así:

5.1.1.2.9.1 Costado Occidental Túnel Pamplona

ZODME 156

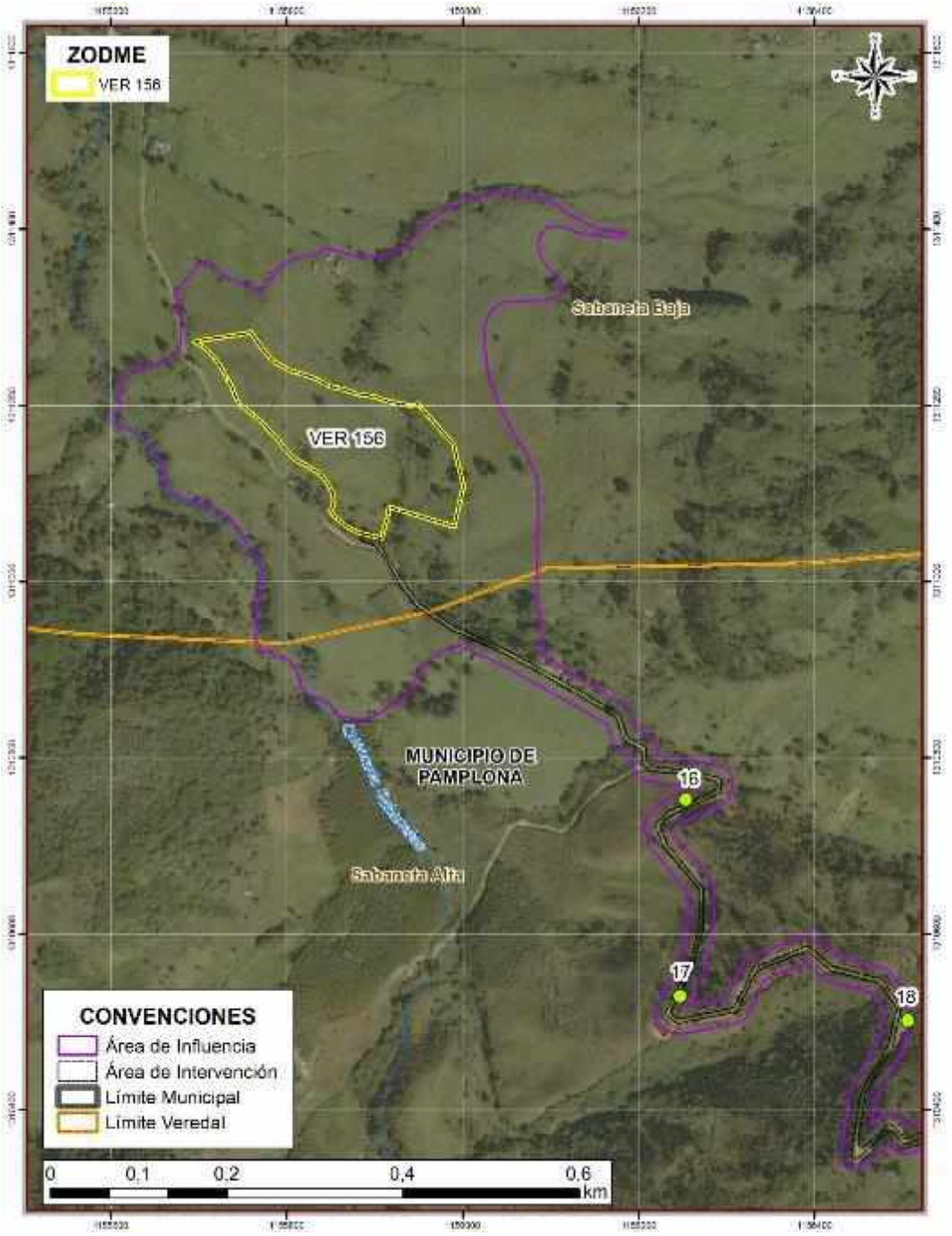
- Area de ZODME 156

Ubicado sobre un gran depósito de ladera que hace parte de un sector de piedemonte con relieve de montañas estructurales (

Figura 5.17), que en la parte superior está conformado por la contrapendiente estructural, cuyo material geológico a nivel de sustrato corresponde a areniscas de la formación Capacho, con pendiente mayor al 20%.

Al interior del área de ZODME se presenta una cárcava con una profundidad de 1m, afectando el depósito coluvial conformado por bloques de roca subangulares de arenisca masiva compacta de grano medio, con oxidación y presencia de biotita, matrizsoportados. Dicha área tiene baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa, laderas planas con cimas subagudas-angostas (ver Fotografía 5.29).

Figura 5.17 Ubicación y Acceso a ZODME 156, donde se detallan los puntos 16, 17 y 18 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.29 Area proyectada para el ZODME 156. Coordenadas: Este: 1.155.870; Norte: 1.311.162

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME

Sobre la vía de acceso hacia dicho ZODME (llegando al área proyectada del mismo) se presentan en su totalidad afloramientos de neis moscovítico, con bandeamiento, y alta meteorización (grado V) tal y como puede observarse en las Fotografía 5.30 y Fotografía 5.31, con dos familias de discontinuidades (diaclasas: J1 Rumbo N60°W Buzamiento 75°NE, J2: Rumbo N40°E Buzamiento 61°SE), se observó suelo residual de textura arenosa media, suelta, de color rojizo a pardo amarillento, con un cambio gradual de coloración, con presenica de minerales meteorizados de feldespato potásico y biotita, presenai de fracturas rellenas de oxido de manganeso. Siguiendo sobre la vía pero mas alejado de dicho ZODME en las coordenadas E1157022 N1309554 el neis se encuentra afectado por cicatrices de pequeños deslizamientos antiguos, de pendiente media 35°, laderas cóncavas, en contraste con el relieve prominente de las areniscas de la formación Tibú Mercedes.

Fotografía 5.30 Afloramiento de Neis moscovítivo con alta meteorización. Coordenadas: Este: 1156511; Norte: 1310497

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.31 Vía de acceso a ZODME 156. Afloramiento de Neis altamente meteorizado. Coordenadas: Este 1156944; Norte: 1308994

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 148

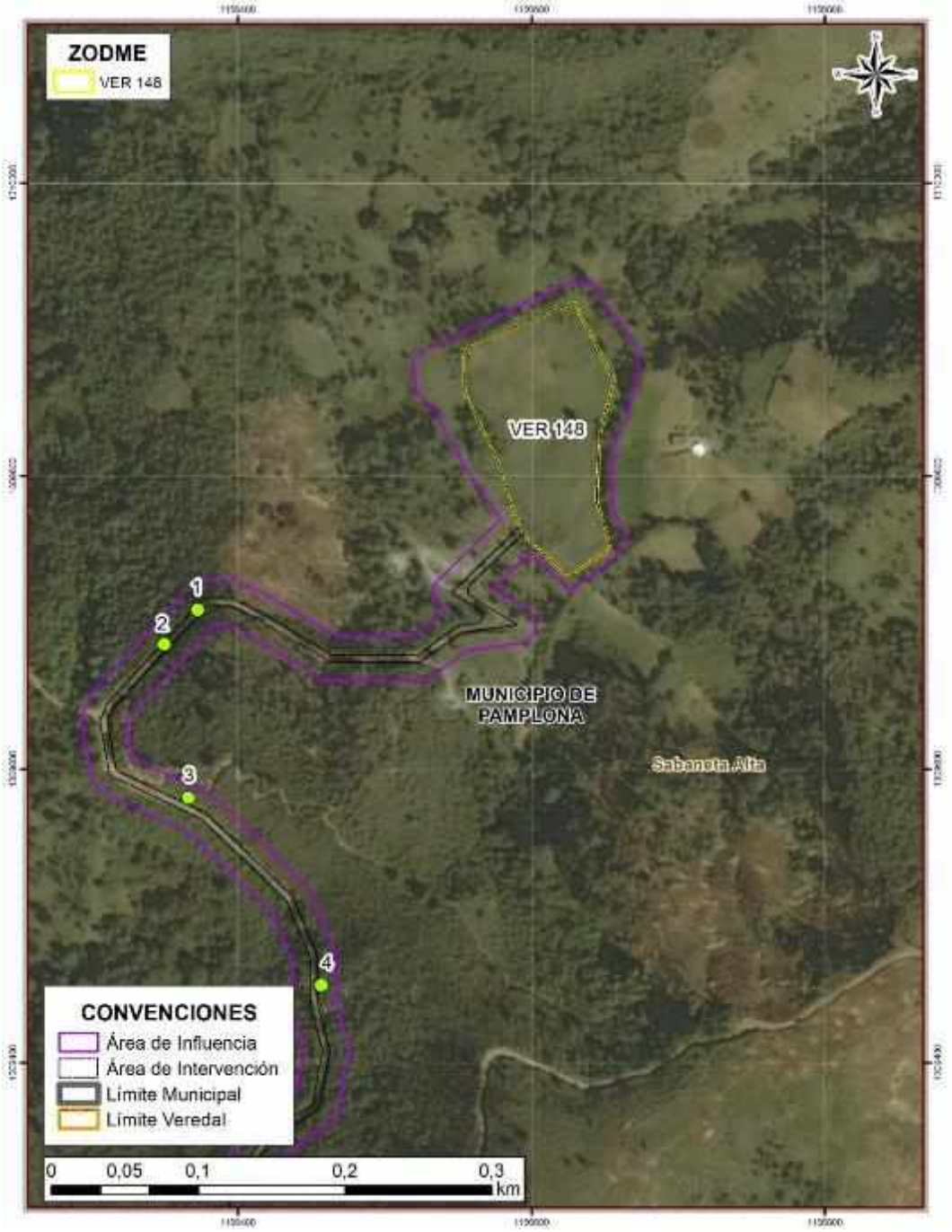
- Area de ZODME 148

El área donde está proyectado el ZODME tiene una morfología fuertemente inclinada y fuertemente ondulada con ladera posterior moderadamente escarpada (mayor al 25%) y una pendiente mayor al 20%. Se evidenció una baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa formando parte en su mayoría de laderas onduladas convexas, con longitud media (de 100-500m), con cimas subredondeadas, corresponde a antiguo depósito de ladera con apariencia estable (ver Figura 5.18 y Fotografía 5.32).

Fotografía 5.32 Area proyectada para ZODME. Coordenadas: Este: 1.156.610; Norte: 1.309.833

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Figura 5.18 Area y Acceso a ZODME 148, donde se detallan los puntos 1, 2, 3 y 4 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

- Vía de acceso al ZODME 148

El acceso a dicho ZODME (ver Figura 5.18) está en afloramientos de roca metamórfica tipo neis, félsica, color crema, roca compacta, con presencia de moscovita, feldespato potásico y bandeamiento, meteorización moderada. La roca se encuentra muy fracturada; se tomaron datos estructurales de bandeamiento y sistemas de diaclasas (ver Fotografía 5.33, puntos 1(GPS), 2(GPS), 3(GPS), y 4(GPS)). El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca de diámetro entre 30cm-1m, angulares (ver Fotografía 5.33, punto 1 (GPS)).

Fotografía 5.33 Afloramientos de Ortoneis (PDo) sobre el acceso al ZODME 148 (punto mas cercano dicho zodme), se nota el evidente bandeamiento en las capas de neis feldespático. Coordenadas: Este: 1156379; Norte: 1156379

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Sobre el mismo acceso, más alejado de dicho ZODME, se describe perfil de meteorización de neises cuarzo feldespáticos de PDo (Ortoneis): (Ver

Fotografía 5.34).

- En el tope se observa una capa orgánica, con espesor de 40cm de arena media suelta, café oscuro y abundantes raíces, con presencia de 5-10% de fragmentos de roca de diámetro entre 3-4cm, de neis cuarzosos.
- Hacia la mitad del perfil se observó suelo residual compuesto de arena gruesa, suelta, pardo rojiza, con fragmentos de roca (2%), con diámetro aproximado de 3cm.
- En la base se siguió evidenciando suelo residual con un cambio en el color a un tono pardo amarillo, de textura arenosa y leve presencia de estructura original de la roca, con presencia de óxido de Manganeso.

Fotografía 5.34 Perfil de meteorización de Neis cuarzo feldespático sobre la vía de acceso al ZODME 148. Coordenadas: Este: 1156350; Norte: 1309683

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

En sectores de la vía de acceso a dicho ZODME se presentan pequeños procesos erosivos y de remoción no cartografiables a la escala de trabajo. Sobre el mismo acceso se siguió observando neis fracturado con desarrollo de depósitos de ladera clasto soportados, cuyos fragmentos de roca presentan meteorización moderada (grado III), diámetro entre 3-7cm, angulares; con matriz del 30%, con textura de arena gruesa y suelta, con un espesor del depósito 2-3m (ver Fotografía 5.35 y

Fotografía 5.36)

Fotografía 5.35 Talud de la vía dondese detalla neis muy fracturado. Coordenadas Este: 1156367; Norte: 1309579

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.36 Evidencia de depósito de ladera en la margen interna de la vía. Coordenadas: Este: 1156367; Norte: 1309579

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Sobre la misma vía de acceso, se observó un afloramiento con orientación subhorizontal de neis altamente fracturado, con desarrollo de fragmentos de roca de diámetro entre 5-7cm, angulares y sueltos. (Ver Fotografía 5.37).

Fotografía 5.37 Afloramiento de Neis con orientación subhorizontal fracturado. Coordenadas: Este: 1156457; Norte: 1309451

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 144

- Area de ZODME 144

El área proyectada para el ZODME se encuentra sobre una zona cóncava desarrollada sobre depósitos de ladera; el material parental son neises cuarzo feldespáticos con alta meteorización, angulares, a subangulares, el terreno es escalonado con una berma de 12m de ancho aproximadamente, con una pendiente fuertemente quebrada (25-50%), por lo que no requiere ningún tipo de intervención. Ver

Figura 5.19 y Fotografía 5.38.

Fotografía 5.38 Area de ZODME 144. Coordenadas: Este: 1.156.914; Norte: 1.308.926

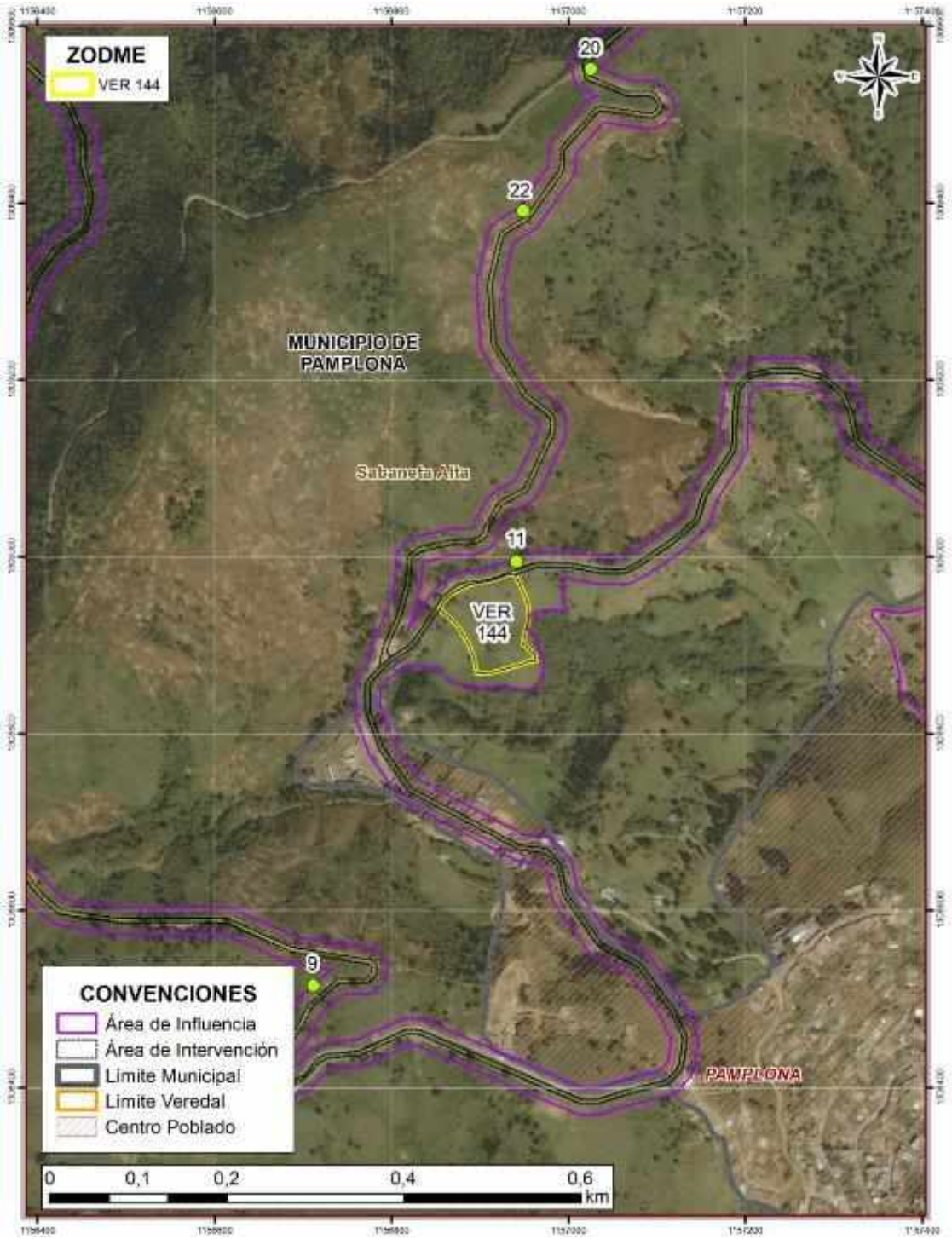
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 144

El acceso a dicho ZODME comprende la vía nacional Ruta 663 (ver

Figura 5.19 y Fotografía 5.39 **B**). En el acceso a dicho ZODME se observaron afloramientos de neis con meteorización alta (grado V) y presencia de bandeamiento con rumbo N28°W y buzamiento 70°SW (Fotografía 5.39 **A**).

Figura 5.19 Ubicación y Acceso a ZODME 144, donde se detallan los puntos 11, 20 y 22 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.39 Afloramiento de neis, altamente meteorizado donde observa el bandeamiento característico de dicha roca.

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.9.2 Costado Oriental

ZODME 118

- Area de ZODME 118

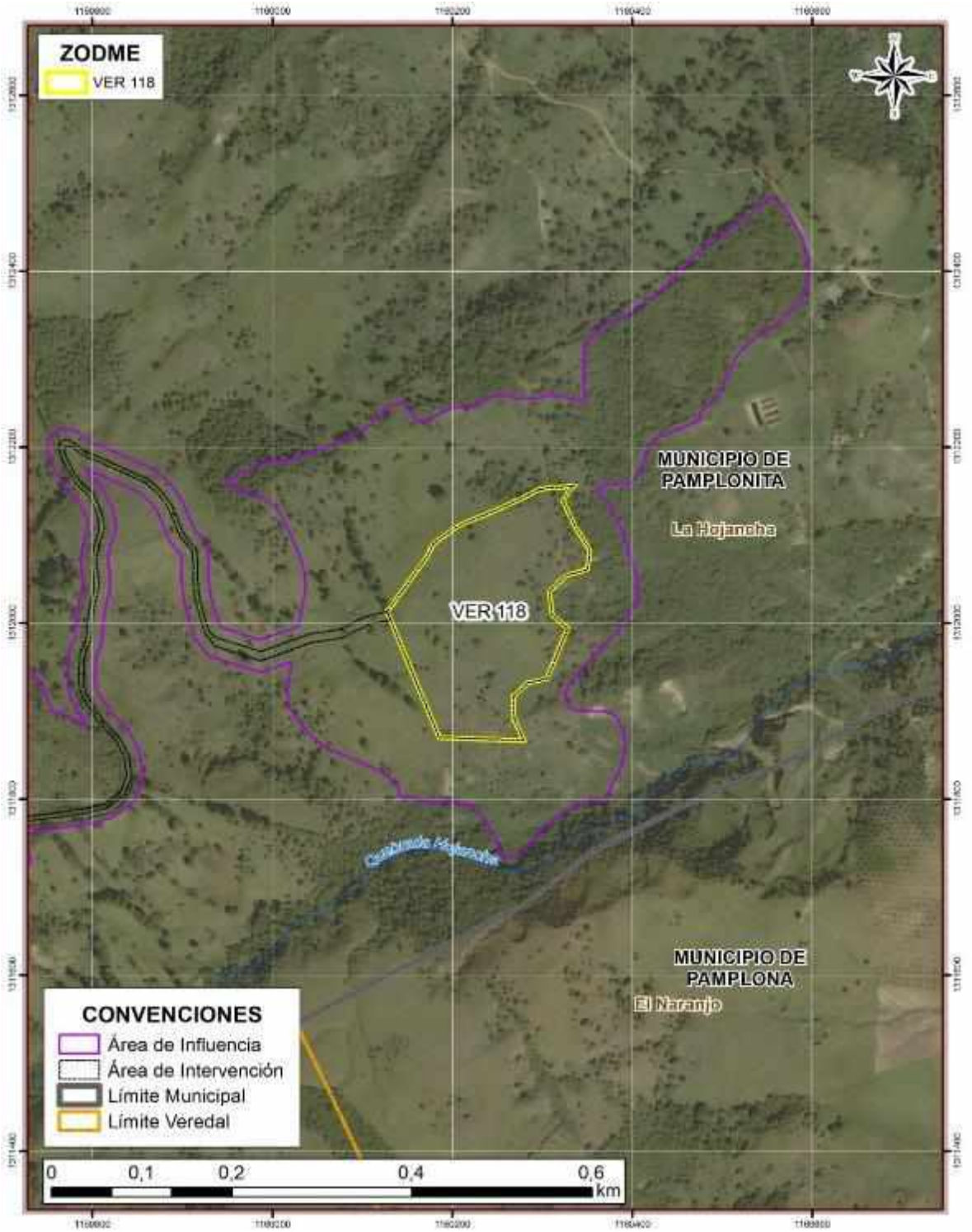
El área proyectada para dicho ZODME se localiza en una vaguada de forma cóncava, con un relieve ligeramente ondulado, escalonado, amplio y de apariencia estable (

Figura 5.20 y Fotografía 5.40), con morfología colinada. (Ver Fotografía 5.41).

Fotografía 5.40 Area proyectada para el ZODME 118. Coordenadas: Este: 1.160.240; Norte: 1.312.011

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Figura 5.20 Ubicación del área y acceso a ZODME 118



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Parte del área de dicho ZODME se proyectará sobre depósito coluvial compuesto de bloques de roca subangulares de composición arenisca fina, meteorización moderada (grado III) de color pardo amarillo a rojizo, con matriz de textura arenosa fina, algo arcillosa, de dureza media.

Fotografía 5.41 Ladera donde se localiza el límite inferior del ZODME 118. Coordenadas: Este: 1160328; Norte: 1312207

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 118

Sobre la vía de acceso hacia dicho ZODME se observó un cambio morfológico, con aumento de pendiente del terreno. La estratificación sobre la vía tiene un rumbo de N35°E y buzamiento 64°SE compuesto de lodolitas grises claras, con meteorización esferoidal; desarrollando estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras.

ZODME 121

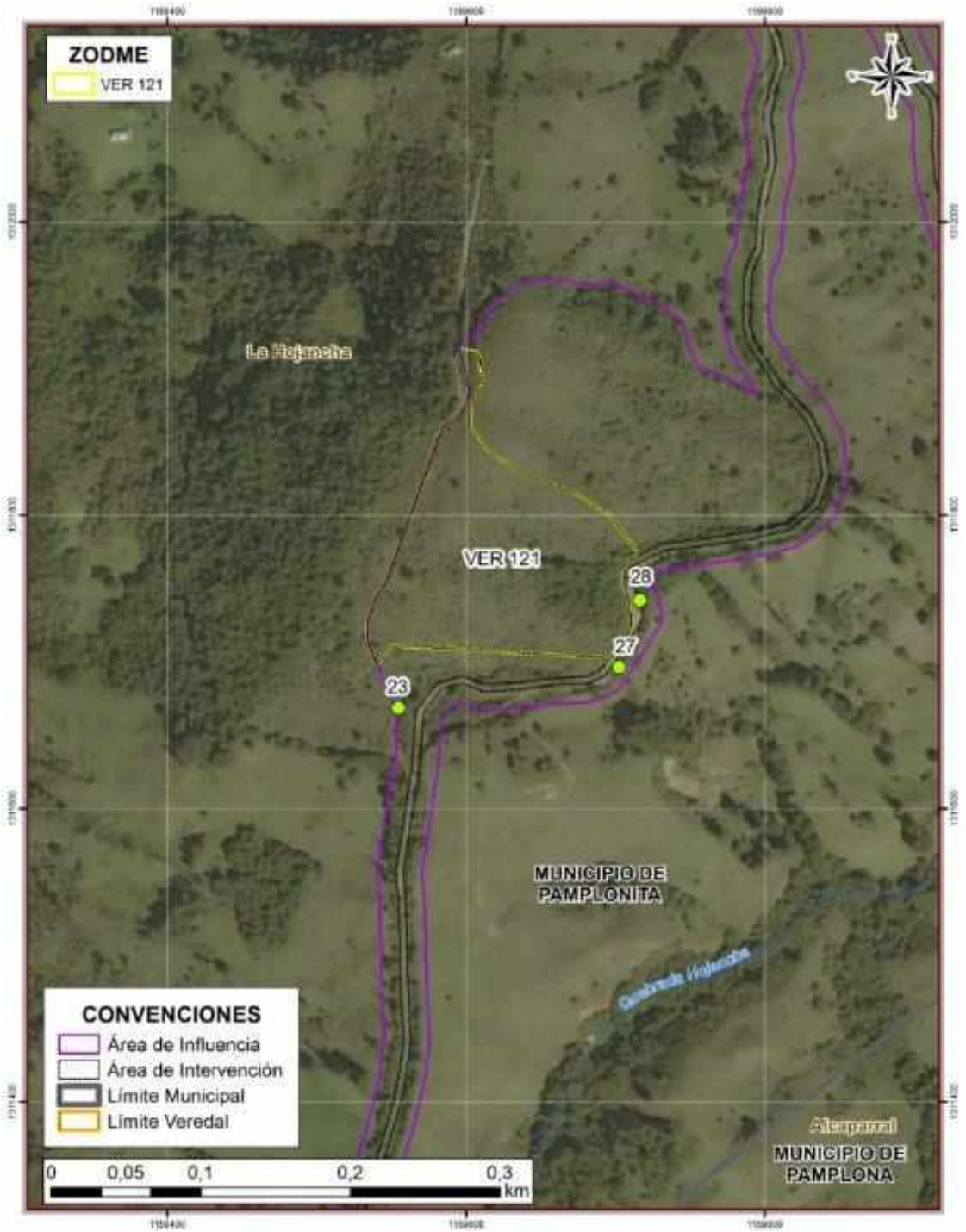
- Area de ZODME 121

Este ZODME se ubica sobre ladera estructural (

Figura 5.21) cuyo material parental son lodolitas altamente fracturadas de la formación Colón – Mito Juan, con meteorización alta (grado V) y buzamiento aproximado de 30° en el mismo sentido de la pendiente (247/10SE), presenta cimas redondeadas y amplias.

Dichas laderas están compuestas de lodolitas hacia la base con la orientación original de la roca, pero altamente fracturadas y altamente meteorizadas, desarrollando además (hacia la superficie) suelo arcilloso gris pálido en seco y pardo claro en húmedo, con fragmentos de roca lodolita dispersos (ver Fotografía 5.42).

Figura 5.21 Ubicación y Acceso a ZODME 121, donde se detallan los puntos 23, 24, 27 y 28 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.42 lodolitas altamente fracturadas y meteorizadas. Coordenadas: Este: 1159550; Norte: 1311669

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.43 Vista de área para ZODME 121. Coordenadas: Este: 1.159.624; Norte: 1.311.770

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 121

La ubicación del ZODME en la parte inferior sobre la vía de acceso; presenta una pendiente del terreno de 40° aproximadamente, con roca lutita altamente fracturada con estratificación en el mismo sentido de la pendiente (ver Fotografía 5.44). En dicha fotografía se observa una ladera estructural, con un leve plegamiento de la roca, en menor proporción se identifican estratos de areniscas de grano medio, compactas, con presencia de micas.

Fotografía 5.44 Lutita altamente fracturada con estratificacion en el mismo sentido de la pendiente (parte inferior del ZODME). Coordenadas: Este: 1159717; Norte: 1311739

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

En cuanto a las características morfológicas, esta unidad litológica (Kscm) presenta un relieve más deprimido respecto a las unidades litológicas contiguas, por el predominio de lutitas altamente fracturadas.

Sobre dicho acceso al ZODME se observó un cambio morfológico, con aumento de pendiente del terreno. Se observa estratificación de lodolitas grises claras con meteorización esferoidal; desarrollando estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras. Este acceso se encuentra sobre relieve de montañas estructurales, cimas redondeadas y amplias. Un poco mas alejado del área proyectada para el ZODME, se presentan pendientes medias de 18°, convexas, con erosión moderada en patas de vaca (rasgo característico y presente en toda el área de influencia). Inmediato a ello (un poco más alejado del área de ZODME pero sobre la misma vía de acceso) se presenció un cambio morfológico; donde la roca se encuentra completamente fracturada: zona de cizalla.

La roca corresponde a lodolitas de color café medio a pardo amarilla, con meteorización alta (grado V); se alcanza a observar la estructura original de la roca, con 20% de fragmentos de roca. Se observaron esfuerzos en diferentes direcciones, con orientación de estratos variable, correspondiendo a un contacto fallado, cartografiado en el plano geológico de la UF1 (**VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía)**. También se observan intercalaciones de areniscas compactas de grano fino, con espesor 30cm, color gris medio, y lodolitas compactas, meteorización leve (grado II) y espesor 15cm.

Fotografía 5.45 Estratificación de lodolitas grises claras. Coordenadas: Este: 1159441; Norte: 1311204

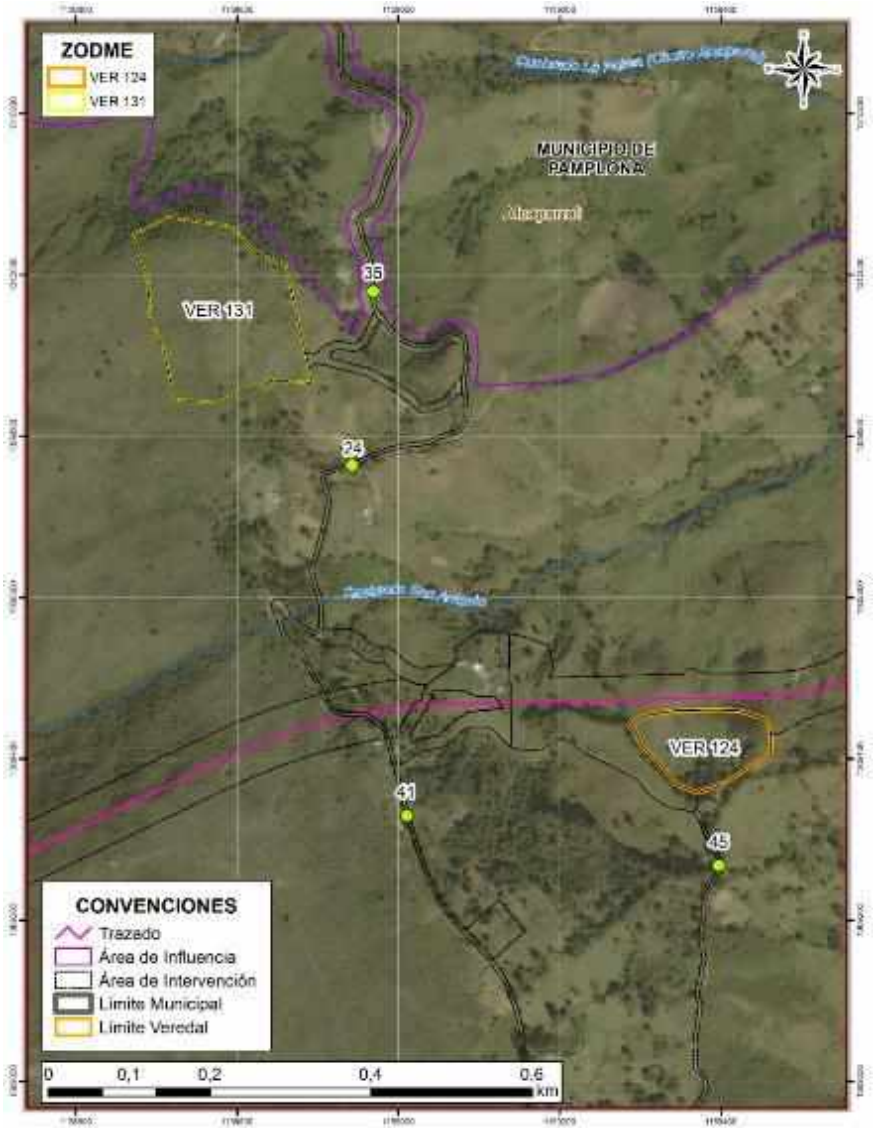
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 124

- Area de ZODME 124

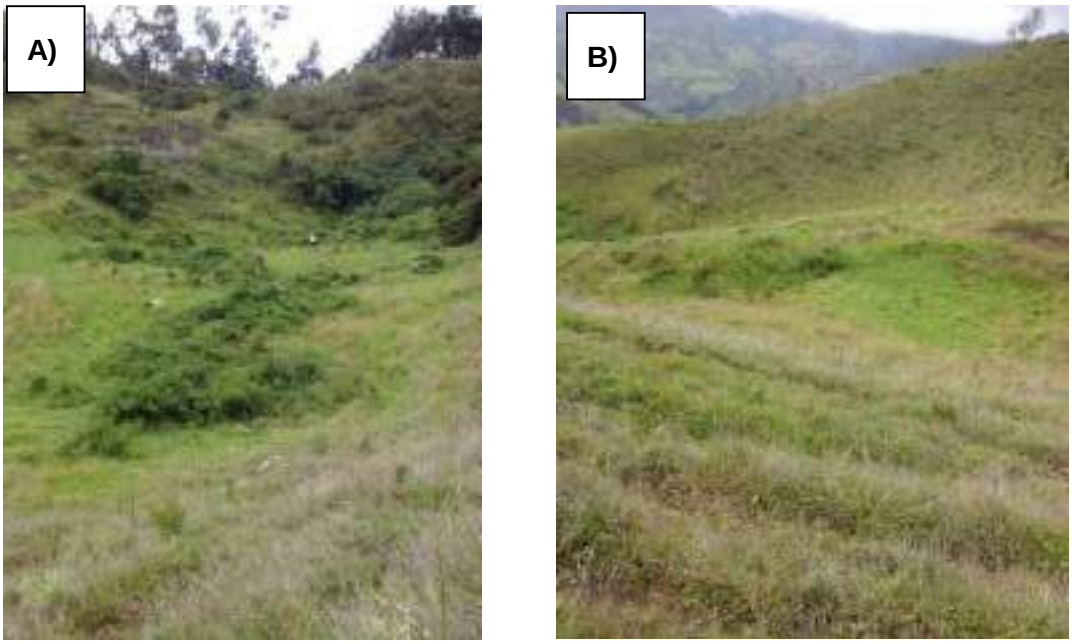
El área proyectada presenta un relieve escalonado en la parte central del mismo con una pendiente fuertemente quebrada (25-50%), con laderas cóncavas de longitud media de cimas redondeadas-angostas. En la parte baja de dicho ZODME se observan solifluxión plástica, lo que genera el relieve escalonado ya mencionado (ver Figura 5.22 y Fotografía 5.46).

Figura 5.22 Ubicación y Acceso a ZODME 124, donde se detallan los puntos del GPS (puntos verdes) que consistieron en el levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.46 Área proyectada para el ZODME 124. Coordenadas: Este: 1.159.380; Norte: 1.309.418



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 124

El acceso a este ZODME corresponde a la vía que llega a la vereda Alcaparral (Figura 5.22 y Fotografía 5.47) y el mismo corredor de diseño de la vía proyectada. Sobre la misma afloran rocas lutitas muy fracturadas y plegadas de la formación Capacho (Kic).

Fotografía 5.47 Vía de acceso al ZODME 124

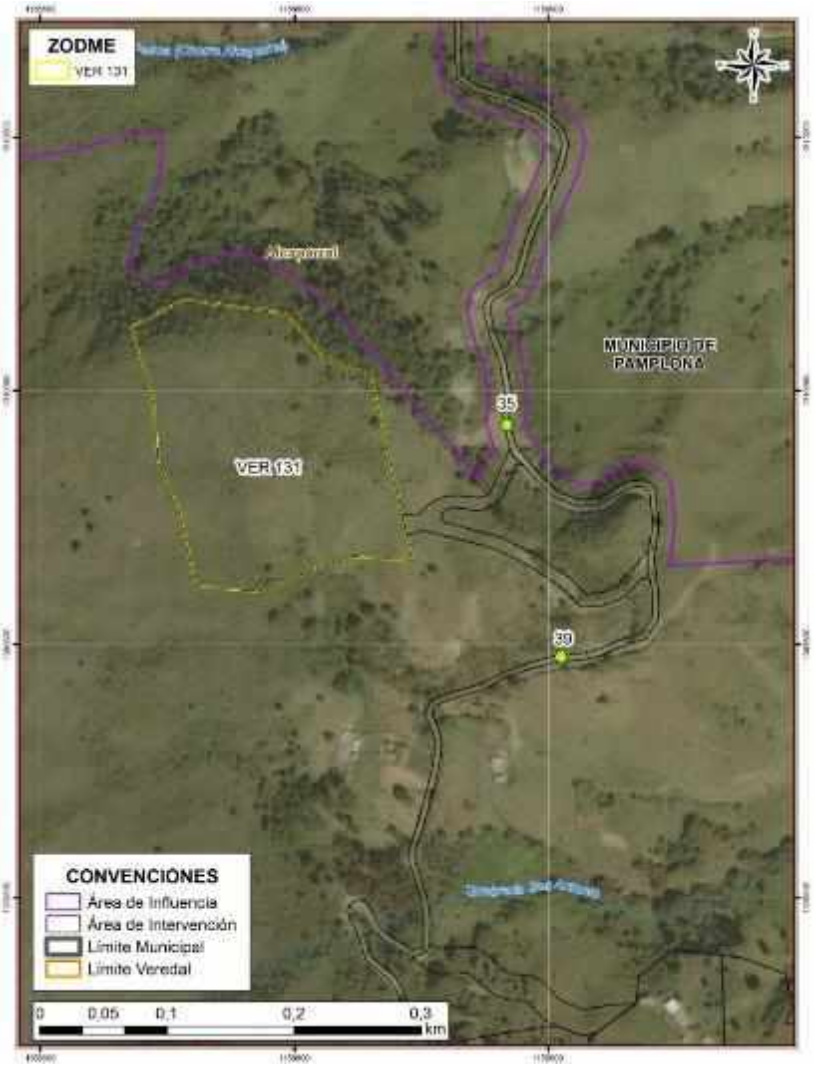
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 131

- Area de ZODME

El área proyectada para dicho ZODME está ubicada entre laderas estructurales cóncavas y convexas, sobre lomo denudado (ver Figura 5.23 y Fotografía 5.48), en zona de contacto de la formación Capacho (Kic) con la formación Aguardiente (Kia), tal y como se observa en el plano geológico, donde se observaron generalmente intercalaciones de lutitas y areniscas finas compactas, muy fracturadas y plegadas. El sitio de ZODME presenta abundantes bloques de roca arenisca angulares, compactas y con meteorización leve a roca fresca.

Figura 5.23 Area y Acceso a ZODME 131, donde se detallan los puntos 35 y 39 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

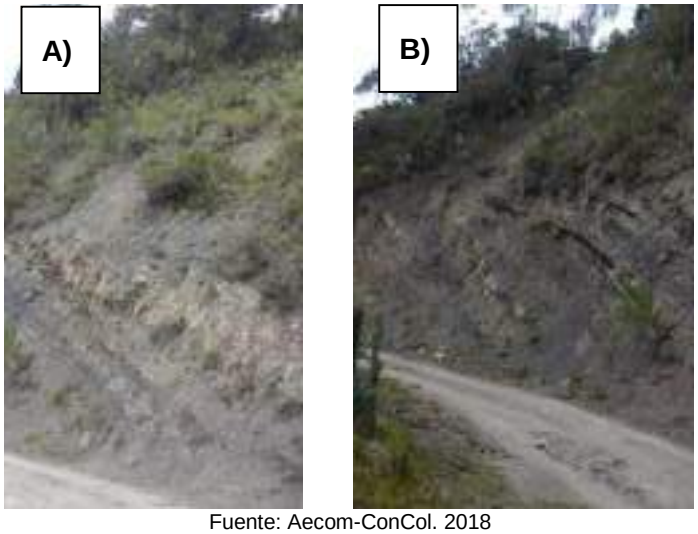
Fotografía 5.48 Area proyectada del ZODME 131 Coordenadas: Este: 1.158.778; Norte: 1.309.956

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME

En la zona de acceso a este ZODME se identificó un pequeño anticlinal tumbado en intercalaciones de areniscas y lodolitas (ver Fotografía 5.49). En sitios puntuales de la vía de acceso se observaron procesos menores de remoción en masa que afectan el talud de corte de la vía, no cartografiables a la escala de trabajo. El límite inferior del área de ZODME tiene una pendiente aproximada de 45°, en la que se presentan pequeños desprendimientos de material rocoso (no cartografiables a la escala de trabajo).

Fotografía 5.49 Intercalación de areniscas y lodolitas de la formación Capacho, en la B) se observa un anticlinal tumbado. Coordenadas: Este: 1158967; Norte: 1309986



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.2 Geomorfología

5.1.2.1 Aspectos conceptuales.

De acuerdo con (SGC, 2012), la expresión morfológica del terreno depende de los tipos de materiales, la disposición estructural, los procesos naturales que interactúan de acuerdo con el ambiente o condiciones externas e internas dominantes y el tiempo de duración de estos (Gregori, 1978 en Kéller y Rockwell, 1984; Roberston, 1990, Carvajal, 2002). Lo anterior permite determinar la siguiente concepción geomorfológica:

GEOFORMA/ PAISAJE =ΣFACTORES INTERNOS +ΣFACTORES EXTERNOS

La interpretación de la geomorfología tiene por finalidad la descripción de las formas del terreno, y la explicación de su génesis (origen), evolución a través del tiempo geológico, la definición de la naturaleza de los materiales, la clasificación de los paisajes según el proceso o agente natural dominante, composición, edad y explicación de la magnitud de los agentes y procesos geomorfológicos modeladores.

"*Al comprender cada uno de los elementos y procesos naturales que le dan origen al paisaje, es posible deducir o pronosticar el comportamiento del terreno con relación a diversos procesos naturales y antrópicos. De igual manera se puede lograr reconocer y deducir la resistencia de los materiales litológicos relacionados a los procesos y a las condiciones degradacionales y denudacionales. El análisis de las condiciones geomorfológicas conduce a:*

a. *Entender la influencia y control de las estructuras geológicas regionales sobre las geoformas (Ej.: escarpes y drenajes asociados).*
b. *La génesis de las geoformas, que reflejan la dinámica de los procesos naturales actuales: endógenos y exógenos (denudación, acumulación).*
c. *Relacionar la geometría de los terrenos (las formas de las laderas) a tipos de movimientos antiguos o activos de remoción en masa. En algunos casos permite deducir situaciones críticas o potenciales.*
d. *Establecer la magnitud de la dinámica de los procesos denudativos que están actuando sobre una geoforma en particular.*
e. *Las relaciones espaciales de las geoformas, debido a que determinan zonas homogéneas con características litológicas y geomecánicas similares*".

Este documento cumple con los requerimientos de los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en resolución 751 de 2015, "Términos de Referencia para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos", y para ello se ha llevado la metodología propuesta por (SGC, 2012), que se explica a continuación.

La propuesta metodológica de cartografía geomorfológica de (SGC, 2012) aplica los principios generales y métodos de análisis de los sistemas de clasificación y evaluación de terrenos P.U.C.E (provincia, patrón, unidad y componente de terreno), desarrollado con fines ingenieriles por Grant, (1967 y 1978 en Ferrero y García, 1987), Cortés (1989), y Carvajal (2002, propuesta para INGEOMINAS).

El análisis geomorfológico utilizado en este proyecto es concordante con la jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2002). Las categorías utilizadas de mayor a menor son: zona geoestructural, provincia geomorfológica, región geomorfológica, unidades y subunidades geomorfológicas y componente geomorfológico. Para llevar a cabo la cartografía geomorfológica requerida, se cumplió lo siguiente:

5.1.2.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria

Consulta, evaluación y análisis de los estudios del medio físico por medio de los cuales se realizó la caracterización de las unidades geomorfológicas; esto correspondió a estudios de suelos de tipo general, en razón a la relación suelo-paisaje establecida en la prospección pedológica, la cual es desarrollada sobre unidades geomorfológicas identificadas, acordes con el sistema solicitado en los términos de referencia de Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles (resolución 751 de 2015).

5.1.2.1.2 Interpretación de imágenes aéreas

A partir de ortofoto, imágenes de Google Earth y BaseMap de ArcGis 10.3 del área de estudio y fotografías aéreas (vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990), se realizó fotointerpretación geomorfológica (análisis multitemporal de procesos morfodinámicos), que junto con el trabajo de campo, permitió mejorar el nivel de detalle de la cartografía (escala 1:10.000).

5.1.2.1.3 Trabajo de campo

Reconocimiento geomorfológico del área de influencia, donde se corroboraron y complementaron las características de las diferentes unidades geomorfológicas y procesos morfodinámicos en el área de influencia.

5.1.2.1.4 Informe y Mapas anexos

Descripción de características morfológicas, morfométricas y morfodinámicas del área de influencia.

5.1.2.2 Área de Influencia

El área de influencia se localiza sobre la Cordillera Oriental, desde la parte alta en un relieve de montañas con alturas hasta 2200 msnm (más cercano a Pamplona), en ambas márgenes del río Pamplonita. El área de estudio (UF1) está conformada por la región geomorfológica de Montaña, que conforman la Cordillera Oriental, en el área más cercana a Pamplona. El plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** presenta la distribución de las unidades y subunidades geomorfológicas dentro de la UF1 y en la Tabla 5.4 se sintetiza la descripción de estas, su génesis y características morfográficas y morfodinámicas.

Tabla 5.4 Unidades Geomorfológicas en el área de influencia de la UF1

Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de solifluxión y deslizamientos de tipo rotacional, generandose de esta manera geoformas de tipo denudacional	Ladera Estructural (SDle)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	SDdrt	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	SDdtr	Estructura en forma de cono o lóbulo, con morfología plana a suavemente ondulada. Su origen es relacionado al movimiento de rocas o tierra a lo largo de una superficie de falla más o menos planar. El movimiento es controlado por segmentos de debilidad asociados con planos de estratificación, y alto fracturamiento.
						Cono de Talus	SDct	Lóbulo localizado en la base de un escarpes donde aflora la formación La Luna. Presenta un ápice angosto y en los cambios de la pendiente extremos redondeados, laderas de longitudes cortas a medias, convexas a cóncavas hacia la parte distal. Su origen esta relacionado a procesos de acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares heterométricos que se desprendieron de la parte alta de dicho escarpe por actividad tectónica.
						Terraza o Berma de fallamiento	SDbf	Escalón alargado en forma de terraza de morfología alomada o colinada, limitado por escarpes de línea de falla de longitud muy corta de forma convexa e inclinación abrupta. Su origen esta relacionado con el escalonamiento diferencial desarrollado por el proceso de fallamiento caracteristico del área.
					Ladera Ondulada (SDlo)	Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	SDdrt	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
					Lomo Denudado bajo de longitud larga (SDldebl)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
					Ladera de Contrapendiente (SDlcp)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos

Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de solifluxión y deslizamientos de tipo rotacional, generandose de esta manera geoformas de tipo denudacional	Altiplano (SDa)		SDa	Superficie plana con pendiente suavemente inclinada a muy inclinada, limitada por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas. Su origen esta relacionado a partir de levantamientos tectónicos y por la acción conjunta de procesos denudacionales, erosión intensa y fluvial regional. Presenta una parte superior plana algunas a veces con morfología colinada a alomada y sus vertientes, con una longitud larga a extremadamente larga, generalmente afectadas por procesos denudacionales acentuados por procesos de erosión y acumulación.
					Espolón festoneado moderado de longitud media (SDefesmm)		Sdefesmm	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón varía entre 250 m y 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud larga (SDefesml)		Sdefesml	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud corta (SDefesmc)		SDefesmc	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para el caso de la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es menor que 250 m.
			FLUVIAL (F)	Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de la corriente del río Pamplonita y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dicha corriente, debido a la dinámica normal de las corrientes. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas al río y en el fondo del cauce, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando ésta corriente pierde su capacidad de arrastre	Terraza de Acumulación (Fta)		Fta	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce del río Pamplonita. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial. Estas terrazas pueden ser parte del cauce y estan constituidos por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se alejan del cauce del rio.
					Cauce activo (Fca)		Fca	Canal de forma irregular excavado por erosión de la corriente estacional del río Pamplonita, dentro de macizos rocosos y sedimentos aluviales. Este cauce persiste por grandes distancias dependiendo de factores de pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal. El cauce esta restringido a valles estrechos en forma de V, relacionados al control estructural de fallas o diaclasas.
					Cono de Deyección (Fcdy)		Fcdy	Superficie en forma de cono, con una inclinación en planta de 5°- 10°y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. estas geoformas se encuentras hacia la zona de traslapo con la UF2
			ANTRÓPICA (A)	Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.	Canteras (Ac)	Flancos de Canteras	Afc	Escarpe o corte realizado a la ladera para explotación de material con forma irregular
						Superficies de Explanación (Asp)	Asp	Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso y/o materiales inconsolidados (como es el caso de la UF1 depósitos de orígen aluvial) con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno.
					Planos y campos de Llenos antrópicos (Ar)		Ar	Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas y obras civiles. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018

5.1.2.2.1 Morfometría

Se utilizó el mapa de pendientes del terreno que se encuentra en el plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** como unidad de referencia para el análisis cuantitativo de las geoformas, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 5.5 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos

Tipos de Relieve	
Tipo	**Elevación (m)**
Montañoso	>500
Colinado	200-499
Loma	50-200
Montículos	0-49
Índice de Contraste de Relieve	
Elevaciones (m)	**Descripción**
<29	Muy bajo
30-74	Bajo
75-149	Moderado
150-249	Alto
250-499	Muy alto
>500	Extremadamente Alto
Formas de ladera	**Tipos de forma de ladera**
Recta	Cóncava-divergente
Cóncava	Cóncava-convergente
Convexa	Convexa-divergente
Irregular	Convexa-convergente
Compleja	
Formas de Valle	**Formas de cresta**
Artesa	Aguda
Forman de V	Redondeada
Forma de U	Convexa amplia
	Convexa plana
	Plana
	Plana disectada

Índices de Inclinación de ladera	
Inclinación	**Descripción**
<5º	Plana o suavemente inclinada
6-10º	Inclinada
11-15º	Muy inclinada
16-20º	Abrupta
21-30º	Muy abrupta
31-45º	Escarpada
>45º	Muy escarpada
Longitud de ladera	
Longitud (m)	
<50	Muy corta
51-250	Corta
251-500	Moderada
501-1000	Larga
1001-2500	Muy larga
>2500	Extremadamente larga
Indice de frecuencia de drenaje	
Nº F/Km^2	**Cualificación**
>40	Muy alta
21-40	Alta
11-20	Media
5-10	Baja
<5	Muy baja
Densidad de drenaje	
Rangos	**Cualificación**
<0.5 Km/Km2	Baja
0.51-1 Km/Km2	Moderada
>1 Km/Km2	Alta

Textura de drenaje		
Densidad	**Frecuencia de drenaje**	**Textura de drenaje**
Baja	Baja a muy baja	Gruesa
Moderada	Media	Mediana
Alta	Alta	Fina
Muy alta	Muy alta	Muy fina

Fuente: Carvajal, 2012.

De acuerdo a lo anterior, se tienen pendientes dentro del área de 1-12% correspondientes a las zonas del cauce activo del río Pamplonita, áreas aledañas de terraza y zonas de depósitos coluvio aluviales asociados a valles formados entre colinas por drenajes

presentes en el área y zona estructural (Berma de fallamiento), lo que indica inclinaciones ligeramente planas a moderadamente inclinadas para la zona de traslapo de la UF1 con la UF2 y las áreas ya mencionadas (plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

El resto del área de influencia de la UF1 presenta pendientes mayores a 25% que indica laderas ligeramente escarpadas a totalmente escarpadas, a excepción de los valles formados entre colinas por drenajes que presentan pendientes menores (como ya se mencionó en el párrafo anterior. (Ver plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Cada uno de los atributos presentados en la Tabla 5.5 fue tomado en cuenta para la descripción de las geoformas y unidades geomorfológicas que a continuación se detallan:

5.1.2.2.2 Morfogénesis

5.1.2.2.2.1 Ambiente Estructural Denudativo (SD)

Para el área de influencia, este tipo de ambiente corresponde a un paisaje de montañas que se desarrollan sobre rocas sedimentarias del Cretácico y neis de origen ígneo del Pre-Devónico, los cuales se encuentran en contactos fallados en su mayoría y presentan una morfología de montañas altas, laderas largas, rectas, algunas escalonadas, patrón de drenaje profundo y generalmente subparalelo, con abundantes escarpes de deslizamientos antiguos, pendientes desde fuertemente inclinadas (12-25%) hasta totalmente escarpadas (>100%). Este tipo de ambiente decidió llamarse así ya que incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y al fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica está definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades; además se evidenciaron geoformas cuya expresión morfológica se debe a la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que ha remodelado el terreno y han dejado remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos.

Las unidades geomorfológicas que caracterizan las montañas estructurales denudativas, en dicha unidad funcional son: las Laderas Estructurales (SDle), en las cuales aparecen subunidades como glacis de acumulación (SDga), Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), Cono de Talus (SDct) y Terraza y Berma de fallamiento (SDbf); las Laderas Onduladas (SDlo) en las cuales se encuentran subunidades denudativas como Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco) y Conos o lóbulos de deslizamiento rotacional (SDdrt); los Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl) donde también se presentan subunidades denudativas como Glacis de acumulación (SDga) y Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco); también se presenta un área de Ladera de contrapendiente (SDlcp) compuesta por subunidades de tipo Glacis de acumulación (SDga) y Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco); y la unidad de Altiplano (SDa) la cual presenta como subunidad las superficies de explanación (Asp) definidas e este caso como las zonas que han sido urbanizadas para conformar el municipio de Pamplona.

Fotografía 5.50 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159631; Norte: 1309243

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Fotografía 5.51 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159763; Norte: 1309435

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Las rocas sedimentarias desarrollan suelos residuales someros, sobre los cuales es común que se generen deslizamientos de medianas a grandes dimensiones, antiguos y recientes, que evidencian la alta susceptibilidad a movimientos en masa; las pendientes varían entre fuertemente inclinadas (12-25%) a moderadamente escarpadas (50-75%) y en menor proporción fuertemente escarpadas (75-100%) a totalmente escarpadas (>100%). Son laderas irregulares, de cimas subangulares y angostas.

En la Unidad funcional 1, este tipo de ambientes se identifican en toda el área de influencia como se observa en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**

5.1.2.2.2.2 Ambiente Fluvial (F)

Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre.

En el área de estudio estas geoformas están asociadas a lo largo del cauce del río Pamplonita y zonas aledañas formando terrazas de acumulación de los sedimentos y conos de deyección transportados por dicho cauce, producto de la dinámica normal de esta corriente como se puede ver en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**. El relieve de esta unidad geomorfológica es ligeramente inclinado (3-7%) a moderadamente inclinado (7-12%).

5.1.2.2.2.3 Ambiente Antrópico (A)

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.

En la Unidad funcional 1, este tipo de ambientes se identifican hacia los alrededores del cerro donde aflora la unidad geológica competente de la formación Aguardiente (Kia) en este caso a manera de cortes y excavaciones del talud para extracción de materiales de construcción como flancos de canteras (Afc), además de unidades como Superficie de explanación (Asp) y Planos y campos de llenos antrópicos (Ar) tal y como se puede ver en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**

5.1.2.2.3 Unidades y Subunidades Geomorfológicas

5.1.2.2.3.1 Ambientes Estructurales Denudativos (SD):

Este ambiente está conformado por laderas estructurales **(SDle)**, Laderas onduladas **(SDlo),** Lomos denudados bajos de longitud larga **(SDldebl),** Ladera de contrapendiente **(SDlcp),** Altiplano **(SDa)** y Espolones festoneados moderados: de longitud larga, media y corta (**SDefesml, SDefesmm y SDefesmc** respectivamente).

5.1.2.2.3.2 Laderas Estructurales (SDle)

Para el área de influencia de la UF1 esta unidad corresponde a superficies en declive de morfología irregular definida por planos preferentes de estratificación o diaclasamiento paralelos a la inclinación del terreno, en su mayoría de longitudes largas y con pendientes muy inclinadas a escarpadas (ver

Fotografía 5.52).

Fotografía 5.52 Unidad de Laderas estructurales (SDle) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo de deslizamiento rotacional y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159684; Norte: 1309250

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Dentro de esta unidad geomorfológica para la UF1 se presentan subunidades como Glacis de Acumulación (SDga) producto de la tectónica y drenaje presente, Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco) relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas, Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt) relacionado para esta unidad funcional a la acumulación de tierra en las laderas producto de este tipo de deslizamiento, Cono de Talus (SDct) relacionado a procesos de fragmentación mecánica de bloques que se desprendieron de la parte alta del escarpe de un afloramiento de la formación La Luna por actividad tectónica, Terraza o berma de fallamiento (SDbf) relacionado con un escalonamiento diferencial desarrollado por el proceso de fallamiento característico del área.

5.1.2.2.3.3 Laderas Onduladas (SDlo)

Superficies de morfología alomada de pendientes muy inclinadas a abruptas con longitudes medias a largas, presentando un patrón de drenaje subparalelo, formadas sobre suelos residuales y depósitos coluviales (Fotografía 5.53).

Fotografía 5.53 Unidad de Laderas Onduladas (SDlo) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Dentro de esta unidad se encuentran subunidades correspondientes a procesos de remoción y solifluxión (SDdrt y SDco respectivamente).

5.1.2.2.3.4 Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl)

Se presentan dentro del área de influencia de la UF1 lomos con un relieve menor a 250 m y longitud del eje mayor a 1000m, alargados en direcciones perpendiculares al drenaje principal (río Pamplonita). Se presentan con topes más redondeados debido al saprolito de las rocas presentes y de la gran cantidad de procesos morfodinámicos actuales y antiguos que han modelado el terreno (Fotografía 5.54).

Este lomo es atravesado por la subunidad de glacis de acumulación (SDga) producto del drenaje presente y actividad tectónica y algunos conos y lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco).

Fotografía 5.54 Unidad de Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.5 Laderas de Contrapendiente (SDlcp)

Para el área de influencia de la UF1 esta unidad corresponde a superficies en declive de morfología irregular definida por planos preferentes de estratificación o diaclasamiento dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno, en su mayoría de longitudes largas y con pendientes muy inclinadas a escarpadas. Dentro de esta unidad se presentan conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco) como subunidades. (Ver Fotografía 5.55).

Fotografía 5.55 Unidad de Laderas de contrapendiente (SDlcp) en montañas estructurales denudativas. Coordenadas: Este: 1158180; Norte: 1309348

Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski).

5.1.2.2.3.6 Altiplano (SDa)

Son superficies planas con pendientes suavemente inclinadas a muy inclinadas, limitada por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas. Su origen está relacionado a partir de levantamientos tectónicos y por la acción conjunta de procesos denudacionales, erosión intensa y fluvial regional. Presenta una parte superior plana algunas a veces con morfología colinada a alomada como es el caso de la UF1. Sus vertientes presentan una longitud larga a extremadamente larga, generalmente afectadas por procesos denudacionales acentuados por procesos de erosión y acumulación. Dentro de esta zona se presenta la subunidad de origen antrópico que forma parte de las áreas urbanizadas del municipio de Pamplona: Superficies de explanación (Asp), la cual son planos hechos en las laderas y zona de altiplano con el fin de estabilizar el terreno mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente y así proceder a la conformación de zonas urbanizables correspondientes al municipio de Pamplona (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía)**

5.1.2.2.3.7 Ambientes Fluviales (F)

En la zona de traslapó de la UF1 con la UF2 se encuentra la unidad geomorfológica correspondiente al cauce activo del río Pamplonita **(Fca)**, la unidad de Terraza de Acumulación **(Fta)** Conos de Deyección **(Fcdy)**

5.1.2.2.3.8 Cauce Activo (Fca)

Es un cauce con un solo canal bien definido, de montaña, recto a ligeramente sinuoso, con una longitud aproximada de 3500 m dentro del área de influencia de la UF1. Dicho canal ha sido excavado por erosión de la corriente perenne del río Pamplonita dentro de macizos rocos. Estos cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas.

5.1.2.2.3.9 Terraza de Acumulación (Fta)

Son superficies elongadas, planas a suavemente onduladas, modeladas sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce del río Pamplonita. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden ser parte de cauces rectos (como es el caso del río Pamplonita para esta unidad funcional. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del rio (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). En el área de la UF1 se presentan como superficies elongandas, suavemente onduladas tal y como se observa en la

Fotografía 5.56.

Fotografía 5.56 Terraza de Acumulación (Fta) dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.10 Conos de Deyección (Fcdy)

Son superficies en forma de cono, con una inclinación en planta de 5° - 10° y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. Este tipo de geoformas se encuentran hacia la zona de traslapo de esta unidad funcional con la UF2, presentándose en la UF1 unas muy pequeñas extensiones (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.2.2.3.11 Ambiente Antrópico (A)

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en el caso de la UF1 con el objetivo de formar canteras para extracción de material de construcción, que modifica la morfología natural del terreno.

5.1.2.2.3.12 Canteras (Ac)

Son excavaciones escarpadas con altura del orden decimétrico, de formas irregulares o en terraceos hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava. En esta unidad funcional se incluyen las excavaciones realizadas para la extracción de arenas y dentro de esta se presentan subunidades como los flancos de dichas canteras (Afc), (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Para el área de estudio (UF1) los flancos de canteras son escarpes o cortes de forma irregular realizados a la ladera para la explotación de material. Tal y como se puede visualizar en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** este escarpe hecho artificialmente se compone de material de macizo rocoso, principalmente areniscas duras cuarzosas de la formación Aguardiente (Kia) (ver Fotografía 5.57)

Fotografía 5.57 Flancos de Canteras (Afc) vistos sobre rocas de la formación Aguardiente dentro del área de influencia de la UF1

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.13 Planos y Campos de Llenos Antrópicos

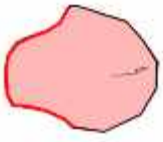
Son los planos hechos artificialmente con material de relleno a ambos márgenes del río Pamplonita para acondicionar dichos terrenos anegadizos para la construcción de viviendas y obras civiles principalmente. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

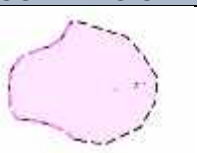
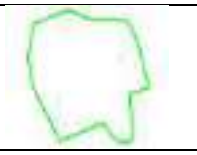
5.1.2.2.4 Morfodinámica

5.1.2.2.4.1 Análisis multitemporal de procesos morfodinámicos en el área de influencia

El análisis multitemporal de procesos morfodinámicos del Área de Influencia de la Unidad Funciona 1 se realizó mediante la interpretación de fotografías aéreas del año 1992, de imágenes Lidar de los años 2013 y 2017, de Google Earth del año 2017 y de Microsoft Bing Map; en las cuales se identificaron los procesos erosivos y de remoción en masa tipificados como se indica en la Tabla 5.6. Posteriormente se realizaron recorridos de campo que permitieron verificar y complementar lo interpretado en las imágenes del periodo 2013 a 2017.

Tabla 5.6 Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1

SÍMBOLO	NOMBRE	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Dza	Deslizamiento activo		Proceso de remoción en masa activo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional.

SÍMBOLO	NOMBRE	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Dzi	Deslizamiento inactivo		Proceso de remoción en masa inactivo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional
Dze	Deslizamiento estabilizado con obra de contención		Proceso de remoción en masa estabilizado con obras de contención como muros, pantallas, anclajes, etc.
Dcr	Caída de rocas		Proceso de remoción en masa tipo caída de rocas
Anc	Cantera		Proceso denudativo antrópico por extracción de materiales de cantera para su uso en actividades de construcción

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se observaron zonas de erosión muy severa ni deslizamientos de grandes proporciones. La evolución de los procesos en general es poco notoria al contrastar las imágenes analizadas; que además regularmente están asociados a actividad antrópica por cortes del terreno o por actividades de ganadería extensiva.

Al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017 se observó lo siguiente en relación con la evolución de procesos morfodinámicos:

- Posterior a 1992 se construyeron obras de contención para la estabilización de deslizamientos que afectaban la vía.
- En las coordenadas Este: 1.159.765; Norte: 1.308.145, Abscisa K56+460 de la vía proyectada; posterior a 1992 se generó un deslizamiento rotacional a partir del corte del terreno durante la construcción de una estación de servicio.
- En las coordenadas Este: 1.160.140; Norte: 1.309.150, se presenta un deslizamiento planar y caída de rocas a un costado de la actual vía Pamplona – Cúcuta, en el que se observa ampliación en el área afectada.
- En la coordenada Este: 1.159.380, Norte: 1.309.520, se observa afectación superficial con formación de terracetas tipo “pata de vaca” posterior a 1992, producto del pisoteo de ganado.
- En varios puntos de la UF1 se han presentado desprendimientos o pequeños deslizamientos de afectación superficial, no observados en las fotografías de 1992. (Cabe mencionar que por la escala de las fotografías se dificulta la identificación de deslizamientos menores).
- Al comparar las imágenes se encuentran áreas de cantera que iniciaron su explotación posterior a 1992.

En el **Anexo B. Fotointerpretación de procesos morfodinámicos** de **Geología_Geomorfología** se presentan las fotografías aéreas de 1992 interpretadas; y el plano **VAPA_009_EIA_MA_PM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** contiene los procesos morfodinámicos actuales.

En el grupo de la

Figura 5.24 a la Figura 5.30, se presentan los resultados de la fotointerpretación mostrando los procesos denudativos identificados en las imágenes a lo largo de la vía proyectada. Para el análisis e interpretación, es necesario mencionar que por diferencias en las escalas y en la resolución entre las fotografías aéreas de 1992 y las imágenes del 2013 al 2017, y la por complementación de la información de las imágenes de 2013 a 2017 con las observaciones de campo, presenta una mayor calidad la interpretación del periodo 2013 a 2017; de manera que es posible que procesos identificados en el periodo 2013 a 2017 no se detecten en las fotografías de 1992, aun cuando estuvieran presentes en aquel año, principalmente aquellos con rasgos menores.

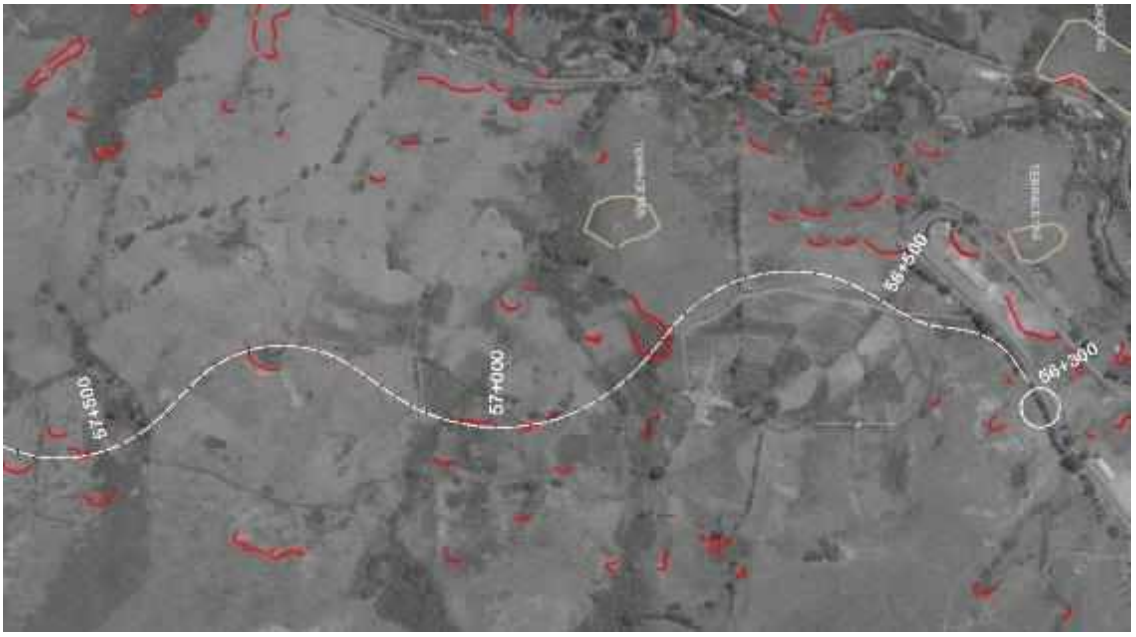
5.1.2.2.4.2 Tramo del K56+300 al K57+500

La

Figura 5.24 y la Figura 5.25 muestran los procesos morfodinámicos a lo largo del corredor en el tramo del K56+300 al K57+500; en general, en este tramo no se observa una evolución notoria en los procesos morfodinámicos contrastable entre las fotografías aéreas del año 1992 y las imágenes del periodo 2013 a 2017, ni nuevas áreas con procesos de remoción; a excepción de un deslizamiento menor activo ubicado en el K56+480 originado por la conformación de taludes de corte para la construcción de una estación de gasolina posterior a 1992, y de un deslizamiento en las coordenadas 1.159.620 Este, 1.307.860 Norte (por fuera del área de intervención), en el sector donde la actual vía Pamplona – Cúcuta cruza el río Pamplonita, que fue estabilizado con obras de contención para garantizar la estabilidad de la carretera. Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al contrastar las imágenes; las diferencias en la delimitación de los polígonos y rasgos de procesos pueden obedecer a las diferencias de escala y resolución entre dichas imágenes.

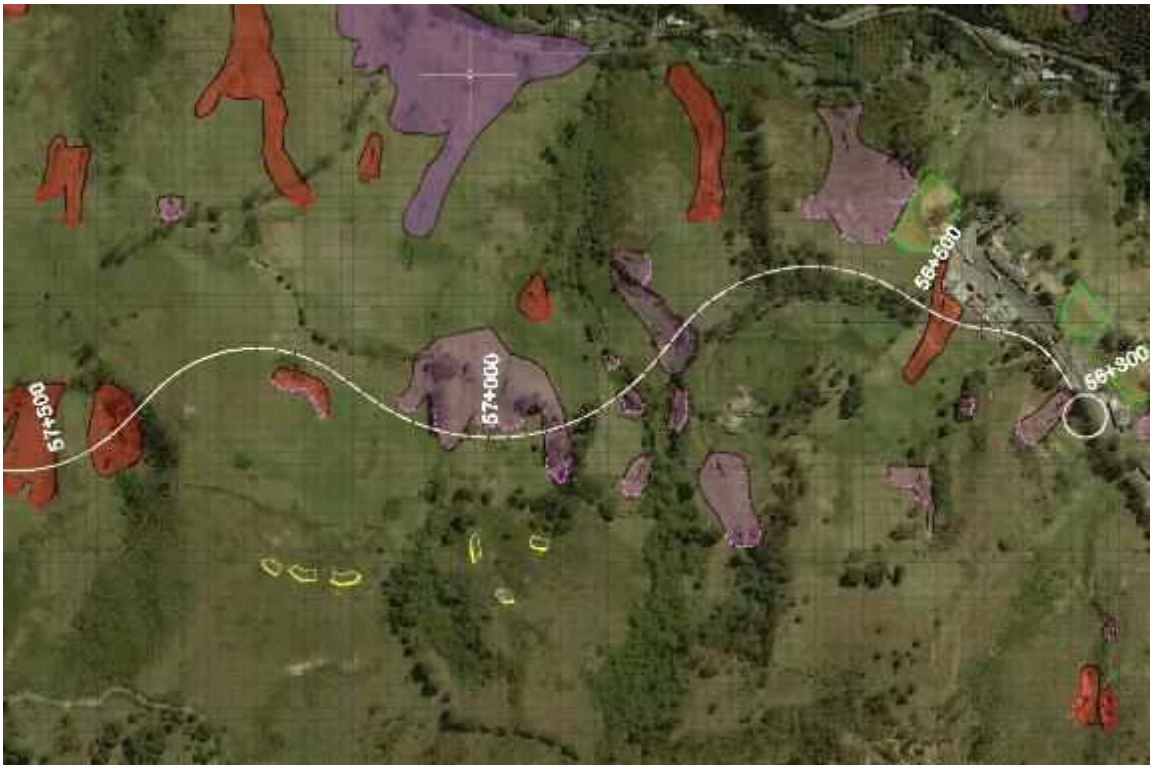
En el tramo conocido como la “Curva de Los Adioses”, posterior a 1992 fueron estabilizados con obras de contención cuatro deslizamientos que afectaban el actual corredor vial Pamplona – Cúcuta, incluyendo el sitio mencionado en el párrafo anterior.

Figura 5.24 Procesos morfodinámicos fotografía aérea de 1992 (K56+300 a K57+500)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.25. Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K56+300 a K57+500)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

En el tramo entre el K56+300 y el K57+500 el alineamiento intervendrá con cortes y rellenos dos deslizamientos menores activos: Uno en el K56+480, de carácter rotacional en suelos de depósito coluvial (Qc) (Fotografía 5.58); y otro en el K57+420, también rotacional, que tiene lugar en suelos residuales y lodolitas con alternancia de areniscas meteorizadas de la formación Capacho (Kic) (Fotografía 5.59). En este tramo el trazado también intervendrá procesos inactivos en las abscisas K56+300, K56+780, K56+840 y en el K57+000.

Fotografía 5.58 Deslizamiento menor activo en el K56+480

Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Fotografía 5.59 Deslizamiento menor activo en el K57+420

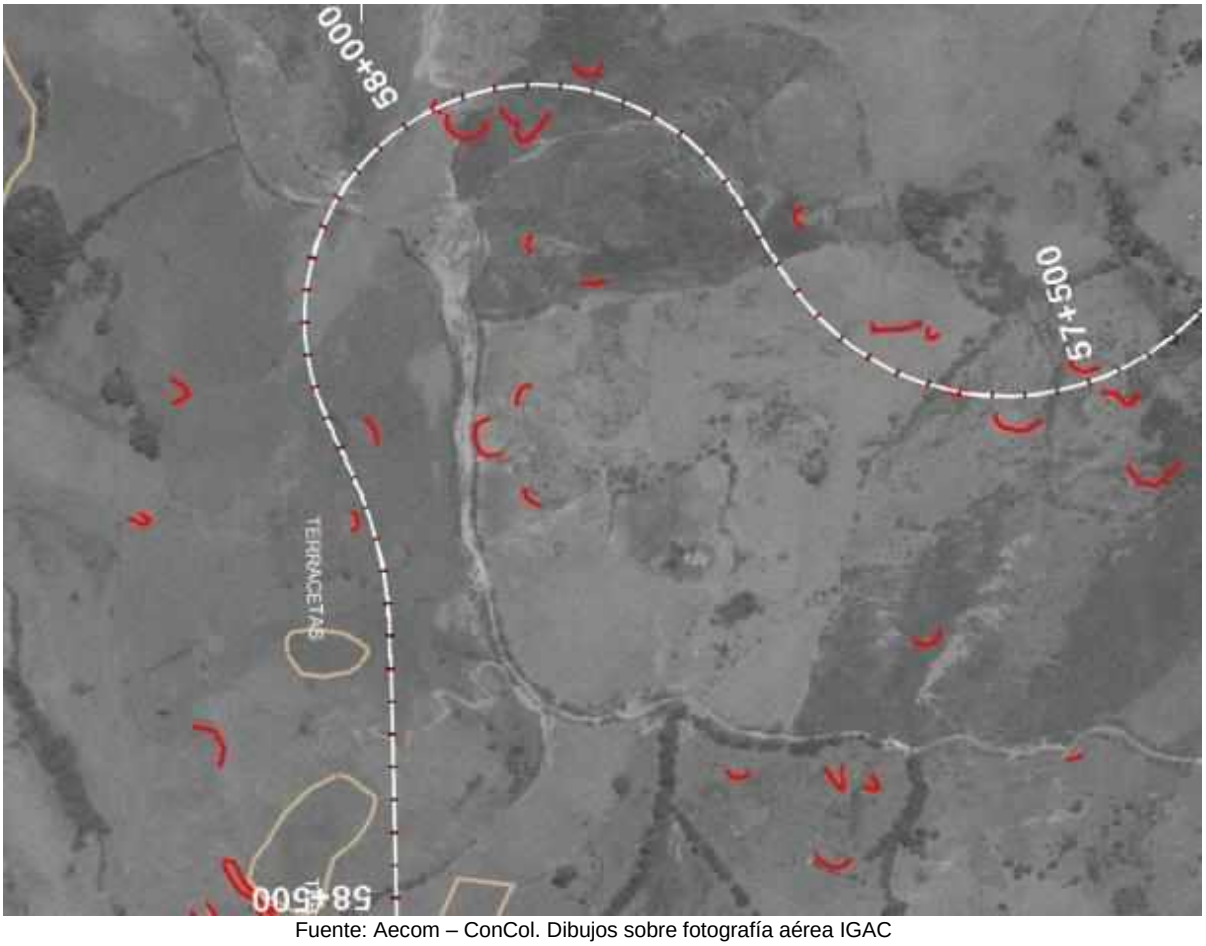
Fuente: AECOM - ConCol., 2017

5.1.2.2.4.3 Tramo del K57+500 al K58+500

La Figura 5.26 y la

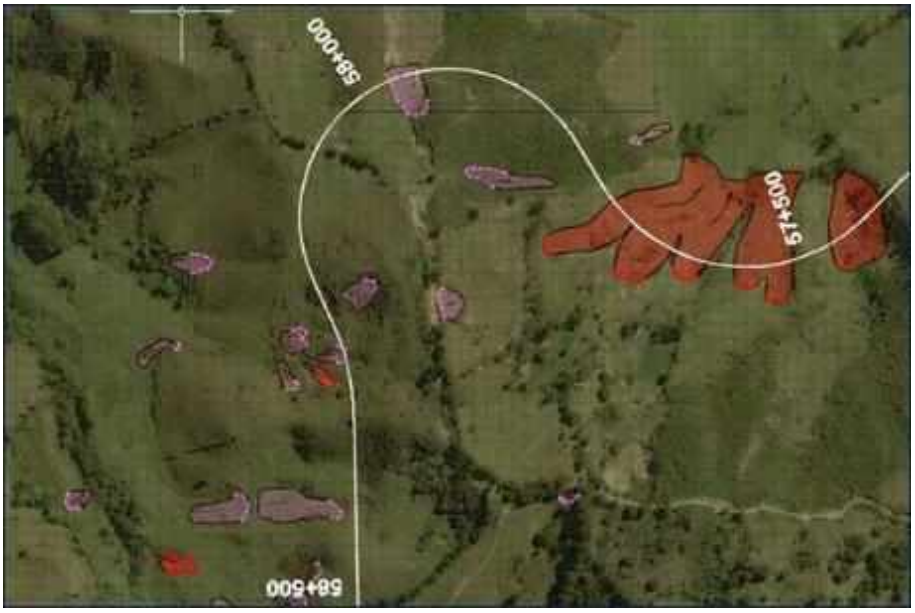
Figura 5.27, muestran la evolución de los procesos morfodinámicos a lo largo del corredor en el tramo del K57+500 al K58+500. Al igual que en los otros tramos de la Unidad Funcional 1 en este sector no se observan procesos de remoción en masa de magnitud apreciable que permitan visualizar diferencias al comparar las imágenes de los dos periodos analizados; además, es necesario resaltar que de las imágenes analizadas presentan mejor resolución las del periodo de 2013 al 2017, en las cuales además se incorporó la información de procesos levantados durante los recorridos de campo. Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al examinar las imágenes; los procesos denudativos de este tramo corresponden a deslizamientos menores con afectación de áreas pequeñas.

Figura 5.26. Procesos morfodinámicos periodo 1992 (K57+500 a K58+500)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.27 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K57+500 a K58+500)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

En el tramo entre el K57+500 y el K58+500 el alineamiento intervendrá con cortes y rellenos un sector con deslizamientos menores activos sucesivos ubicados entre el K57+500 y el K57+700 (Fotografía 5.60); y un deslizamiento inactivo en las abscisas K57+960 (Fotografía 5.61), que tiene lugar en una ladera con predominancia de lutitas meteorizadas suprayacidas por suelos residuales arcillosos de la formación Capacho (Kic). Además, en cercanías del corredor se presentan rasgos de microdeslizamientos antiguos que afectaron delgados espesores de suelo.

Fotografía 5.60 Deslizamiento activo en el K57+600

Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Fotografía 5.61 Escarpe de deslizamiento inactivo en el K57+955

Fuente: AECOM - ConCol., 2017

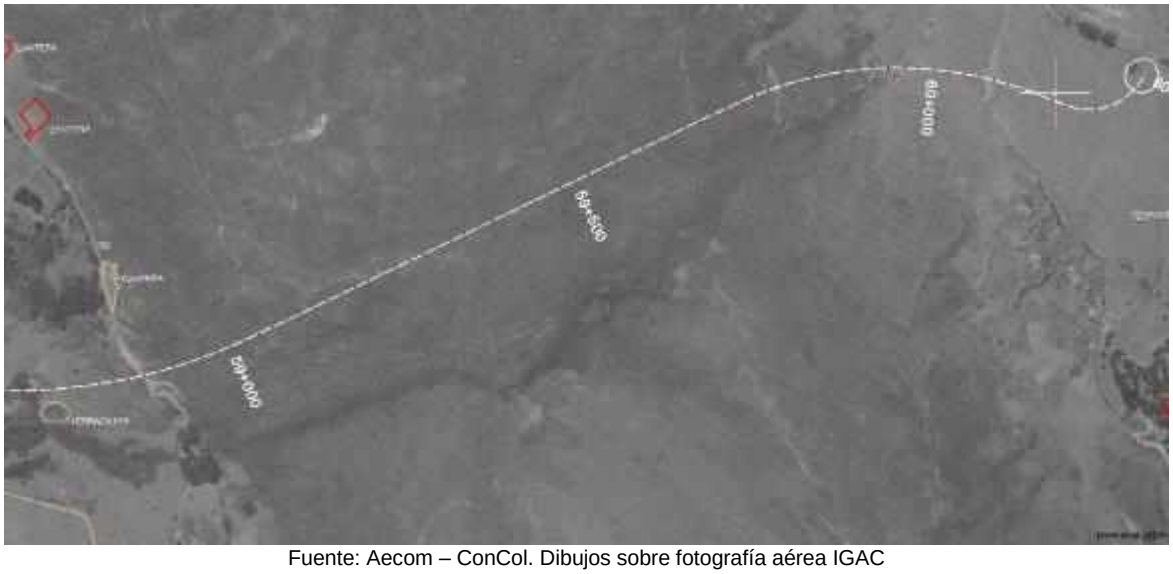
5.1.2.2.4.4 Tramo del K58+500 al K60+300

En este sector, donde se proyecta el túnel de Pamplona, el macizo rocoso presenta una apariencia resistente a lo largo del tiempo (Figura 5.29 y Figura 5.30) y sin procesos de remoción importantes (Ver Fotografía 5.62); únicamente se observan pequeñas cicatrices de procesos de remoción en el K58+500 y en el K58+830, que no serán intervenidas con los cortes y rellenos de la vía proyectada.

Fotografía 5.62 Aspecto de aspecto estable en el K58+600, en donde no se observan procesos morfodinámicos en el área de intervención.

Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Figura 5.28 Procesos morfodinámicos periodo 1990 (K58+500 a K60+300)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.29 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K58+500 a K60+300)

Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

Por fuera del área de intervención de la vía Pamplona – Cúcuta, al sur del portal occidental del túnel de Pamplona se presentan procesos morfodinámicos estabilizados mediante estructuras de subdrenaje. Dichos procesos estabilizados corresponden en general a flujos de suelos saturados movilizados sobre un basamento estable, que no serán afectados por la vía proyectada. También por fuera del área de intervención se presentan procesos antrópicos con canteras para la explotación de materiales de construcción. La comparación de las imágenes indica que se amplió el área de intervención de las canteras existentes en 1990 y que además se habilitaron nuevas áreas de explotación.

5.1.2.2.4.5 Conclusiones

- El análisis multitemporal de procesos morfodinámicos del Área de Influencia de la Unidad Funciona 1 se realizó mediante la interpretación de fotografías aéreas del año 1992, de imágenes Lidar de los años 2013 y 2017, de Google Earth del año 2017 y de Microsoft Bing Map; en las cuales se identificaron procesos denudativos tipo deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados, caídas de rocas y explotaciones de materiales para construcción con canteras a cielo abierto.
- En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se observaron zonas de erosión muy severa ni deslizamientos de grandes proporciones.
- Si bien la evolución de los procesos no es muy notoria al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017; se observaron cambios en las geoformas de sitios puntuales principalmente por actividades antrópicas relacionadas con la realización de cortes en el terreno para la construcción de vías y plataformas, por la extracción de materiales de cantera o por actividades de ganadería extensiva con afectación al terreno con terracetas y generación de pequeños deslizamientos.
- Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al contrastar las imágenes; las diferencias en la delimitación de los polígonos y rasgos de procesos pueden obedecer a las diferencias de escala y resolución entre dichas imágenes.

5.1.3 Paisaje

En la determinación del paisaje se establece una integralidad de la totalidad de los recursos naturales y la dinámica social que se desarrolló alrededor de los mismos, la que en su conjunto define la escena visual compuesta por la vegetación, el suelo, el agua, los diferentes desarrollos antrópicos, incluyendo entre ellos a la población. Con base en lo anterior se considera el análisis del paisaje como una expresión visual del medio lo que corresponde al conjunto de características del entorno en términos de los medios biótico, físico y antrópico, que sean perceptibles a la vista.

5.1.3.1 Unidades de paisaje local

Las unidades de paisajes sobre las cuales se realiza el análisis se sustentan en la conjunción de las unidades geomorfológicas (tipo de relieve) y las unidades de uso (cobertura), que lleva a establecer unidades de análisis altamente homogéneas que permiten desarrollar una evaluación del paisaje de tipo integral.

5.1.3.2 Descripción del proyecto frente al componente paisajístico

El paisaje del área de influencia se clasifica dentro de la segunda categoría definida por la UNESCO como “paisajes evolucionados orgánicamente”. Es decir que su forma y apariencia actual es resultado de la interacción de procesos sociales, económicos y político/administrativos junto con el ambiente natural (Rigol, 2004).

Dichos paisajes reflejan claramente su evolución al analizar la interacción entre sus sistemas naturales y antrópicos (también llamados culturales). En este sentido la caracterización del paisaje busca comprender la estructura, funcionamiento y evolución del paisaje, teniendo en cuenta dichos sistemas.

A partir de lo anterior, la construcción de la doble calzada Pamplona - Cúcuta, es un proyecto que modificará la estructura paisajística del área de influencia y las unidades identificadas en ellas, ya que, por la naturaleza de las actividades incluidas en el proceso de construcción y desarrollo del proyecto, se modificará la geomorfología del terreno en las áreas puntuales por donde va a pasar la vía.

Este cambio en la estructura, en combinación con la alteración y eliminación de algunas de las coberturas existentes, propiciara que, al término de la realización del proyecto, el componente paisajístico cambie en una proporción importante, alterando tanto las unidades presentes, como las características de calidad del paisaje.

Del mismo modo, vale la pena anotar que, gracias a la dinámica propia del componente paisajístico, la cual incluye la percepción por parte de la comunidad, los procesos de alteración y modificación de la estructura paisajística van a ser interiorizados, dando resultado la aceptación del paisaje resultante como algo propio del entorno en un futuro, a partir de su evolución.

5.1.3.3 Unidades geomorfológicas

Para la determinación de las unidades geomorfológicas, base física para el establecimiento de las unidades de paisaje, se realizó la agrupación de los tipos de relieve obtenidos en la caracterización geomorfológica, los cuales se agruparon por su alto nivel de similitud. En la Tabla 5.7 se presentan las categorías correspondientes a las unidades geomorfológicas agrupadas en términos de las diferentes categorías del sistema de clasificación, determinando las unidades de paisaje desde la perspectiva geomorfológica.

Tabla 5.7 Agrupación de unidades geomorfológicas

Paisaje	Tipo de relieve	Símbolo
Montaña	Crestas	Mct
	Crestones	Mcr
	Lomas	Mlm
	Valle coluvio aluvial	Mva
Zonas antropizadas	Zonas antropizadas	ZA

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.4 Unidades de cobertura de la tierra

De acuerdo con el mapa de las coberturas vegetales, se realizó un análisis que permitió establecer grupos de cobertura y por consiguiente usos altamente similares a partir de los cuales se generan grupos para ser cruzados con la geomorfología. En la Tabla 5.8 se presenta los diferentes usos y coberturas las cuales se agrupan en virtud de su similar funcionalidad y características. Cabe mencionar que para el caso de los bosques de galería y riparios se encuentran en los dos subsistemas naturales (bosques y vegetación natural, y cuerpos de agua y vegetación asociada), ya que estos se agruparon en función de sus características, tamaño y relación directa con el río Pamplonita.

Tabla 5.8 Agrupación de coberturas de la tierra

Sistema	Subsistema	Cobertura	Símbolo
Cultural	Agropecuario	Pastos limpios	Cap
		Pastos arbolados	
		Pastos enmalezados	

Sistema	Subsistema	Cobertura	Símbolo
		Mosaico de pastos y cultivos	
		Mosaico de pastos con espacios naturales	
	Urbano	Tejido urbano continuo	Cur
		Construcciones Rurales	
	Infraestructura y transporte	Red vial	Cit
	Explotación minera	Zonas de extracción minera	Cmn
Natural	Bosques y vegetación natural	Arbustal denso alto	Nbv
		Arbustal denso bajo	
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Bosque de galería y ripario	Ncv
		Ríos (50 m)	

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5 Determinación de las unidades de paisaje

La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituye en la unidad fundamental de análisis y se define como "una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas (Zonneveld, 1979).

La geomorfología es la base de la determinación de las unidades de paisaje. Por su parte la cobertura vegetal se genera a partir de la metodología de Corine Land Cover (Ideam, 2010).

Como resultado del proceso de fusión entre la geomorfología y las coberturas vegetales identificadas, se establece 12 unidades de paisaje, las cuales se presentan en la Tabla 5.9, donde igualmente se presenta su área y porcentaje. Adicionalmente en la Figura 5.30 y el plano PAPM_012_EIA_MA_PJ_001_SIG, se presenta la distribución de las unidades de paisaje del área de influencia (AI).

Tabla 5.9 unidades de paisaje en el AI

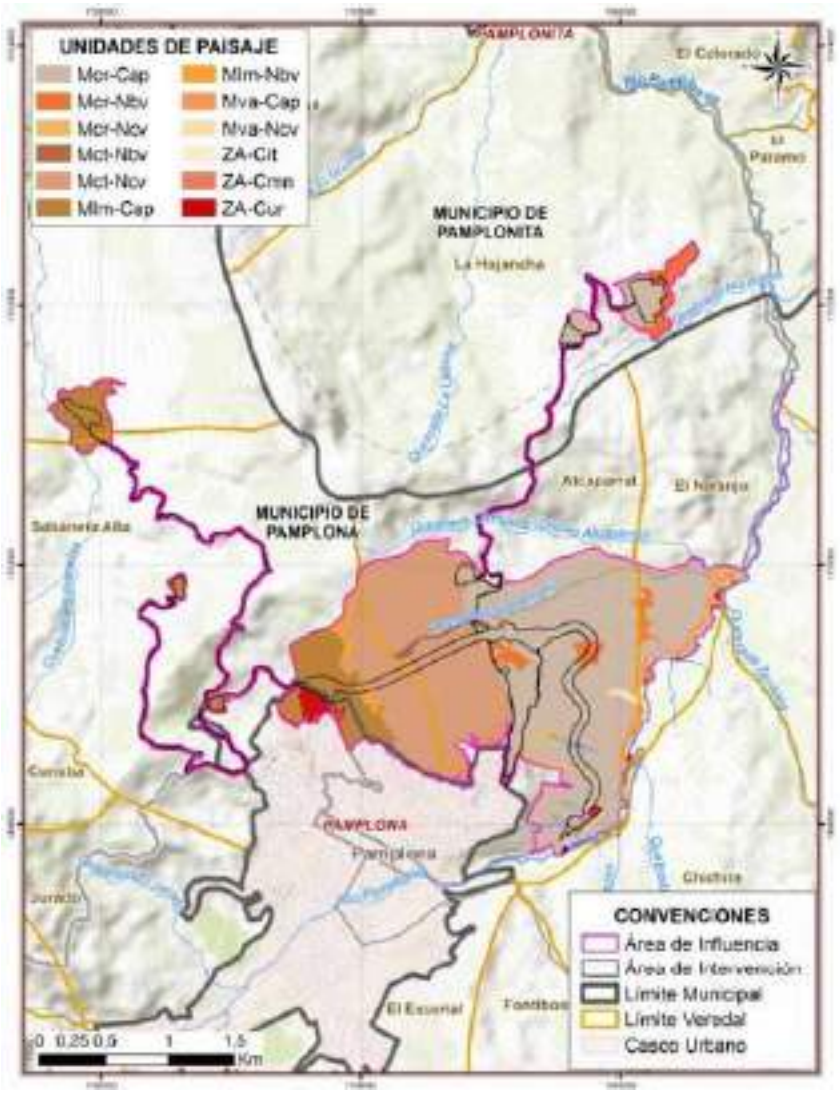
Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Crestas	Natural	Bosques y vegetación natural	Mct-Nbv	2,59	0,47
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mct-Ncv	154,36	28,23
	Crestones	Cultural	Agropecuario	Mcr-Cap	232,12	42,44
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mcr-Nbv	19,30	3,53
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mcr-Ncv	10,28	1,88
	Lomas	Cultural	Agropecuario	Mlm-Cap	57,94	10,59
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mlm-Nbv	5,23	0,96
	Valle coluvio aluvial	Cultural	Agropecuario	Mva-Cap	12,47	2,28
		Natural	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mva-Ncv	8,07	1,48
Zonas antropizadas		Cultural	Infraestructura y transporte	ZA-Cit	36,07	6,60
			Minero	ZA-Cmn	0,73	0,13
			Urbano	ZA-Cur	7,73	1,41
Total					**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Como se aprecia en la Figura 5.31, el 42 % del área de influencia está representada por la unidad Mcr-Cap, la cual corresponde al subsistema agropecuario ubicado en los crestones de las montañas. En importancia continua el paisaje del subsistema de bosques y vegetación natural en crestas Mct-Nbv, el cual se distribuye en el 28 % del total del área.

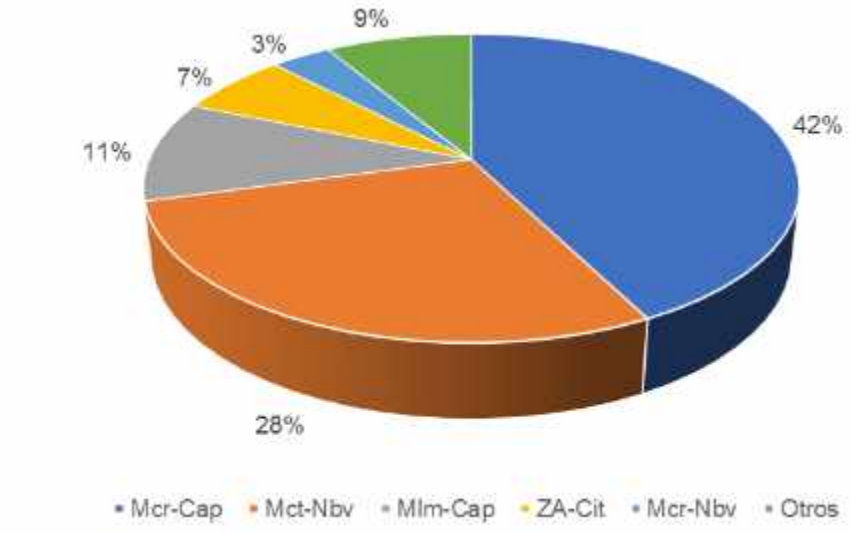
En tercer lugar, se presenta el subsistema agropecuario ubicado en lomeríos Mlm-Cap con una cobertura del 11 %. En importancia continua la unidad ZA-Cit, la cual se distribuye en el 7 % del AI y corresponde principalmente a infraestructura y transporte (vías). Por último, en el restante 12 %, se reportan las unidades que presentan valores inferiores al 4 %, las cuales corresponden a sistemas naturales y culturales de zonas antropizadas y cuyos valores de distribución pueden apreciarse en la Tabla 5.9. A continuación, se presenta una descripción de las unidades de paisaje más representativas del AI.

Figura 5.30 Distribución espacial de las unidades de paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.31 Distribución porcentual de las unidades de paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.1 Subsistema Agropecuario en Crestones Mcr-Cap

Este paisaje se caracteriza por presentar coberturas asociadas a usos agropecuarios en las que se encuentran mosaicos de cultivos, pastos, y espacios naturales, así como cultivos permanentes y transitorios, y praderas destinadas a la ganadería, las cuales se ubican en los crestones de las montañas y se pueden apreciar en la Fotografía 5.63 y Fotografía 5.64.

Fotografía 5.63 Cultivos de hortalizas

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.64 Ganadería extensiva

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.2 Subsistema Bosques y vegetación natural en Crestones Mct-Nbv

Como se presenta en la Fotografía 5.65, esta unidad de paisaje la compone el sistema asociado a bosques y vegetación natural, en donde se incluyen las coberturas de arbustales altos, bosques de galería y riparios, así como vegetación secundaria baja, ubicados en las crestas de las montañas.

Fotografía 5.65 Vegetación secundaria en crestones

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.3 Subsistema Agropecuario en Valle coluvio aluvial Mlm-Cap

Esta unidad se caracteriza principalmente por zonas destinadas al pastoreo de ganado en los lomeríos de las montañas como se aprecia en la Fotografía 5.66. Adicional a esto se presentan cultivos de pan coger de forma puntual.

Fotografía 5.66 Ganadería extensiva en lomeríos

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.4 Subsistema infraestructura y trasporte de zonas antropizadas ZA-Cit

Este paisaje se corresponde a las áreas destinadas a la infraestructura vial, las cuales se distribuyen en el 7 % del AI y como se aprecia en la Fotografía 5.67 y Fotografía 5.68, se presentan diferentes tipos de vías, desde vías tipo 1 de carácter nacional hasta vías terciarias o veredales.

Fotografía 5.67 Vía Nacional

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.68 Vía veredal

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.5 Unidades de paisaje en el área de intervención

En la Tabla 5.10 se presentan la distribución porcentual de las unidades de paisaje presentes en el área de intervención, en la cual se evidencia que el 52 % de esta corresponde a la unidad Mcr –Cap. En segundo lugar, se reporta la unidad Mlm-Cap con una cobertura del 17 %, mientras que la unidad Mct-Ncv reporta una cobertura del 11 % y la unidad ZA-Cit se distribuye en el 13 % del área total. El porcentaje restante (7 %), se distribuye en tres unidades cuyo valor de cobertura no supera el 4 %, tal como se evidencia en la citada tabla.

Tabla 5.10 Unidades de paisaje en el área de intervención

Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Cresta	Natural	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mct-Ncv	6,12	11,23
	Crestones	Cultural	Agropecuario	Mcr-Cap	28,88	53,05
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mcr-Nbv	2,35	4,31
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mcr-Ncv	0,10	0,20
	Lomas	Cultural	Agropecuario	Mlm-Cap	8,43	15,49
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mlm-Nbv	0,08	0,14
Zonas antropizadas		Cultural	Infraestructura y transporte	ZA-Cit	7,38	13,55
			Urbano	ZA-Cur	1,10	2,02
Total					**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6 Evaluación y análisis del paisaje

Establecidas las unidades de paisaje se realiza sobre estas la calificación del paisaje desde su perspectiva visual y funcional lo que permite establecer la percepción de la totalidad de

los elementos que lo integran o rodean, paisajes que son observados de forma diferente y particular por los observadores, según los aspectos relacionados con educación, cultura, estrato socio económico, origen, hábitos y edad, entre otros, lo que favorece la subjetividad del componente.

Los principales aspectos aplicados a la evaluación y el análisis del paisaje bajo la premisa de la percepción visual corresponden a los siguientes.

5.1.3.6.1 Calidad visual del paisaje

Se define cómo la presencia de valores estéticos en un medio, tales como, geoforma especifica con la presencia de vegetación, cuerpos de agua, contraste de color, fondo escénico en la profundidad, rareza y actuación humana (BLM, 1980).

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia. En la Tabla 5.11 se presenta los criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje.

Tabla 5.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980)

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Geomorfología o Morfología	Relieve montañoso, marcado y prominente o bien releve de gran variedad superficial o muy erosionado, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
	5	3	1
|Fauna	Presencia de fauna permanente en el lugar, o especies llamativas, o alta riqueza de especies.	Presencia esporádica en el lugar, o especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia de fauna de importancia paisajística.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	5	3	1

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	0
Singularidad o Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, o aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	3	1	0

Fuente: (BLM, 1980)

En la Tabla 5.12 se presentan las clases utilizadas para evaluar la calidad visual.

Tabla 5.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual y puntaje

CLASE	DESCRIPCIÓN
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-39)
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18)
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. (puntaje de 0-11)

Fuente: (BLM, 1980)

Por su parte en la Tabla 5.13 se presentan el promedio de las calificaciones de calidad visual realizada para la totalidad de las unidades de paisaje identificadas en el AI.

Tabla 5.13 Promedio de evaluación de calidad visual de unidades de paisaje en el AI

Unidad de paisaje	Mct-Ncv	Mct-Nbv	Mcr-Cap	Mcr-Ncv	Mcr-Nbv	Mlm-Cap	Mlm-Ncv	Mva-Cap	Mva-Ncv	ZA-Cit	ZA-Cur	ZA-Cmn
Geo-morfología	5	4	4	3	5	3	4	2	2	3	2	3
Fauna	3	3	2	3	3	2	2	2	3	1	1	1
Vegetación	5	3	2	3	3	2	3	3	3	2	1	1
Agua	3	3	3	3	3	2	3	3	5	2	0	0
Color	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3
Fondo Escénico	5	3	4	3	5	3	4	4	3	4	4	1
Rareza	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Actuación Humana	3	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	0
Total	29	26	20	23	25	17	23	20	22	18	14	10
Calidad visual	**Clase A**	**Clase A**	**Clase A**	**Clase A**	**Clase A**	**Clase B**	**Clase A**	**Clase A**	**Clase A**	**Clase B**	**Clase B**	**Clase C**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

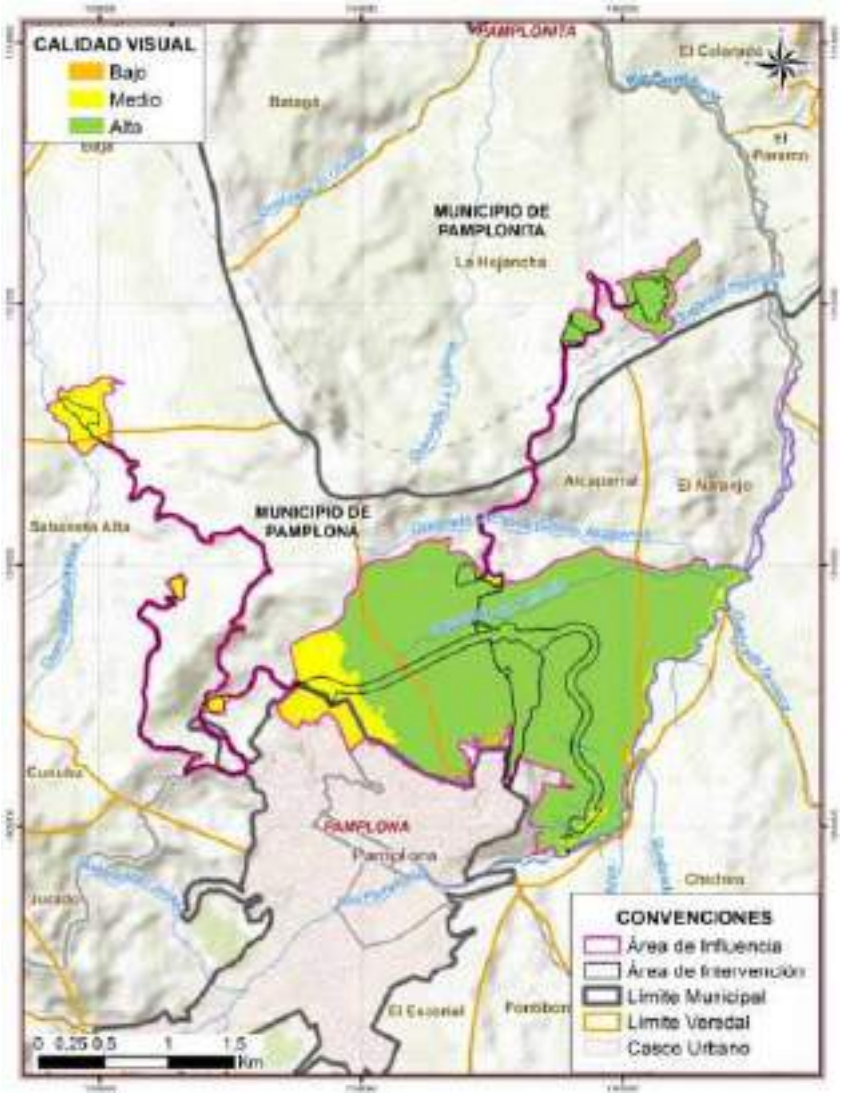
Como se presenta en la Tabla 5.14, el 81 % del área de influencia corresponde a áreas con calidad alta, mientas el porcentaje restante se divide en áreas de calidad media (19 %) y calidad baja (menos del 1 %). Así mismo en la Figura 5.32 se presenta la distribución espacial de la calificación de calidad.

Tabla 5.14 Distribución de la calidad visual en el AI

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Áreas de Calidad Alta	Clase A	444,42	81,26
Áreas de calidad media	Clase B	101,73	18,60
Áreas de calidad baja	Clase C	0,73	0,13
Total		**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.32 Distribución espacial de la calidad visual del paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.1 Calidad visual alta

Las áreas de calidad alta están asociadas a los paisajes del sistema natural con los subsistemas de bosques y vegetación natural, y cuerpos de agua y vegetación asociada, distribuidos en los tipos de relieve de crestas, crestones, lomeríos y valles.

Esta calificación se debe a que estas unidades de paisaje presentan diversidad de vegetación, la cual genera contraste de formas, texturas y colores y que a su vez son habitad de fauna, lo que aumenta el interés paisajístico. Combinado con esto, se relaciona la geoestructura de las unidades, ya que al ubicarse en un paisaje montañoso se potencia el fondo escénico y permite que sobresalgan estas unidades al compararlas con las del sistema cultural, como se puede apreciar en la Fotografía 5.69 y Fotografía 5.70.

Fotografía 5.69 Paisaje Mct-Nbv

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.70 Paisaje Mlm-Nbv

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.2 Calidad visual media

Corresponde a las unidades de paisaje cultural, en las cuales como su nombre lo indica, has sido generadas a través de procesos de transformación del entorno natural por la actividad antrópica, lo que conlleva a perdida de diversidad tanto de flora y fauna, lo que disminuye la percepción de calidad del paisaje.

En esta categoría se incluyen unidades de paisaje asociadas a la producción agropecuaria y áreas antropizadas como vivienda rural e infraestructura, las cuales se presentan en la Fotografía 5.71 y Fotografía 5.72.

Fotografía 5.71 Paisaje Mlm-Cap

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.72 Paisaje ZA-Cit

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.3 Calidad visual Baja

Corresponde a la unidad ZA-Cmn del sistema cultural y se caracteriza por ser áreas destinadas a la explotación minera de materiales de construcción a cielo abierto (canteras), las cuales se consideran elementos discordantes, principalmente por su color y falta de coberturas que aporten un valor paisajístico, con respecto al entorno. Estas se pueden apreciar en la Fotografía 5.73.

Fotografía 5.73 Cantera

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.4 Calidad visual en el área de intervención

Para el área de intervención, en la Tabla 5.15 se presenta la distribución de las categorías de calidad visual identificadas, en las cuales y en concordancia con lo reportado para el AI, el mayor porcentaje de cobertura (68,94 %) corresponde a la clase A de la calidad visual, la cual, como se mencionó anteriormente corresponde a las unidades de paisaje del sistema natural. En cuanto al porcentaje restante (31,06 %), corresponde a las unidades del sistema cultural, las cuales se calificaron con una calidad visual media o clase B.

Tabla 5.15 Calidad visual del paisaje en el área de intervención

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Áreas de Calidad Alta	Clase A	37,53	68,94
Áreas de calidad media	Clase B	16,91	31,06
Total		**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.2 Capacidad de absorción o fragilidad visual

Mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Yeomans, 1986).

De acuerdo con la metodología de Yeomans, (1986), se define la fragilidad como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre él. Por su parte, la capacidad de absorción es la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual.

Para determinar la fragilidad o la capacidad de absorción visual del paisaje, se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades.

Los puntajes obtenidos se ingresan a la fórmula que determina la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV), la cual se presenta a continuación:

$$\boldsymbol{CAV} = \boldsymbol{P} * (\boldsymbol{E} + \boldsymbol{R} + \boldsymbol{D} + \boldsymbol{C} + \boldsymbol{V})$$

Dónde:

P= Pendiente
E= Erosionalidad
R= Potencial
D= Diversidad de la vegetación
C= Contraste de color
V= Actuación humana

En la Tabla 5.16 se presentan los factores, condiciones y sus puntajes nominales y numéricos, determinantes de su capacidad de absorción visual CAV.

Tabla 5.16 Factores del paisaje determinantes de capacidad de absorción visual CAV

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	NOMINAL NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
	Fuerte presencia antrópica	Alto	3

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	NOMINAL NUMÉRICO
Actuación humana (C)	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: (Yeomans, 1986)

En la Tabla 5.17 se presentan las categorías utilizadas para evaluar la capacidad de absorción visual del paisaje, asignándole una clase de acuerdo a la escala de referencia.

Tabla 5.17 Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje

Clase	Escala
Bajo	< 15
Moderado	15-30
Alto	> 30

Fuente: (Yeomans, 1986)

En la Tabla 5.18 se presenta el promedio de la calificación de capacidad de absorción de la totalidad de las unidades de paisaje identificadas.

Tabla 5.18 Promedio de evaluación de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje

Unidad de paisaje	P	E	R	D	C	V	CAV	Capacidad de absorción
Mct-Ncv	1	2	3	3	1	2	11	Bajo
Mct-Nbv	2	2	3	2	2	2	15	Moderado
Mcr-Cap	1	3	2	2	3	2	15	Bajo
Mcr-Ncv	1	2	3	2	1	3	11	Bajo
Mcr-Nbv	1	2	3	3	2	3	11	Bajo
Mlm-Cap	2	2	2	2	3	3	16	Moderado
Mlm-Ncv	2	2	3	3	2	2	14	Bajo
Mva-Cap	3	3	3	2	3	3	35	Alto
Mva-Ncv	3	3	3	3	2	2	33	Alto
ZA-Cit	3	3	2	2	3	2	32	Alto
ZA-Cur	3	3	2	1	3	2	33	Alto
ZA-Cmn	2	2	1	1	3	3	20	Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

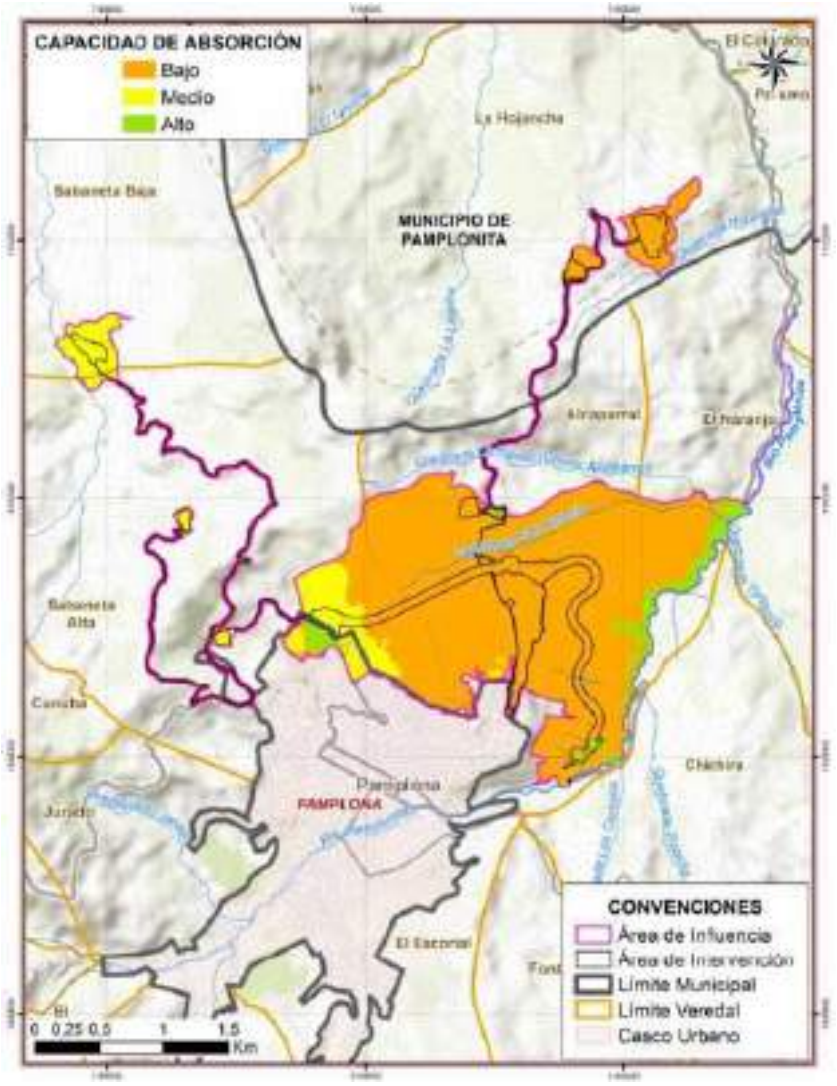
En la Tabla 5.19 se presenta la distribución de áreas y porcentaje de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje, mientras que en la Figura 5.33 se presenta la distribución espacial de esta categoría.

Tabla 5.19 Capacidad de absorción en el AI

Categoría	Interpretación	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Capacidad de Absorción Alta	> 30	A	64,35	11,77
Capacidad de Absorción Moderada	15-30	M	58,66	10,73
Capacidad de Absorción Baja	< 15	B	423,88	77,51
Total			**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.33 Distribución espacial de la capacidad de absorción del paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

De acuerdo con los resultados, el 78 % del área corresponden a unidades de paisaje que presentan una capacidad de absorción baja, en las que se incluyen principalmente las unidades asociadas al paisaje natural en geoformas de crestas, crestones y lomeríos, así como la unidad Mc-Cap. Esta sensibilidad está dada por las características de la pendiente, erosión del suelo y diversidad de la cobertura.

En segundo lugar, se presentan las unidades con capacidad de absorción alta, las cuales corresponden a zonas con un alto nivel de intervención humana ubicadas en partes planas del paisaje, las cuales permiten que los cambios que se puedan realizar a la estructura paisajística sean más asimilables o poco visibles. Estas se distribuyen en el 12 % del AI.

Por último, se presentan las unidades de paisaje con capacidad moderada, las cuales presentan una diversidad de vegetación media, con un grado de intervención antrópica

media-alta, en partes donde la modificación es fácilmente apreciable por su ubicación geográfica y corresponden al 11 % restante.

5.1.3.6.2.1 Capacidad de absorción en el área de intervención

En la Tabla 5.20 se presenta la distribución de las categorías de capacidad de absorción en el área de intervención, en la cual se evidencia que el 68 % del área de intervención presenta una capacidad de absorción baja, asociado a los paisajes ubicados en pendientes altas. En segundo lugar, con un 17 % de distribución se reportan las unidades con capacidad de absorción media, mientras que el restante 15 % corresponde a la categoría de absorción alta.

Tabla 5.20 Capacidad de absorción en el área de intervención

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Capacidad de Absorción Alta	A	8,48	15,58
Capacidad de Absorción Moderada	M	8,43	15,49
Capacidad de Absorción Baja	B	37,53	68,93
Total		**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.3 Accesibilidad visual

La accesibilidad visual se define como la facilidad con la que se puede observar un punto desde diferentes líneas de visualización (Steinitz, 1979).

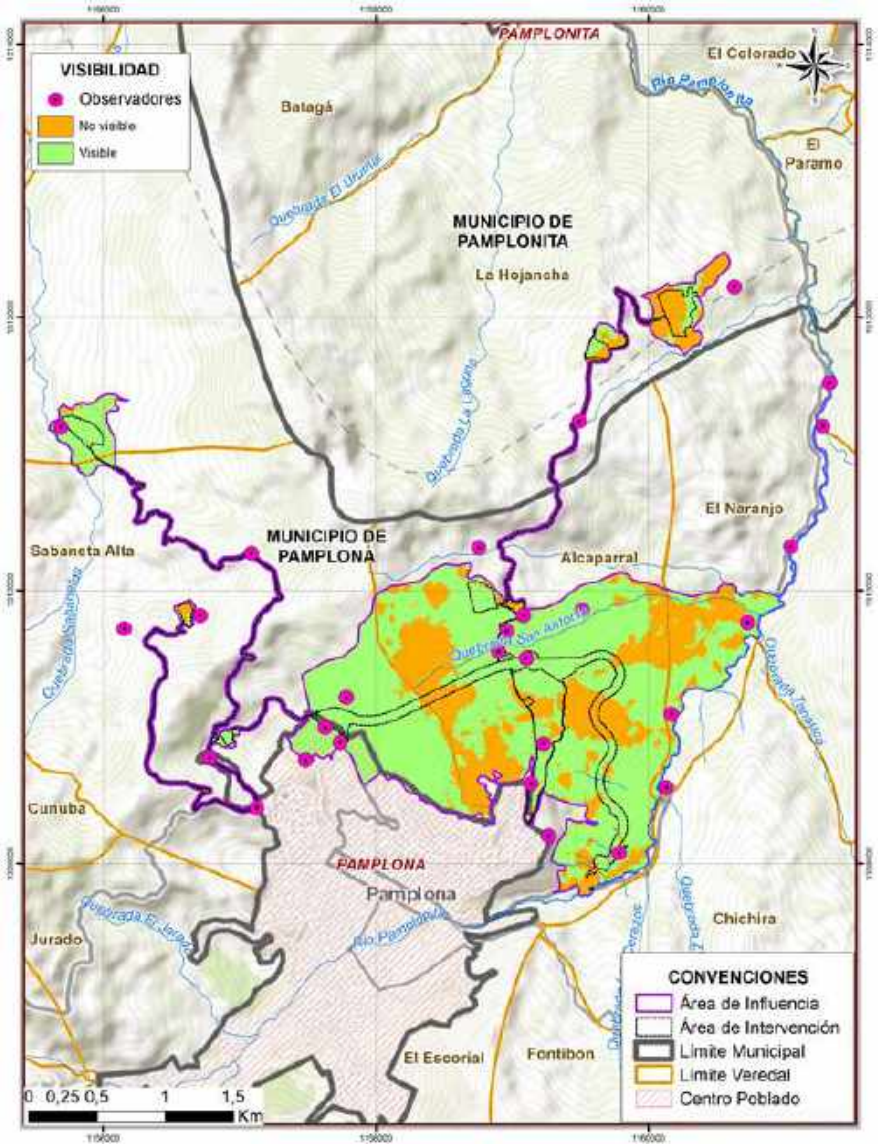
Estos parámetros permiten clasificar de manera integral la visibilidad y singularidad paisajística de la zona. Cabe mencionar que el total de los resultados de la evaluación de la calidad paisajística se presentan en el Anexo 8-4, mientras que en el documento se presenta un consolidado de los mismos.

El análisis visual del paisaje tiene como objetivo determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, simultáneamente o en (Otero, Varela, Mancebo, & Ezquerra, 2009). El análisis de visibilidad se realizó mediante el software Arc-gis 10.5, a través de la extensión Spatial Analyst y la orden Visibility. Para tal fin, se usó el modelo digital del Elevación (DEM por sus siglas en ingles), obtenido del satélite japonés Alos a través del sensor Palsar, además del conjunto de puntos desde los cuales se requiere realizar el cálculo de la visibilidad.

El procedimiento que realiza la herramienta Visibility, es ir a cada celda que forma la vía y empieza a “mirar” en todas las direcciones teniendo en cuenta la morfología del terreno y va determinando en cada celda si se ve o no. Este proceso se repite para todas las celdas que forman el eje vial, dando lugar al mapa representado en la

Figura 5.34

Figura 5.34 Análisis de visibilidad en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

El impacto visual es el efecto que se produce en una comunidad a través de los cambios en la apariencia del paisaje mediante la intrusión de un elemento ajeno al mismo o discordante, la obstrucción de la visibilidad, o bien la mejora o disminución de la capacidad para apreciar el paisaje (Castelli, 2007).

Los principales elementos que identificar para realizar la evaluación de impacto visual son los potenciales receptores visuales u observadores y las posibles fuentes generadoras del impacto. La evaluación de la visibilidad concluirá con la determinación de áreas y/o elementos visibles y no visibles.

Cabe mencionar que el análisis de visibilidad del AI se realiza con el fin de determinar las áreas que son más susceptibles de identificación de los impactos, las cuales por sus características geomorfológicas presentan una mayor accesibilidad visual para la comunidad. Por esta razón, se identificaron como posibles observadores, las áreas antrópicas (construcciones rurales, tejido urbano, zonas comerciales), así como puntos estratégicos asociados a la infraestructura (vía existente)

Esto obedece a que es en estas zonas donde se concentra la mayor densidad poblacional fija (viviendas y zonas comerciales) o flotante (vías), que son las que pueden llegar a identificar los cambios e impactos que se pueden generar en las unidades paisajísticas presentes, en donde la adición de elementos discordantes, la remoción de coberturas o la alteración de la dinámica del área puede tener como resultados la modificación positiva o negativa en la evaluación de la calidad paisajística del área de influencia.

En cuanto a los resultados del análisis realizado, de acuerdo con lo presentado en la Tabla 5.21, las áreas visibles corresponden al 71 % del AI, lo cual responde a la forma del terreno del área, conformada por crestas, crestones y lomeríos de la montaña y donde los observadores parte de los observadores se ubican en las partes altas, permitiéndoles tener visuales sin obstáculos del AI.

El porcentaje restante (29 %) del AI se considera no visible por parte de los observadores, bien sea por ubicación y/o cercanía de estos o porque la forma del terreno permita apreciar estas áreas desde distancias medias y lejanas, lo cual corresponde principalmente a las partes altas de las montañas asociadas al AI.

Tabla 5.21 Clasificación de visibilidad en el AI y área de intervención

Clasificación de visibilidad	Área de intervención		AI	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Visible	37,53	68,94	381,98	69,85
No Visible	16,91	31,06	164,91	30,15
Total	**54,44**	**100**	**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Adicional a esto, en la Tabla 5.21 se evidencia que para el área de intervención los valores de visibilidad coinciden con lo reportado en el AI, ya que, para esta, cerca del 70 % del área de intervención es visible, mientras que el 30 % restante es no visible.

5.1.3.7 Sitios de interés paisajístico

Para la identificación de sitios de interés paisajístico en el área de influencia y el área de intervención, se realizó una consulta en la página oficial del municipio de Pamplona como fuente de información secundaria, así como en fichas veredales y encuestas de servicios ecosistémicos realizadas a la comunidad como fuentes de información primaria.

Como resultados de la consulta se identificaron tres sitios de interés paisajístico asociados al área de influencia, mientras que para el área de intervención no se reportó ningún sitio. A continuación, se presenta la descripción de estos.

5.1.3.7.1 Las Tres Cruces

De acuerdo con lo reportado por la universidad de Pamplona, el Cerro de Las Tres Cruces es un lugar de peregrinación para celebraciones religiosas como semana santa, y caminatas ecológicas.

En el recorrido de ascenso a este mirador, permite apreciar encontramos vegetación natural como eucalipto, pinos, helechos, especies representativas de la zona; la intervención humana es nula debido a que el suelo es poco apto para el cultivo. El principal atractivo paisajístico es que el mirador permite apreciar el paisaje que rodea a la ciudad, los barrios periféricos y el Cristo Rey, tal como se aprecia en la Fotografía 5.74.

Fotografía 5.74 Mirador las tres cruces

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.7.2 Naciente Cristo Rey Parte Alta

Corresponde al parche de bosque de galería, localizado sobre la quebrada San Antonio, la cual presenta una iniciativa de conservación, adherida por la comunidad y la institución educativa SENA, en este relicto de bosque, se procura la conservación del bosque, puesto que actúa como protector del nacimiento de la quebrada San Antonio, la cual es fuente de abastecimiento de agua para la comunidad (Fotografía 5.75).

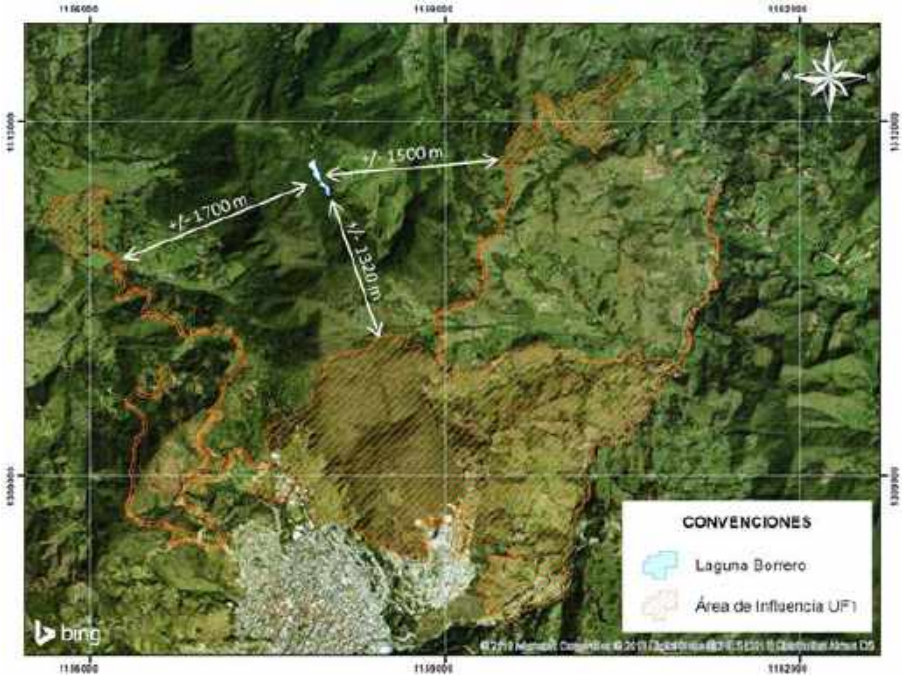
Fotografía 5.75 Naciente Cristo Rey Parte alta

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.7.3 Laguna de Borrero

Si bien este es un sitio de interés cultual y paisajístico para el municipio de Pamplona por el atractivo visual del cuerpo de agua y la fauna y flora asociada a este; dentro de la caracterización se evidenció que la laguna no se encuentra dentro del área de influencia del proyecto. En la Figura 5.35 se presenta la ubicación espacial de esta con respecto al proyecto.

Figura 5.35Ubicación espacial de la Laguna de Borrero



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.8 Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales

De acuerdo con la caracterización realizada para este componente se evidencia una fuerte relación de parte de las comunidades con su entorno, lo cual incrementa la relevancia que posee el paisaje para el desarrollo de las comunidades.

En primera medida por el nivel de intervención antrópica reportada para el AI, en la cual el 59 % de esta corresponde a unidades asociadas al sistema cultural, en donde se desarrollan directamente actividades enfocadas en el sustento económico de estas, ya que el 56 % del área corresponde al subsistema agropecuario.

Corroborando lo anterior, se evidencia lo presentado en el Capítulo 5.4 Servicios Ecosistémicos, en el cual el análisis de la información capturada a través de encuestas y fichas veredales concluye que lo relacionado al uso del suelo para actividades productivas la agricultura y ganadería presentan una dependencia total o alta por más del 75 % de las personas consultadas.

Sin embargo, la relevancia del entorno no solo se evidencia en el aprovechamiento del suelo para desarrollar actividades productivas agropecuarias. Dentro de este también existe una dependencia constante para suplir necesidades primarias y secundarias, como es el abastecimiento de agua, recurso obtenido de acueductos, quebradas o nacederos, en donde en algunas ocasiones, el primero es utilizado como fuente secundaría, y cuyo uso no solo es para el consumo humano sino es aprovechado en actividades productivas.

Por otro lado, también se reporta el aprovechamiento de especies vegetales, las cuales son destinadas para diversos usos, en los que se resaltan la obtención de madera para construcciones o cercas, uso de plantas medicinales, alimentos (frutos silvestres), entre otros.

5.1.4 Suelos y uso de la tierra

El desarrollo del presente estudio del componente suelo se constituye en un aspecto de primer orden y fundamental para la caracterización del medio natural, en razón a que los suelos se interpretan como un recurso indispensable y fundamental soporte vital de los ecosistemas terrestres.

La evaluación del recurso edáfico implica un análisis integral del medio natural, debido a que al estudiar los suelos se incluye de forma implícita sus factores formadores (clima, organismos, tiempo, material parental y relieve) los cuales evidencian la génesis de la superficie terrestre, permitiendo así inferir sobre la oferta edáfica y por consiguiente del medio circundante.

Se presentan a continuación los aspectos que son analizados en relación con la evaluación del recurso suelo que permiten su análisis de forma integral.

- Caracterización de los Suelos
- Uso Potencial de los Suelos
- Uso Actual de los Suelos
- Conflictos de Uso del Suelo

El análisis de estos aspectos se presenta de manera inicial para el área de influencia (AI), para posteriormente puntualizar los resultados al área de intervención. Adicional a esto se realizó una descripción de las principales unidades identificadas, a través de puntos de caracterización en campo (calicatas), cuya ubicación espacial se presenta en la Tabla 5.22 y el resultado de los análisis se presenta en el Anexo 5.1.4 – B.

Tabla 5.22 Ubicación de puntos de muestreo de suelos

Calicata	UCS	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Este	Norte
PC01	MMA	1.157.835,10	1309.063,61
PC02	MME	1.159.081,25	1.309.143,13
PC03	MMK	1.159.760,52	1.308.191,88

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.1 Descripción de las unidades cartográficas de suelo y sus componentes taxonómicos

Una unidad cartográfica es el conjunto de todas las delineaciones que están identificadas por un símbolo único, un color, un nombre. Todas las delineaciones de suelos que tienen la misma identificación constituyen una unidad cartográfica.

La unidad cartográfica se compone de un nombre y un símbolo. El nombre de las unidades cartográficas se integra de varios elementos que le dan al usuario de los mapas de suelos, información sobre las relaciones que existen entre los diferentes cuerpos de suelo. Así mismo se relaciona el porcentaje de participación de cada unida taxonómica

Da información sobre la homogeneidad o heterogeneidad de los suelos al interior de la Unidad Cartográfica, además indica las relaciones que existen entre los diferentes componentes que la integran e indica como evaluar dicha unidad.

Las unidades cartográficas de suelos tienen una composición variable según el contenido pedológico predominante y pueden ser de carácter monotáxico o politáxico a saber:

5.1.4.1.1 Consociación

Unidad de mapeo que puede estar constituida en un 75% o más por una clase singular de suelo o de tierra miscelánea, más algunas inclusiones, o también por dos o más clases de suelos similares. Las inclusiones disimilares no limitantes no deben exceder el 25%; en cambio, las inclusiones disimilares limitantes solo pueden alcanzar hasta un 15%.

5.1.4.1.2 Asociación de suelos

Es una unidad de mapeo politáxica en la cual dos o más conjuntos principales y/o clases de tipos misceláneos, se encuentran asociados geográficamente y son lo suficientemente extensos como para mapearse por separado a escala 1:25.000.

5.1.4.1.3 Complejo de suelos

Unidad de mapeo politáxica en la cual dos o más suelos importantes ocurren en un patrón geográfico tan estrecho que no pueden mapearse individualmente en escala 1:25.000, aun cuando tienen posiciones definidas dentro de la unidad fisiográfica

5.1.4.1.4 Disociación o Grupo Indiferenciado

Unidad de mapeo politáxica que puede usarse en levantamiento generales de suelos de ladera para agrupas dos o más conjuntos de suelos no asociado geográficamente, pero pertenecientes a unidades fisiográficas similares dentro de los cuales ocupan posiciones definidas, a menudo con un limitante común para el uso y manejo, tan importante que puede superar las demás características de los suelos componentes

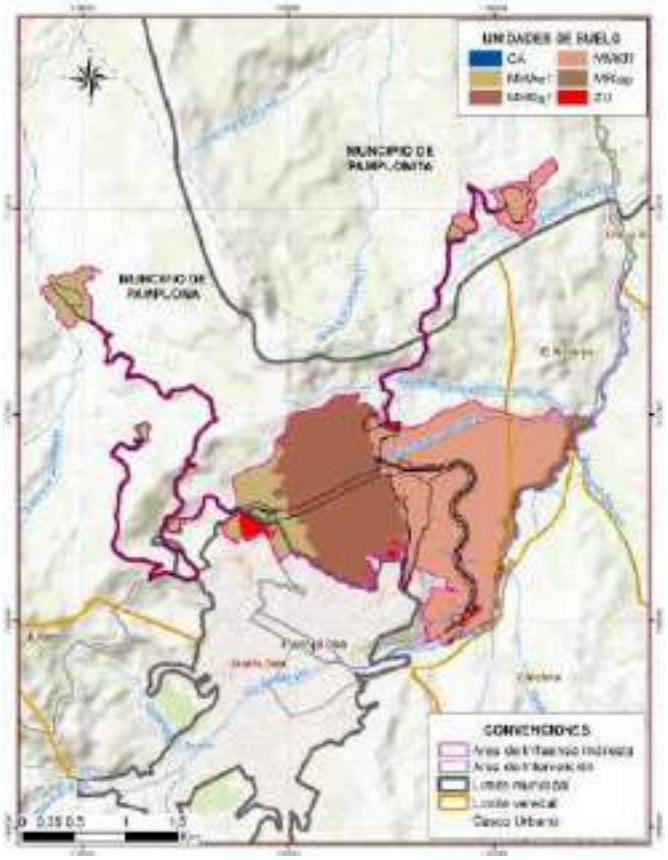
En la Tabla 5.23, Figura 5.36 y plano PAPM_013_EIA_MA_SU_001_SIG se presentan las unidades de suelos presentes en el área de estudio y su descripción se realiza a continuación, la cual fue ajustada del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Norte de Santander (IGAC, 2004).

Tabla 5.23 Leyenda de unidades cartográficas de suelos asociados al AI

Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Litología	Unidad cartográfica	Componente taxonómico	%	Características	Símbolo	Fase	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Frío seco	Crestas homo-clinales abruptas	Areniscas e inclusiones de lutitas	Grupo indifereciado	Lithic Ustorthents Ustic Humitropepts Afloramientos rocosos	50 30 20	Muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa con gravilla. Fertilidad natural baja	MME	MMEg1	156,95	28,70
		Crestones homo-clinales	Lutiras e inclusiones de areniscas	Consociación	Ustic Dystropepts	90	Profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa. Fertilidad natural baja	MMK	MMKf1	261,27	47,77
		Lomas	Gneiss	Consociación	Ustoxic Humitropepts	90	Superficiales, limitados por roca, bien drenados, textura franco-arcillosa. Fertilidad natural baja	MMA	MMAe1	63,14	11,55
	Templado seco	Valle coluvio aluvial	Depósitos superficiales, clásticos, hidrogénicos, aluviones mixtos	Consociación	Fluventic Eutropepts	100	Moderadamente profundos, bien drenados, textura franca a franco arenosa. Fertilidad natural alta	MRI	MRIap	16,46	3,01
Cuerpos de agua								CA		4,56	0,83
Zonas urbanas y territorios artificializados								ZU		44,51	8,14
Total										**546,89**	**100**

Fuente: (IGAC, 2004); modificado por Aecom - ConCol, 2018

Figura 5.36 Unidades cartográficas de suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.2 Suelos del paisaje de Montaña

El paisaje de montaña hace parte de la formación orogénica de la cordillera oriental, presentando ambientes morfogenéticos estructurales, denudacionales y depositacionales. La altitud del paisaje varía entre los 1750 y 2350 m.s.n.m., lo que determina una variedad de climas que van desde frío húmedo hasta templado húmedo.

Geomorfológicamente el paisaje de montaña presenta tres tipos de relieve en los que se incluyen las crestas homoclinales abruptas, crestones homoclinales y valles coluvio aluviales.

5.1.4.2.1 Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos – MME

Estos suelos se manifiestan en clima ambiental frío y seco, en altitudes de 2.000 a 2.350 metros; donde las temperaturas oscilan de 12 a 18°C y las lluvias anuales son menores de 1.000 mm.

El tipo de relieve más sobresaliente en que se localizan los suelos de esta unidad es el de crestas homoclinales abruptas, con pendientes mayores del 75%. Están constituido por

materiales de rocas sedimentarlas (areniscas, lutitas) de naturaleza ácida y se encuentran afectados por desprendimientos de roca, deslizamientos y por escurrimiento difuso en grado ligero. La unidad cartográfica La conforman en un 50% suelos Lithic Ustorthents, en un 30% suelos Ustic Humitropepts y 20% de Afloramientos Rocosos.

Los suelos Lithic Ustorthents desarrollados de areniscas son muy superficiales, limitados por roca coherente; tienen clase textural franco arcillo arenosa. Químicamente, tienen reacción fuertemente ácida, contenidos medios de carbón orgánico y contenidos bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio mayor del 80%. La fertilidad natural es muy baja.

Los Ustic Humitropepts se sitúan en Las áreas donde La pendiente es menos pronunciada y hay alta concentración de fragmentos de roca en superficie y dentro del perfil. Son profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa a franco arenosa. Tienen reacción fuertemente ácida; contenidos muy bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio de cambio mayor de 60% y fertilidad natural muy baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó La siguiente fase:

5.1.4.2.1.1 MMEg1:

Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos, fases de pendientes > 75%, erosión ligera.

5.1.4.2.2 Consociación Ustic Dystropepts – MMK

La unidad se localiza entre los 2000 y 2350 m.s.n.m., dentro de un clima frio, seco, caracterizado por una temperatura media anual de 16°C y una precipitación de 500 a 1.000 mm.

Los suelos se han originado a partir de lutitas e inclusiones de areniscas y se encuentran afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y por procesos de movimientos en masa, tales como: desprendimientos de roca y deslizamientos. La topografía es fuertemente quebrada con pendientes 50 - 75% y en superficie hay fragmentos de roca. La consociación está integrada en un 90% por suelos Ustic Dystropepts e inclusiones en un 10% de Aforamiento Rocoso.

Los Ustic Dystropepts son profundos, bien drenados, de clase textural franco arcillo arenosa. Químicamente tienen reacción fuertemente ácida; contenidos bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio del 70% por debajo de los 30 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.2.1 MMKf1

Consociación Ustic Dystropepts, fase de pendientes 50- 75%, erosión ligera.

5.1.4.2.3 Consociación Lithic Ustic Humitropepts. – MMA

Los suelos de esta unidad se localizan en alturas de 2.000 a 2.350 m.s.n.m., dentro de un cima frío, seco, caracterizado por una temperatura media de 16°Cy una precipitación de lluvias de 500 a 1.000 mm

Los suelos se sitúan en el tipo de relieve de lomas, fuertemente onduladas con pendientes 25-50%. Se presenta escurrimiento difuso en grado ligero, además en superficie hay fragmentos de roca.

La consociación está conformada en un 90% por suelos Lithic Ustic Humitropepts e inclusiones en un 10% de Typic Haplustolls. Estos últimos suelos generalmente se ubican en las laderas inferiores de las lomas, presentan en superficie alta concentración de fragmentos de roca, son profundos, bien drenados, de clase textural franco arenosa a arcillosa Químicamente, tienen reacción ligeramente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico, altos contenidos de calcio y magnesio. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Lithic Ustic Hum itropepts se han originado de rocas metamórficas (gneiss); son superficiales, limitados por Ia roca; son bien drenados, de clase textural franco arcillosa. Químicamente los suelos tienen reacción extremadamente ácida, con altos contenidos de carbón orgánico y contenidos muy bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambió mayor dei 60%. La fertilidad natural es muy baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.3.1 MMAe1:

Consociación Lithic Ustic Humitropepts, fase de pendientes 25- 50%, erosión ligera.

5.1.4.2.4 Consociación Fluventic Eutropepts - MRI

La unidad cartográfica se localiza a una altura ente 1750 y 2000 m.s.n.m., dentro de un clima medio y húmedo; caracterizado por una temperatura media anual de 20°C y una precipitación de lluvias de 2000 mm.

Los suelos se han originado de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, aluviones mixtos, en tipos de relieve de vallecitos de poca extensión, angostos, de topografía ligeramente plana, con pendientes menores del 3% y afectados por fragmentos de roca en superficie. La consociación la conforman los suelos Fluventic Eutropepts en un 100%.

Los suelos Fluventic Eutropepts son moderadamente profundos, limitados por capas de fragmentos de roca; bien drenados, de clase textural franca a franco arenoso. Químicamente, la reacción es moderadamente ácida; contenidos altos de calcio, magnesio y contenidos bajas de potasio y fósforo; saturación de bases superior al 60%. La fertilidad natural es alta.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.4.1 MRIap

Consociación Fluventic Eutropepts, fase de pendientes 1 - 3%, pedregosa.

5.1.4.2.5 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención

En la Tabla 5.24 se presenta la distribución espacial de las unidades para el área de intervención, en la cual se evidencia que la unidad más representativa es la MMKf1, la cual se distribuye en el 57 % del área de intervención. En importancia continúan las unidades MMAe1 y MMeg1, unidades que se distribuyen en porcentajes de áreas de 15 y 11 %, respectivamente. Por último, se reportan las zonas urbanas y territorios artificializados, presentes en el 15 % del total del área de intervención.

Cabe mencionar que dentro del área de intervención se presenta una franja de captación, la cual se ubica en el río Pamblonita y reporta una cobertura de 0,004 ha en la categoría de Cuerpos de agua. Teniendo en cuenta el área reducida, menor al área mínima cartografiable, no se presenta en los repotes o figuras.

Tabla 5.24 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención

Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Unidad cartográfica	Fase	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Frío seco	Crestas homoclinales abruptas	Grupo indiferenciado	MMEg 1	6,23	11,45
		Crestones homoclinales	Consociación	MMKf 1	31,23	57,37
		Lomas	Consociación	MMAe 1	8,51	15,63
Zonas urbanas y territorios artificializados				ZU	8,46	15,54
Cuerpos de Agua				CA	0,004	0,01
Total					**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.3 Capacidad de uso del suelo

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a las diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran (IGAC, 2005).

Se fundamenta en la adaptación realizada para Colombia (Mosquera, 1986), de la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.

La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a la pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad y condición de drenaje natural.

La capacidad es el potencial que tiene la tierra para ser utilizada bajo cierto tipo general de uso o con prácticas específicas de manejo.

Los suelos que están agrupados dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones para propósitos de uso o respecto al riesgo de degradarse. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos. Muchos de los suelos dentro de cualquiera de las clases requieren distintas prácticas de manejo.

Se muestra a continuación las clases que integran la clasificación o sistema.

Las clases I y II corresponden a tierras arables, con capacidad para cualquier tipo de cultivo, con prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos y manejo de aguas.

Las clases III y IV corresponden a tierras arables, con restricciones en la selección de cultivos, con prácticas intensivas de conservación de suelos y manejo de aguas.

La clase V y VI corresponde a las tierras para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes, sistemas agroforestales y/o reforestación, con la incorporación selectica de prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas.

La clase VII corresponde a tierras forestales con posibilidades de uso mixto del bosque.

La clase VIII corresponde a las tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua, la prestación de servicios ambientales, siendo considerados como muy vulnerables.

Las subclases agrológicas corresponden a una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que específica para las clases, uno o más factores limitantes generales y específicos, lo que determina que la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitación. Se presenta a continuación las principales características de las limitaciones establecidas para el área:

- (e) erosión actual y/o peligro de susceptibilidad a la erosión: La subclase por erosión la conforman los suelos que se encuentran afectados, bien sea, por pérdida acelerada de suelo o susceptibilidad a la misma, causada por la mala utilización de los terrenos, prácticas de manejo inadecuadas o por fenómenos de remoción o movimientos en masa.
- (s) limitaciones en la zona radicular: La subclase por suelo se califica de acuerdo con las limitaciones físicas y/o químicas, que dificultan e impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas y las prácticas de labranza del suelo.

A partir de esta clasificación de los suelos se determina la capacidad de uso del suelo, en la cual, a partir de la oferta del recurso, sus características y limitantes manejo se determinan las categorías de capacidad de uso del suelo en función de sistemas productivos o de conservación. En la Tabla 5.25, la Figura 5.37 y el plano PAPM_015_EIA_MA_UP_001_SIG, se presenta la clasificación por capacidad de usos del suelo presentes en el AI del proyecto.

Tabla 5.25 Capacidad de uso del suelo en el AI

Capacidad de uso	Uso principal	Subclase	UCS	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	VIe-1	MMAe1	ASP	79,60	14,56
		Vs-3	MRIap			
Conservación	Sistemas forestales protectores	VIII	MMEg1	FPR	156,95	28,70
Forestal	Sistema forestal productor	VIIe-5	MMKf1	FPD	261,25	47,77
Cuerpos de agua			CA		4,56	0,83
Zonas urbanas			ZU		44,52	8,14
Total					**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

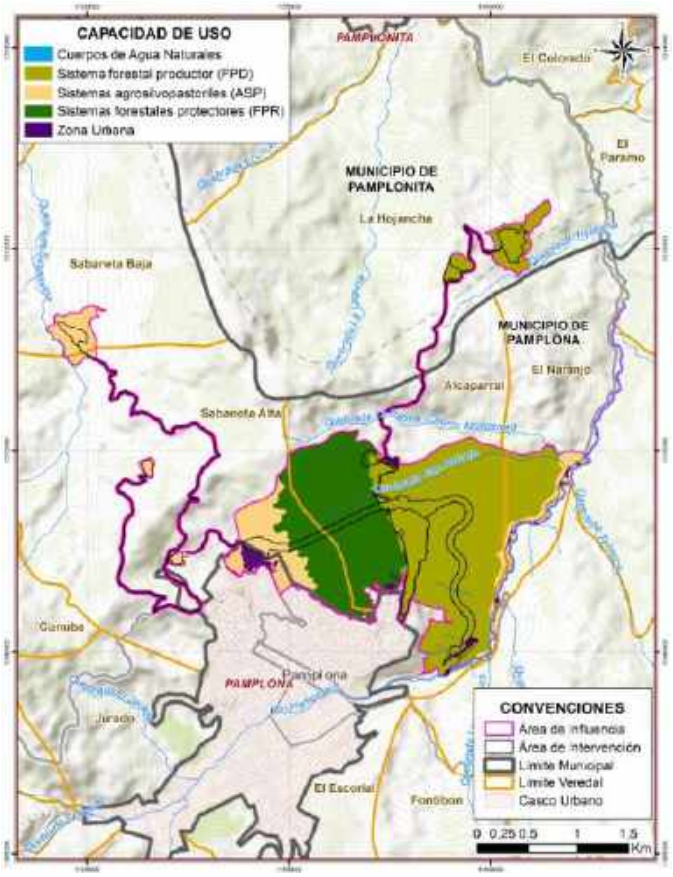
Como se mencionó anteriormente, los suelos con clasificación agrológica Vs-3 y Vie-1 presentan una capacidad de uso agroforestal para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles, los cuales se caracterizan por ser arreglos productivos que incluyen producción agrícola de

baja intensidad, con sistemas ganaderos y arreglos forestales, los cuales se interrelacionan tanto espacial como temporalmente.

En cuanto a los suelos con clasificación VIIe-5, presentan una capacidad de uso para desarrollar sistemas forestales productivos, asociados principalmente a sus limitantes de uso, como pendiente y fertilidad, teniendo en cuenta que estos sistemas no son fuertemente extractivos.

Por último, los suelos clase VIII presentan limitantes de uso y manejo tales, que el desarrollo de cualquier sistema productivo debe evitarse, en aras de la preservación del recurso, por lo que deben destinarse a la conservación de estos, así como de la flora nativa, adaptada a esta oferta ambiental.

Figura 5.37 Capacidad de uso del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.3.1 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención

En la Tabla 5.26 se presenta la distribución de la capacidad de uso del suelo para el área de intervención. En esta se evidencia que el 57 % del área corresponde a suelos con una capacidad de uso forestal productor, las cuales son seguidas por suelos con capacidad para soportar sistemas de producción agrosilvopastoriles en el 17 % del área total.

En tercer lugar, con una distribución del 11 %, se reportan las áreas que por sus restricciones ambientales deben ser destinadas a la conservación de la flora, ya que no cuentan con la capacidad de soportar sistemas productivos, sin que sus propiedades y calidad se disminuyan significativamente. Por último, en el 15 % del área total, se reportan zonas urbanas y territorios antropizados, los cuales, por no presentar suelo, no presentan determinación de capacidad de uso.

Tabla 5.26 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención

Capacidad de uso	Uso principal	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	8,51	15,63
Conservación	Sistemas forestales protectores	FPR	6,24	11,45
Forestal	Sistema forestal productor	FPD	31,22	57,33
Cuerpos de agua naturales		CA	0,0044	0,01
Zonas urbanas		ZU	8,48	15,57
Total			**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4 Uso actual del suelo

Se define como el empleo que le da el hombre a la cobertura del suelo, ya sea con fines productivos, (explotaciones agrícolas y pecuarias), de comunicación y vivienda (tejido urbano continuo y discontinuo, ríos y vías) o de protección y conservación (bosques de galería o ripario y vegetación secundaria alta).

Siendo el suelo el recurso principal de estas actividades, es necesario realizar prácticas que disminuyan su deterioro, adoptar y adaptar tecnologías que contribuyan a su conservación e incentiven el manejo sostenible de los recursos naturales que interactúan en la dinámica Suelo-planta-hombre. El cambio de uso del suelo en Colombia es dinámico y constante, estos cambios no siempre se acoplan a las características físicas, químicas y biológicas y a la fragilidad implícita de los suelos.

De acuerdo con lo anterior se establece que esta dinámica está en función del tiempo y el espacio, ya que los usos actuales determinados pueden crecer, decrecer o mantenerse constantes, en relación con las necesidades económicas, sociales y/o culturales de la población; que se encuentran en estrecha relación con los aspectos que integran y orientan las tendencias de consumo, los mercados locales, regionales y nacionales, y las políticas sectoriales

El desarrollo del uso actual del suelo para el área de influencia se realizó mediante la agrupación de las diferentes coberturas identificadas por el componente flora. Esta unificación se hace en relación con la funcionalidad, lo cual se convierte en sectores que manifiestan los mismos patrones de producción y uso de los recursos naturales, asociados en especial a los suelos.

De acuerdo con los criterios de la geodatabase emitida por la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA), se identificó el uso del suelo y el tipo de uso del suelo, los cuales se presentan en la

Tabla 5.27 y su distribución espacial en la

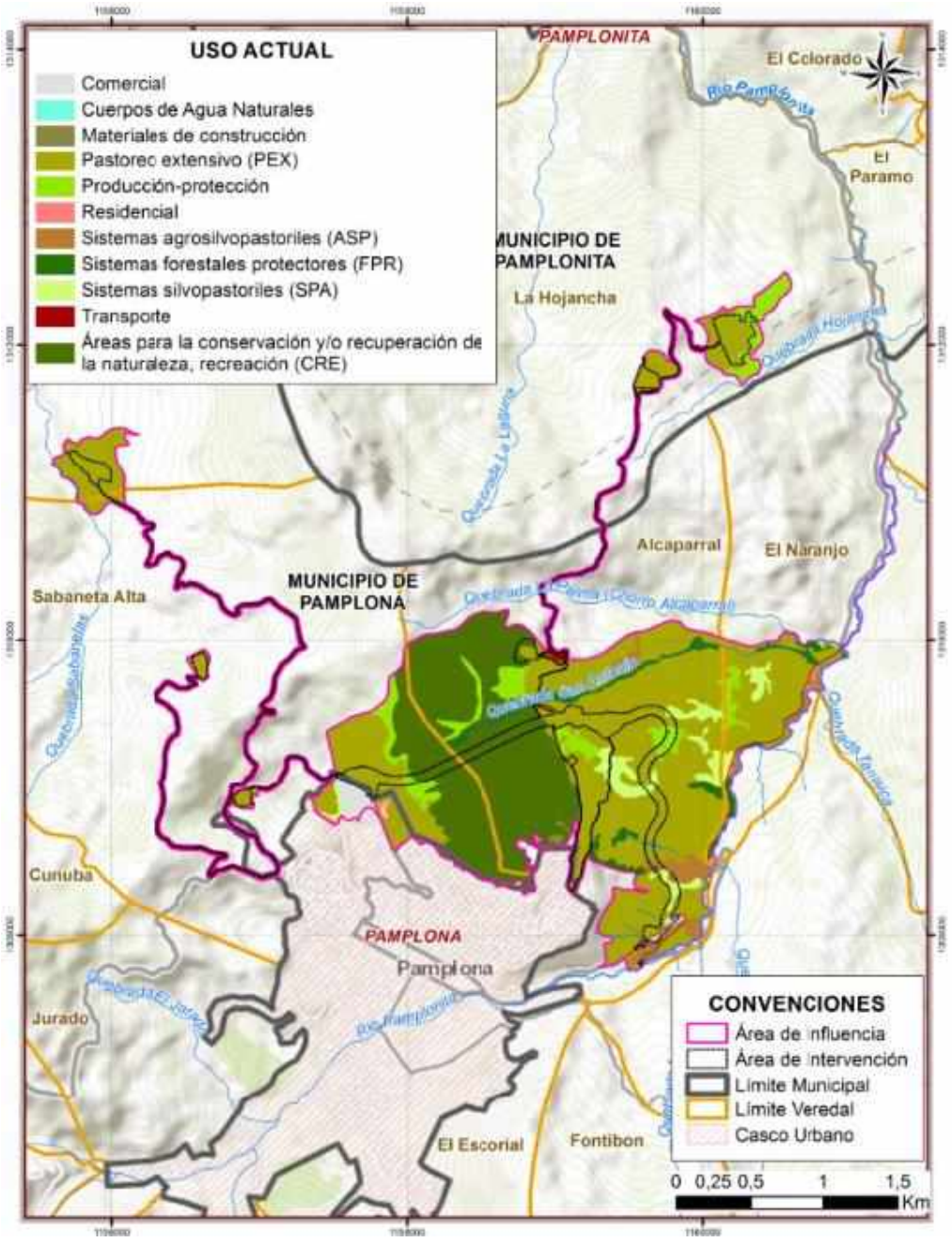
Figura 5.38 y el plano PAPM_014_EIA_MA_UA_001_SIG. Adicionalmente, a continuación se describen los principales uso de los suelos presentes en el AI.

Tabla 5.27 Uso actual del suelo en el AI

Uso Actual	Tipo de uso	Cobertura	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	Mosaico de pastos y cultivos	ASP	13,54	2,48
		Otros cultivos permanentes arbustivos			
	Sistemas silvopastoriles	Mosaico de pastos con espacios naturales	SPA	20,09	3,67
Total Agroforestal				**33,63**	**6,15**
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	Arbustal denso bajo	CRE	145,03	26,52
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos			
	Sistemas forestales protectores (FPR)	Bosque de galería y ripario	FPR	16,39	3,00
Total Conservación				**161,43**	**29,52**
Forestal	Producción-protección	Arbustal denso alto	FPP	33,85	6,19
Total Forestal				**33,85**	**6,19**
Ganadería	Pastoreo extensivo	Pastos arbolados	PEX	268,85	49,16
		Pastos enmalezados			
		Pastos limpios			
Total Ganadería				**268,85**	**49,16**
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Ríos (50 m)	CA	4,55	0,83
Total Cuerpos de Agua				**4,55**	**0,83**
Asentamiento	Residencial	Construcciones Rurales	ARS	2,18	0,40
		Tejido urbano discontinuo			
Total Asentamiento				**2,18**	**0,40**
Infraestructura	Comercial	Zonas comerciales	INC	5,55	1,02
	Transporte	Red vial	INT	36,12	6,60
Total Infraestructura				**41,67**	**7,62**
Minería	Materiales de construcción	Zonas de extracción de material de construcción	MMC	0,73	0,13
Total Minería				**0,73**	**0,13**
Total general				**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 5.38 Uso actual del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.1 Ganadería – Pastoreo extensivo (PEX)

Corresponde al sistema productivo ganadero de producción de leche, que se desarrolla bajo un modelo extensivo, el cual se caracteriza por requerir amplias extensiones en una baja relación ganado/área. Dentro de esta categoría de uso se presentan las coberturas de

pastos limpios, arbolados y enmalezados, los cuales se distribuyen en un 49 % del AI y se pueden apreciar en la Fotografía 5.1 y Fotografía 5.2.

Fotografía 5.1 Ganado lechero para ordeño

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Fotografía 5.2 Pastoreo extensivo en laderas

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

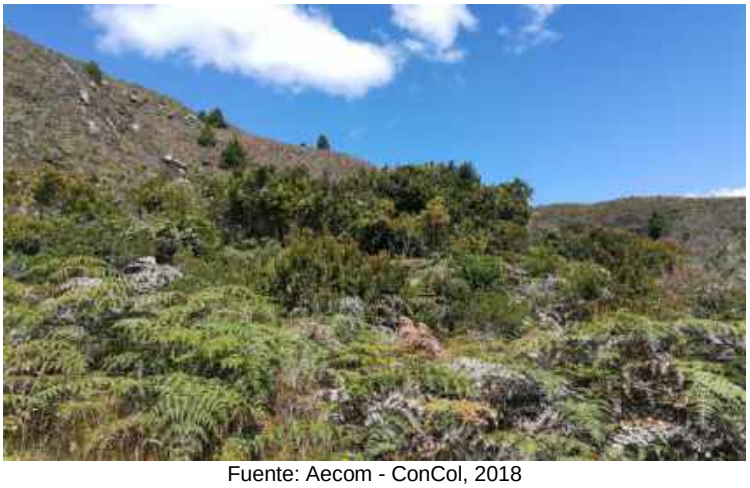
5.1.4.4.2 Conservación

El uso de conservación se divide en dos categorías de uso, la primera asociada a áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza y está asociado a zonas de herbazales y arbustales, los cuales se pueden apreciar en la Fotografía 5.3 y se distribuyen en el 27 % del AI.

Por otro lado, distribuido en el 3 % del AI, el uso de conservación de sistemas forestales protectores corresponde a las coberturas de bosque de galería y riparios, los cuales son vegetación natural destinada a la protección de los cuerpos de agua (ríos principalmente) y sus márgenes. El total, el área de conservación corresponde al 30 % del área de influencia.

Cabe mencionar que, para el caso de esta categoría, en la cual para el área de intervención se distribuye en 8 ha (14 %), al estar asociada al trazado del túnel, corresponde a áreas que no van a ser afectadas directamente ya que la intervención se realizara en el subsuelo, por lo cual el uso actual no se modifica.

Fotografía 5.3 Areas de Conservación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.3 Agroforestal

Los usos agroforestales, distribuidos en el 6 % del área de influencia corresponden a sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, los cuales se caracterizan por presentar mezclas de producciones ganaderas y especies forestales, los cuales por el nivel de detalle que maneja el estudio y la escala (1:25.000), no es posible detallarlos. En la Fotografía 5.4 se evidencia un mosaico de pastos y con espacios naturales.

Fotografía 5.4 Sistemas agrosilvopastoriles

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.4 Forestal

En la Fotografía 5.5 se presenta una cobertura de Arbustal denso, el cual corresponde al uso forestal de producción protección, el cual se caracteriza por ser áreas naturales que sirven como habitad de fauna silvestre, se realiza un aprovechamiento forestal selectivo por parte de la comunidad y se distribuyen en el 6 % del área de influencia.

Fotografía 5.5 Uso forestal de producción-protección

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.5 Uso actual del suelo en el área de intervención

En la Tabla 5.28 se presentan los usos actuales asociados al área de intervención, en esta se puede apreciar que el uso más representativo es el ganadero, el cual se distribuye en el 63 % del total del área. A este lo siguen la infraestructura de transporte, uso que corresponde al 15 % del área de intervención.

En tercer lugar, se reporta, las áreas destinadas a la conservación con una cobertura del 11 %, en las que se incluyen áreas para la conservación y/o recuperación y sistemas forestales protectores, seguido por las categorías forestal de producción-protección y los sistemas silvopastoriles, distribuidos en el 4 y 5 %, respectivamente. En cuanto a las cuatro categorías de uso restantes, se distribuyen en el 2 % del área total.

Tabla 5.28 Uso actual del suelo en el área de intervención

Uso Actual	Tipo de uso	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	0,93	1,71
	Sistemas silvopastoriles	SPA	1,86	3,41
Total Agroforestal			**2,79**	**5,12**
Asentamiento	Residencial	ARS	0,12	0,22
Total Asentamiento			**0,12**	**0,22**
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	CRE	6,02	11,05
	Sistemas forestales protectores (FPR)	FPR	0,10	0,19
Total Conservación			**6,12**	**11,24**
Forestal	Producción-protección	FPP	2,53	4,64
Total Forestal			**2,53**	**4,64**
Ganadería	Pastoreo extensivo	PEX	34,53	63,41
Total Ganadería			**34,53**	**63,41**
Infraestructura	Comercial	INC	0,98	1,81
	Transporte	INT	7,38	13,55
Total Infraestructura			**8,36**	**15,36**
Cuerpos de agua Naturales	Cuerpos de agua naturales	CA	0,00	0,01
Total cuerpos de agua naturales			**0,00**	**0,01**
Total general			**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5 Conflicto de uso del suelo

La normal dinámica del medio natural influenciado por el desarrollo económico y social ha ocasionado un nuevo estado de desarrollo, en el cual se determinan un conjunto de conflictos de uso del suelo y por consiguiente de los recursos naturales. La identificación de los diferentes niveles de conflicto permite establecer el real aprovechamiento y deterioro del recurso suelo respecto de su explotación actual, representada tanto por los usos como por las coberturas.

El establecimiento de las diferentes categorías de conflictos de uso del suelo se sustenta en un proceso de confrontación simultánea de las temáticas definidas como uso actual asociado a la cobertura vegetal y el uso reglamentado por los instrumentos de ordenamiento territorial versus la capacidad de uso de las tierras. Esto permite determinar la discrepancia entre el aprovechamiento actual de las tierras, lo establecido dentro de la norma y la oferta edáfica estimada, por medio de la clasificación de las tierras. En desarrollo de este análisis se adoptaron las categorías de conflicto que se definen a continuación. La metodología empleada se sustenta en la metodología IGAC Y CORPOICA para la determinación de conflicto de uso del suelo (IGAC & Corpoica, 2002).

5.1.4.5.1 Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A)

Establece los terrenos en los cuales los usos actuales y sus coberturas asociadas guardan total correspondencia con la capacidad de uso de las tierras, sin deterioro ambiental de mayor significancia del recurso suelo, permitiendo mantener actividades productivas siempre y cuando se establezcan o continúen desarrollando adecuadas prácticas de uso y manejo. Igualmente integra los relictos de ecosistemas naturales aún existentes que suministran bienes y servicios ambientales.

5.1.4.5.2 Conflictos por subutilización (S)

Calificación dada a las tierras donde el agroecosistema dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles.

En estas áreas el uso actual es menos intenso en comparación con la mayor capacidad productiva de las tierras, razón por la cual no cumplen con la función social y económica establecida por la Constitución Nacional, cuyo fin es el de proveer de alimentos a la población y satisfacer sus necesidades básicas. En esta clase se diferenciaron tres (3) grados de intensidad, así:

5.1.4.5.2.1 Subutilización ligera S1

Definen los terrenos para los cuales el uso actual está próximo a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo de su real vocación, con la consiguiente baja utilización del mismo, pudiendo no demandar mayores recursos en las actividades productivas, sin deterioro evidente del medio natural.

5.1.4.5.2.2 Subutilización moderada S2

Corresponde a los terrenos en los que el uso actual encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad

medianamente por un uso inadecuado del recurso o de tierras productivas; aunque no hay pérdida ni deterioro de este, se evidencian factores que pueden acarrear bajos rendimientos o improductividad.

5.1.4.5.2.3 Subutilización severa S3

Hace referencia a los terrenos en que el uso actual es inadecuado o contrario a la capacidad de uso de las tierras, siendo subutilizado el recurso natural en un grado severo, consecuencia del descanso, abandono de sectores productivos o no uso de sectores altamente intervenidos, sin manifestación evidente de deterioro del recurso ni del medio natural, pudiendo propiciar conflictos de carácter social y económico debido a disminuciones en la productividad.

5.1.4.5.3 Conflictos por sobreutilización (O)

Calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas.

En estas tierras los usos actuales predominantes hacen un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva, siendo incompatibles con la vocación de uso principal y los usos compatibles recomendados para la zona, con graves riesgos de tipo ecológico y social. Los conflictos por sobreutilización se subdividieron en los siguientes grados de intensidad:

5.1.4.5.3.1 Sobreutilización ligera O1

Establece los terrenos en donde los usos actuales se encuentran ligeramente en discordancia con la capacidad de uso de las tierras, evidenciando un paulatino y progresivo deterioro ante el incremento de procesos erosivos, disminución de la fertilidad natural y una afectación ligera de la fauna y la flora asociada.

5.1.4.5.3.2 Sobreutilización moderada O2

Comprende los terrenos en donde los usos actuales presentan una moderada discrepancia con respecto de la capacidad de uso de las tierras, con la presencia y potencial desarrollo de procesos de erosión, disminuyendo la oferta de servicios ambientales, lo que limita la dinámica de los ecosistemas naturales pudiendo restringir la oferta de recursos naturales asociados, flora, fauna y agua.

5.1.4.5.3.3 Sobreutilización severa O3

Identifica los terrenos con usos actuales que están en total discordancia con la capacidad de uso de las tierras, utilizando estas tierras muy por encima de su real vocación, generando en el suelo procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa, en diferentes grados e igualmente perdida de su capacidad de regeneración, afectando la dinámica natural del medio propiciando un paulatino deterioro que se representa en la fragmentación de los ecosistemas, rompimiento de la conectividad ecológica y disminución de la oferta de recursos naturales para el mantenimiento de equilibrio natural y la prestación de servicios ambientales.

En la Tabla 5.29 se presenta la matriz para la determinación de conflicto de uso de acuerdo con los usos definidos, especificando las posibles combinaciones que se pueden presentar.

La matriz hace confrontación de 11 tipos de usos actuales y 5 de usos potenciales, lo cual implica 55 combinaciones posibles de conflicto de usos del suelo. El resultado de conflictos a partir de la ejecución de la matriz se presenta en el Anexo 8-3.

Tabla 5.29 Matriz de determinación de conflicto de uso del suelo

Uso actual		Uso potencial				
		Agroforestal	Conservación	Forestal	Cuerpos de agua	Zonas urbanas
		ASP	FPR	FPD	CA	ZU
Agroforestal	SPA	A	O2	O1	N/A	N/A
Conservación	CRE	A	A	A	N/A	N/A
	FPR	A	A	A	N/A	N/A
Forestal	FPP	S2	A	A	N/A	N/A
Ganadería	PEX	A	O2	O1	N/A	N/A
Cuerpos de Agua	CA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Asentamiento	ARC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minería	MMC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Infraestructura	INC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	INT	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5.4 Conflictos de uso del suelo en el AI

En la Tabla 5.30, la Figura 5.39 y el plano PAPM_016_EIA_MA_CU_001_SIG, se presentan los conflictos de uso del suelo presentes en el área de influencia, en la cual se evidencia que a partir de la confrontación de la capacidad de uso del suelo con el uso actual se presentan conflictos por subutilización y sobreutilización, así como áreas sin conflicto de uso y otras en las cuales no aplica la determinación de este.

En nivel de importancia se resalta que el 48 % del AI no presenta conflicto de uso teniendo en cuenta que el uso actual del suelo va acorde con la oferta ambiental o capacidad de uso que presenta el suelo explotado. En esta categoría se incluyen los usos de conservación, la ganadería y sistemas silvopastoriles ubicados en suelos con aptitud agroforestal.

En segunda instancia y con una distribución porcentual similar (40 %), se presentan las tierras que presentan conflictos por sobreutilización ligera, que corresponde a usos agroforestales o ganaderos desarrollados en suelos con actitud para la producción forestal.

El área restante (11 %), se distribuye en zonas que no aplica la definición de conflicto de uso (no presentan suelo), distribuidas en un 9 % del AI y en las categorías de subutilización y sobreutilización moderada.

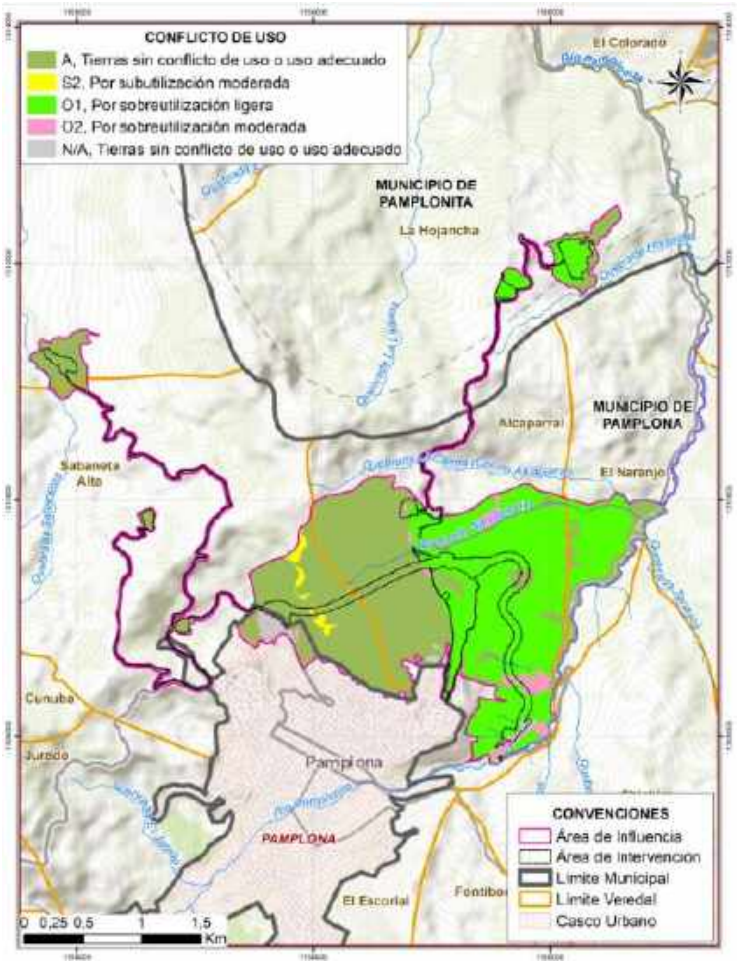
Tabla 5.30 Conflicto de uso del suelo en el AI

Conflicto de uso	Descripción	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Tierras sin conflicto de uso	tierras donde el agroecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal	A	261,09	47,74
Conflictos por subutilización moderada	Tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la clase de vocación de uso principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras	S2	4,65	0,85
Conflicto por sobreutilización ligera	Tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado	O1	220,46	40,31

Conflicto de uso	Descripción	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Conflicto por sobreutilización moderada	Tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la clase de vocación de uso principal recomendada	O2	11,56	2,11
No aplica	Áreas en donde por la carencia de suelo no aplica la determinación del conflicto de uso	N/A	49,13	8,98
Total			**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 5.39 Conflicto de uso del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5.5 Conflictos de uso del suelo en el área de intervención

Para el área de intervención, en la Tabla 5.31 se presentan la distribución porcentual de los las categorías de conflicto de uso del suelo, en la que se evidencia que contrario a lo reportado en el AI, el conflicto principal es el de sobreutilización ligera, el cual representa el 50 % del área total.

En segundo lugar, se reportan los suelos sin conflicto de uso con una cobertura del 35 %, mientras que el 15 % del área, no presentan conflicto de uso del suelo. Por último, el 2 % restante corresponde a suelos con conflicto por subutilización y sobreutilización moderada.

Tabla 5.31 Conflicto de uso del suelo en el área de intervención

Conflicto de uso	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Tierras sin conflicto de uso	A	17,02	31,26
Conflictos por subutilización moderada	S2	0,08	0,14
Conflicto por sobreutilización ligera	O1	27,67	50,82
Conflicto por sobreutilización moderada	O2	1,20	2,20
No aplica	N/A	8,48	15,58
Total		54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.6 Análisis de vulnerabilidad del Suelo asociado al túnel.

Para el análisis de la vulnerabilidad del recurso suelo en donde se proyecta la construcción del túnel, se tuvieron en cuenta las clases agrológicas propias de las unidades cartográficas de suelo presentes en el área.

Dichas clases agrológicas agrupan los suelos que presentan un grado similar de limitaciones en general y de riesgos, siendo esto la pauta para determinar su vulnerabilidad. De las unidades cartográficas de suelo por las que atraviesa el diseño del túnel se identificaron 3 clases agrológicas presentadas en la Tabla 5.32

Tabla 5.32 Clases agrológicas asociadas al túnel

UCS	Clase agrológica	Limitante de uso	Área (Ha)	Área (%)
MMAe1	VIe-1	Erosión	0,360	6,09
MMKf1	VIIe-5	Erosión	0,552	9,34
MMEg1	VIII	Pendiente y erosión	5,004	84,58
Total			**5,916**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.6.1 Clase VIe-1

Asociado a la unidad MMAe1, ubicado en las lomas de las montañas, presenta un relieve fuertemente quebrado con pendientes entre 25 – 50 %, afectado por erosión superficial ligera y en algunos sectores movimientos en masa. Los suelos son superficiales, limitados por fragmentos de roca en el perfil, bien drenados, texturas franco arcillo arenosas y fertilidad natural baja.

Como limitantes de uso se asocial la erosión, la pendiente y a baja precipitación anual, y el uso recomendado son los sistemas agrosilvopastoriles. Con respecto al área de intervención del túnel, representa el 6 %.

5.1.4.6.2 Clase VIIe-5

Representa la unidad MMkf1 asociada a las geoformas de crestones homoclinales, con un relieve escarpado y pendientes entre 50 – 75 %, ligeramente afectados por erosión superficial. Los suelos son profundos, bien drenados, de clases texturales variables y fertilidad natural alta.

Dentro de las limitantes de uso se encuentran la erosión, fuertes pendientes, baja precipitación anual y presencia de fragmentos de roca en la superficie, lo cual determina que estas tierras presentan una vocación de uso forestal productora. Esta clase agrológica corresponde al 9 % del área de intervención del túnel.

5.1.4.6.3 Clase VIII

Estos suelos, que corresponden a la unidad MMEg1, presentan limitantes tan severas, que su aptitud es la conservación de la vegetación. La importancia de las tierras radica desde el punto de vista de protección, usos recreativos o turísticos, y como refugio de la fauna, protección de la flora y de los recursos hídricos.

Esta unidad está ubicada sobre el 85 % del área de intervención del túnel, sin embargo, su ubicación permite que no se vea afectada de una manera directa por la construcción de este, ya que se encuentra en la parte superior de la montaña.

Adicional a esto, a partir de los análisis de laboratorio realizados para la caracterización de dichas unidades, se determinan propiedades naturales asociadas a servicios ecosistémicos que brinda el suelo, en los que se encuentran la capacidad de retención de agua (CRA) y fertilidad natural del suelo, resultados que se presentan en la Tabla 5.33.

Tabla 5.33 CRA y Fertilidad natural de UCS asociadas al túnel

UCS	Perfil modal	Horizonte	Profundidad (cm)	CRA (m3/ha)	Fertilidad Natural	
MMA	PC01	PC01-1	0 - 50	1.668,00	3,71	Baja
		PC01-2	50 - 74	918,02		
MME	PC02	PC02-1	0 - 60	863,04	3,85	Baja
		PC02-2	60 - 90	540,82		
MMK	PC03	PC03-1	0 - 45	2.054,34	1,69	Muy baja
		PC03-2	45 - 90	2.656,37		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

De acuerdo con los resultados se observa que las unidades de suelos MMA y MME presentan una fertilidad natural baja, mientras que la unidad MMK se categoríza como muy baja, lo cual va en coherencia con la capacidad de uso del suelo persentada anteriormente, en donde los sistemas agroforestales y forestales se caracterizan por presentar una baja intensidad y demanda de recursos (en comparación con sistemas agrícolas y pecuarios intensivos).

En cuanto a la capacidad de retención de agua, característica definida tanto por parámetros físicos del suelo (textura, capacidad de campo, densidad aparente) como químicas (principalmente porcentaje de materia orgánica), se encuentra que por la unidad MME es la que presenta una menor capacidad de retención que presenta valores máximos estimados en 863 m^3/ha en el primer horizonte y 540 m^3/ha en el segundo.

La unidad MMA presenta valores intermedios que varían entre 918 – 1668 m^3/ha, mientras que la unidad MMK presenta valores altos de retención superiores a los 2000 m^3/ha de agua que puede ser retenida por el suelo.

Cabe mencionar que la capacidad de retención de agua es una propiedad altamente suceptible a modificaciones, en donde por actividades antrópicas directas o indirectas en el suelo, esta se puede disminuir, principalmente por procesos de compactación, que generan

alteración de la infraestructura y aumento en la densidad apatente del suel, en los que se encuentran actividades tradicionales como la ganadería extensiva o agricultura.

En cuanto al desarrollo del proyecto con respecto a la construcción del túnel, teniendo en cuenta que la principal afectación al recurso se realiza de manera puntual en el área de los portalesde entrada y de salida, ya que la intervención del resto del trazado del túnel se desarrolla de manera subsuperficial.

5.1.5 Hidrología

La hidrología estudia la dinámica, circulación, distribución e interacción del agua en un área específica. Dicha área está compuesta por una o más cuencas delimitadas entre sí por los filos, cuchillas o divisorias de las montañas; dichas cuencas corresponden a unidades territoriales por donde escurren de manera natural y/o a través de estructuras hidráulicas de origen antrópico la escorrentía (agua lluvia) y las corrientes superficiales que inician su recorrido tras aflorar las aguas subterráneas, para drenar y conformar quebradas, ríos o lagunas para posteriormente entregar sus efluentes a cauces más grandes, lagos y el océano, conformando así un sistema interconectado que da origen junto a las variables climáticas al ciclo hidrológico[1].

Las cuencas hidrográficas se han constituido como unidades de planificación en el país, teniendo como finalidad mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos y la conservación de su estructura ecológica, particularmente del recurso hídrico[2]; estos territorios generan bienes y servicios ambientales que son demandados por las poblaciones de la cuenca e incluso de la zona hidrográfica. En el caso del área de influencia (en adelante AI) de la Unidad Funcional 1 (en adelante UF1) los servicios que presta el recurso hídrico son: a) Consumo humano, b) suministro de agua para actividades agrícolas y pecuarias, tanto pancoger como para el comercio a nivel “artesanal” como industrial, c) conservación de la fauna y flora y d) para uso recreativo. En lo anterior radica la importancia de definir las cuencas que se superponen con el proyecto, principalmente con el área de intervención y respectivas repercusiones manifiestas en el área de influencia, así mismo se deben definir los procesos biofísicos y antrópicos que tienen lugar, de tal manera que el desarrollo del proyecto se realice bajo los principios de sostenibilidad ambiental, con el objetivo de reducir las interferencias a los procesos de captación, regulación y descarga de agua, así garantizar la disponibilidad y calidad del agua para los diferentes usos que le dan los usuarios, así mismo y no menos importante para el correcto desarrollo de la estructura ecológica del territorio.

En consecuencia a lo anterior, en los numerales siguientes se presenta información de las cuencas presentes en el área de influencia, así como las características de los sistemas lóticos, caudales característicos de los principales cuerpos de agua, red de drenaje y demás aspectos que permiten caracterizar las condiciones hidrológicas del área de influencia, dando cumplimiento a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración de

[1] IDEAM, 2010

[2] Presidencia de la República de Colombia. (06/08/2002). Decreto 1729 de 2002. DO: 44.893

Estudios de Impacto Ambiental – EIA – en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, establecidos por el MADS mediante Resolución 751 de marzo de 2015.

5.1.5.1 Fuentes de información

Para lograr los objetivos del estudio hidrológico se dio uso a información secundaria, se levantó información primaria mediante comisiones del equipo profesional al área de influencia del proyecto y se gestionó información del IDEAM, precisamente estaciones hidrometeorológicas.

5.1.5.1.1 Cartografía

La información cartográfica para los análisis de hidrología empleó información en escala 1:25.000 y 1:10.000 (Túnel) y específicamente la que se lista a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 25.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
- Información hidrológica con base en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

5.1.5.1.2 Información de fuentes oficiales

Como fuente de información se identificaron y consultaron las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pamplona
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)
- Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río pamplonita POMCA.

5.1.5.1.3 Información Hidrológica

A fin de realizar la descripción hidrológica del área de influencia, se utilizó información hidrometeorológica actualizada suministrada por el IDEAM y que, en su mayoría, cuenta con información para el periodo comprendido entre los años de 1973 a 2017.

En la Tabla 5.34 la lista y características generales de las estaciones hidrometereológicas utilizadas para el estudio hidrológico pertinente a la UF1 del corredor vial Cúcuta – Pamplona de la cual se obtiene la información necesaria para la estimación de precipitaciones y caudales por métodos indirectos de lluvia escorrentía.

Tabla 5.34 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis Hidrológico asociado a la zona en estudio

NOMBRE	CATEG_	ALTITUD	FECHA_INST	ESTE	NORTE
Villa Del Rosario [16010010]	PM[1]	511	15/01/1972	1176459	1356601
La Donjuana Automat [16017020]	LG	730	15/08/1972	1162420	1342189
Manzanares [16010110]	PM	1371	15/09/1990	1164158	1333570
Esperanza La [16015030]	CO[2]	1814	15/11/1972	1170797	1329167
Tama Parque Nal [16015090]	CP[3]	2431	15/04/1989	1180559	1313056
Cucutilla [16020080]	PM	1388	15/09/1955	1144316	1324656
Caldera La [16020110]	PM	3103	15/01/1978	1149907	1301442
Salazar [16025030]	CP	1151	15/03/1973	1137616	1351185
Donjuana La 2 [16010020]	PM	795	15/04/1973	1163020	1343522

NOMBRE	CATEG_	ALTITUD	FECHA_INST	ESTE	NORTE
Iser Pamplona [16015020]	AM[4]	2476	15/04/1972	1158726	1307000
Ragonvalia [16015100]	CP	1613	15/07/2000	1176312	1330294
Arboledas [16020050]	PM	920	15/05/1958	1140969	1336814
Carmen De Tonchala [16025010]	CP	314	15/10/1968	1166271	1360129
Labateca [37010010]	PM	1698	15/04/1955	1174215	1299308
Cacota [37010030]	PM	2467	15/06/1958	1158761	1295938

1 PM Pluviométrica	2 CO Climatológica Ordinaria	3 CP Climatológica Principal	4 AM Agrometereológica

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2 Caracterización hidrológica del área de influencia

5.1.5.2.1 Sistemas lóticos y lénticos del área de influencia

De acuerdo con la cartografía IGAC 1:25.000 y los recorridos del equipo técnico se logró definir y actualizar la red hidrográfica del área de influencia de la UF1, la cual se compone a nivel superficial de sistemas lóticos, no se registraron cuerpos lénticos; todos tributarios del río Pamplonita afluente principal asociado al corredor vial proyectado y que según la clasificación del IDEAM, hace parte de la zona hidrográfica del Catatumbo.

5.1.5.2.1.1 Lóticos

Los sistemas lóticos identificados durante los recorridos y según cartografía son los siguientes (ver Tabla 5.35).

Tabla 5.35 Inventario de fuentes lóticas identificadas durante los recorridos

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
1	Quebrada San Antonio	X		1.159.107	1.309.578	2.321	Pamplona	Alcaparral	Drenaje permanente de lecho liso, no se le evidencia material de arrastre. Con profundidad menor a 10 cm y ancho de cauce menor a 50 cm. De flujo sin crestas con abundante vegetación arbustiva. Dirección de la corriente Nor-occidente a Sur-oriente.	
2	NN-25-1	X		1.159.715	1.308.010	2.201	Pamplona	Alcaparral	Drenaje con intervención antrópica mediante canalización en concentro en el punto de cruce con vía existente Pamplona - Cúcuta. Flujo tranquilo en sentido Norte - Sur.	
3	NN-25	X		1.159.675	1.307.909	2.127	Pamplona	Alcaparral	Drenaje intermitente de aguas asociadas a manantiales y a aguas provenientes de cunetas de la vía existente. Con lecho sin presencia de material rocoso, ni evidencia de caudal considerable, su desembocadura se da sobre el río pamplonita.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
4	NN-26	X		1.159.861	1.308.072	2.190	Pamplona	Alcaparral	Drenaje conducido a través de canales de concentro y zanjas.	
5	NN-27-1	X		1.159.717	1.308.590	2.190	Pamplona	Alcaparral	Corriente derivada de manantial, 01 de flujo tranquilo, con presencia de material mediano (5 - 15 cm) y una gran cantidad de vegetación arbustiva. Dirección de corriente occidente a oriente.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
6	NN-27	X		1.159.684	1.308.462	2.204	Pamplona	Alcaparral	Corriente de flujo tranquilo, con presencia de material mediano (5 - 15 cm) y con vegetación media entre arbórea y arbustiva. Con ancho mojado de entre 1 y 2 metros y una profundidad de no más de 30 cm. Dirección de corriente occidente a oriente.	
7	NN- 15	X		1.160.128	1.308.974	2.071	Pamplona	Alcaparral	Drenaje intermitente de pendiente ondulada o media. Lecho de material rocoso medio, en el punto de intersección con la vía existente su cauce se ocupa con obra hidráulica. Vegetación media a abundante.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
9	Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	X		1.160.915	1.309.981	1984	Pamplona	El Naranjo	Drenaje permanente con pendiente ondulada a medio. Flujo turbulento. Presenta lecho con material medio (5-15 cm) y orillas con material grueso (>15 cm). La vegetación en sus orillas es de tipo Arbustiva (<5 m) y cultivo de plátano. El en punto de cruce no se identifica infraestructura adosada. Hacia unos 50 metros aguas abajo se identifica un box culvert sobre el cual para la vía nacional pamplona-Cúcuta. En este punto no se reporta afectación por inundaciones.	

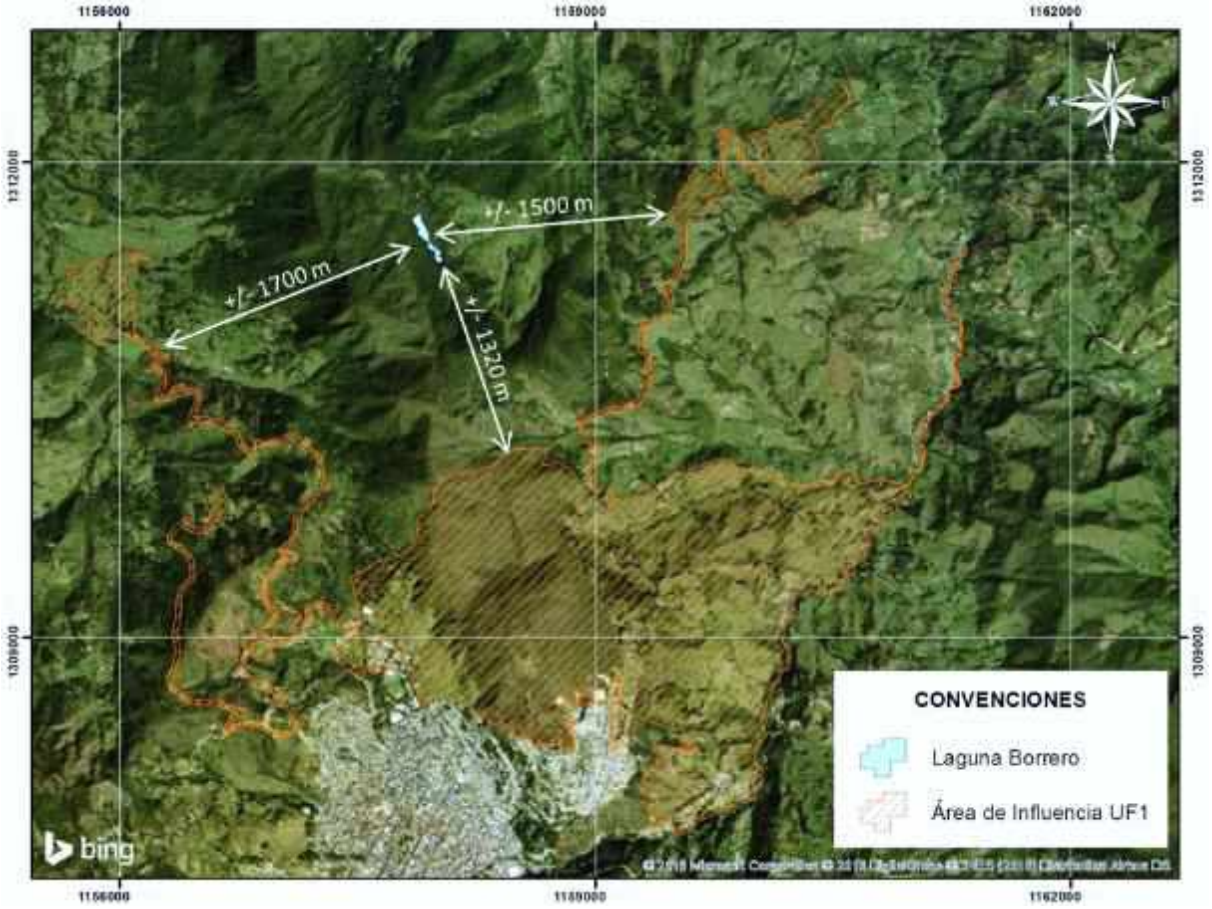
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.1.2 Lénticos

Corresponden a todas las aguas interiores que no presentan corrientes continuas, tales como humedales, que corresponden a ecosistemas intermedios con ambientes permanentemente inundados y de ambiente normalmente secos; lagunas, las cuales representan geoformas y reservorios de especial importancia desde el punto de vista ecológico de la región.

En el área de influencia de la UF1 no se encuentran ningún cuerpo léntico, sin embargo, se considera procedente reportar la ubicación de la Laguna de Borrero respecto al área de influencia puesto que este cuerpo léntico tiene una gran importancia cultural entre la población de los municipios aledaños a ésta. En dicho orden de ideas, la laguna se ubica respecto al área de influencia de la UF1 de la siguiente manera: al noroccidente a una distancia aproximada de 1320 m lineales, al occidente a 1500 m lineales y al oriente 1700 m; y no se encuentra asociada a ninguna cuenca hidrográfica transversal al área de influencia. Su ubicación se presenta a continuación en la.Figura 5.40.

Figura 5.40 Ubicación de Laguna de Borrero respecto al área de influencia de la UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.2 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia y respectiva clasificación de acuerdo con la estructura IDEAM

De acuerdo con la delimitación de cuencas el área de influencia de la UF1 es transversal a 30 hoyas hidrográficas (

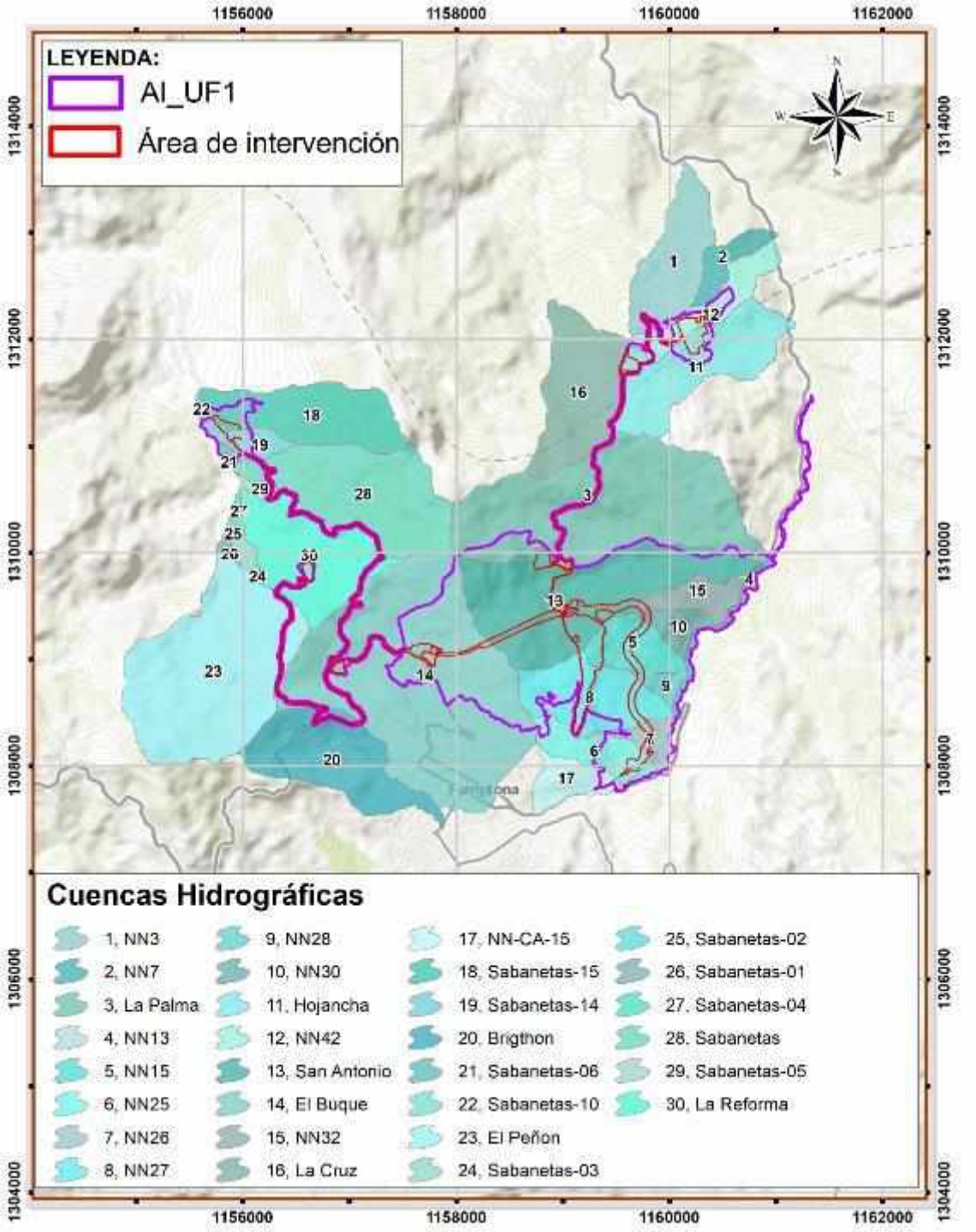
Figura 5.41), cuyas corrientes son afluentes del río Pamplonita, según la subdivisión de dicha cuenca realizada en el POMCA todos los afluentes se distribuyen en la subcuenca El Volcán (18 hoyas) y la subcuenca Bátaga (12 hoyas); la zona hidrográfica donde se encuentra éste río es la Catatumbo, área hidrográfica Caribe.

Tabla 5.36 Clasificación de cuencas hidrográficas de acuerdo con la estructura IDEAM transversales al área de influencia UF1

AH	ZH	SZH	Sub	Microcuenca	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Código
CARIBE (1)	CATATUMBO (16)	RÍO PAMPLONITA (1601)	Batagá (160124)	Sabanetas (160124502)	-	-	1601245
					Sabanetas-01	-	1601245
					Sabanetas-02	-	1601245
					Sabanetas-03	-	1601245
					Sabanetas-04	-	1601245
					Sabanetas-05	-	1601245
					Sabanetas-06	-	1601245
					Sabanetas-10	-	1601245
					Cúnuba (16012450205)	El Peñón	1601245020504
						La Reforma	1601245020502
					Sabanetas-14	-	1601245
					Sabanetas-15	-	1601245
			El Volcán (160125)	NN3	-	-	16012501
				NN7	-	-	16012506
				La Palma	-	-	16012517
				NN13	-	-	16012519
				NN15	-	-	16012522
				NN25	-	-	16012526
				NN26	-	-	16012525
				NN27	-	-	16012524
				NN28	-	-	16012523
				NN30	-	-	16012521
				Hojancha	-	-	16012509
				NN42	-	-	16012507
				San Antonio	-	-	16012518
				El Buque	-	-	16012527
				NN32	-	-	16012520
				NN-CA-15	-	-	160125
				Brigthon	-	-	1601259
				La Laguna o La Dobera (160125902)	La Cruz	-	16012590204

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 5.41 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El área de intervención cuenta con una extensión de **54,44 ha**, el área por intervenir en cada una de las microcuencas asociadas al área de influencia se relaciona en la Tabla 5.37.

Tabla 5.37 Área a Intervenir por Microcuenca

Microcuenca	Area Microcuenca (ha)	Área Intervención (ha)	% Área Intervención	% Respecto a la Microcuenca
Brigthon	99,86	0,54	0,96%	0,54%
El Buque	335,29	8,32	15,00%	2,48%
El Peñon	213,52	0,57	1,02%	0,27%
Hojancha	95,19	5,4	9,74%	5,67%
La Cruz	95,29	0,64	1,16%	0,67%
La Palma	236,65	1,08	1,95%	0,46%
La Reforma	101,37	2,42	4,37%	2,39%
NN15	36,13	3,93	7,08%	10,88%
NN25	35,06	2,2	3,97%	6,27%
NN26	15,57	2,16	3,90%	13,87%
NN27	70,2	3,29	5,94%	4,69%
NN28	10,82	0,45	0,81%	4,16%
NN3	71,32	0,27	0,48%	0,38%
NN30	18	0,97	1,74%	5,39%
NN32	26,94	0,46	0,82%	1,71%
NN42	37,99	3,55	6,39%	9,34%
Sabanetas	128,63	0,6	1,09%	0,47%
Sabanetas-05	4,74	0,12	0,21%	2,53%
Sabanetas-14	17,38	1,93	3,47%	11,10%
Sabanetas-15	85,49	1,33	2,39%	1,56%
San Antonio	170,13	15,25	27,49%	8,96%
Total		54,44	100%	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Por lo tanto, las cuencas con mayor intervención (%) - área total de la cuenca vs área total interceptada - son: NN26, NN15, NN42 San Antonio y Sabanetas – 14.

Por último, se determinó con el fin de precisar áreas para el estudio hidrológico que algunas microcuencas transversales al área de influencia se encuentran intervenidas por el casco urbano del municipio de Pamplona, situación que afecta rendimientos hídricos de dichas cuencas debido al trasvase de la escorrentía que se lograría producir en el sector de la cuenca intervenido y que en vez de aportar a la corriente principal entrega la escorrentía al sistema de alcantarillado municipal. En este orden de ideas los sectores efectivos para la caracterización hidrológica de dichas cuencas se relacionan en la Tabla 5.38.

Tabla 5.38 Área total, área intervenida y efectiva de las cuencas configuradas por el tejido urbano

Cuenca	Área total (ha)	Área intervenida (ha)	Área efectiva de escorrentía (ha)
El Buque	336,17	194,51	141.66
NN-25	35,06	14,62	20,44

Fuente: AECOM – ConCol 2018

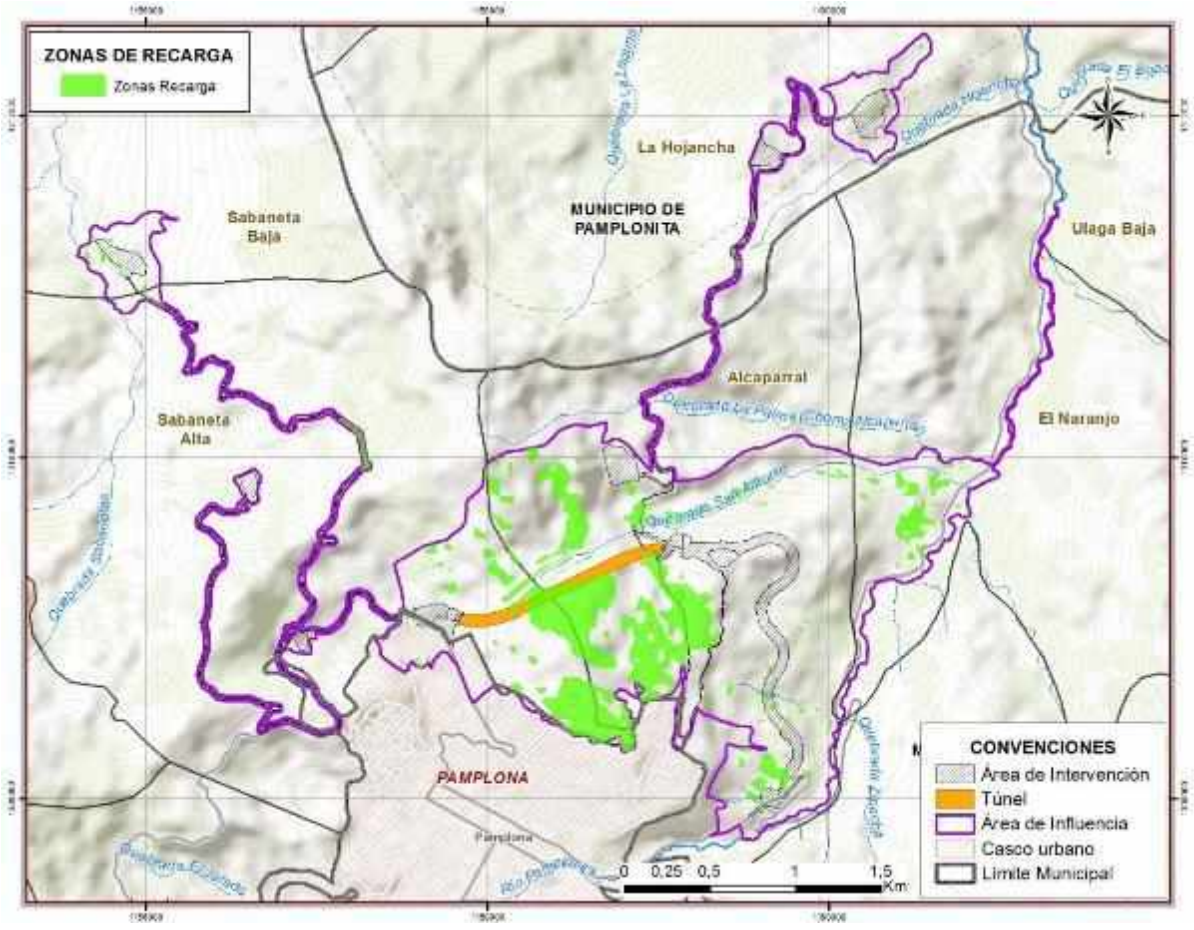
Figura 5.42 Sector sin intervenir de la cuenca El Buque

Figura 5.43 Sector intervenido de la cuenca NN25

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.3 Identificación de zonas de recarga

Figura 5.44 Zonas de recarga hídrica



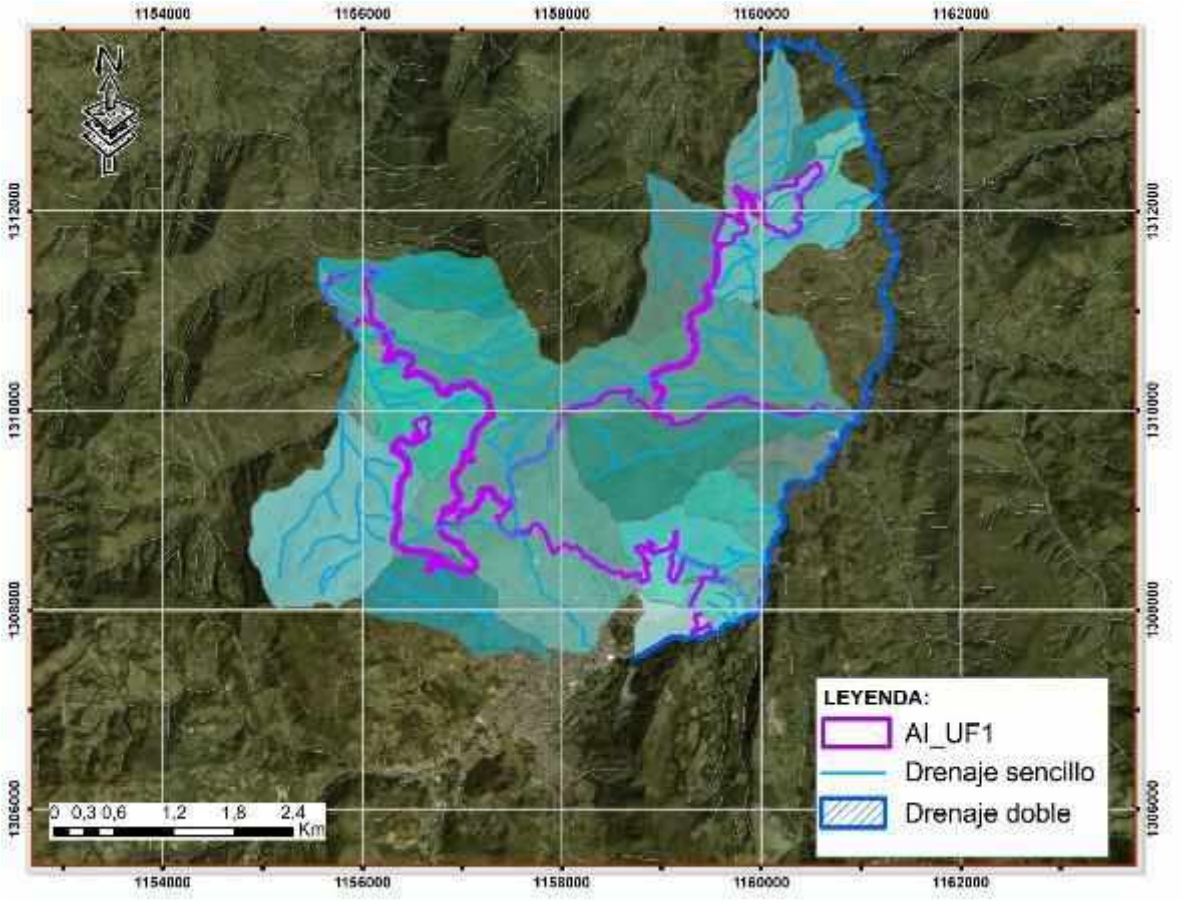
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En el numeral 5.1.8 (Ver Tomo II) se trata el marco conceptual y los aspectos técnicos de la definición de las zonas de recarga. En particular, en el numeral 5.1.8.8.2 se desarrolla el tema en detalle.

5.1.5.2.4 Descripción de la red hidrográfica

La red hidrográfica fue definida con base en la cartografía IGAC y complementada de acuerdo con las corrientes identificadas durante los recorridos del equipo técnico. En la Figura 5.45 se encuentra la red hidrográfica definida para las cuencas transversales al área de influencia de la UF1, donde se destaca que la red hidrográfica de la cuenca El Buque (extremo occidental del área de influencia), la cual se encuentra intervenida debido que su drenaje principal quebrada El Buque colinda con el casco urbano de Pamplona.

Figura 5.45 Red hidrográfica de cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

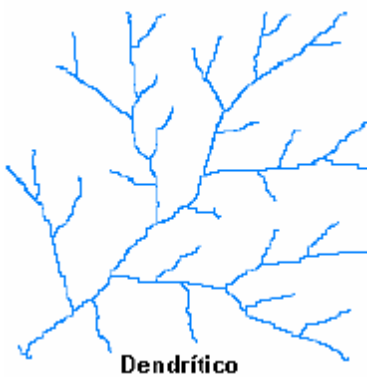
De acuerdo con los resultados en el área de influencia hay 65,27 km de corrientes superficiales, los drenajes principales con mayor longitud dentro del área de influencia son la quebrada La Palma (3,39 km), entre 2 a 3,39 km las quebradas San Antonio, El Buque, Sabanetas y Hojancha; las demás corrientes tienen entre 0 y 2 km de longitud.

5.1.5.2.5 Morfometría de cuencas

5.1.5.2.5.1 Patrón de drenaje

De acuerdo a la red hidrográfica a escala 1:25.000 la Figura 5.46, presenta los drenajes con un patrón del tipo "dendrítico" (ver Figura 5.46), según (Londoño Arango, 2001) dicho patrón se configura con ramificación arborescente y los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos…*se desarrolla en suelos homogéneos, moderadamente permeables con pendientes suaves y sin ningún tipo de control…se presenta con frecuencia en zonas de rocas sedimentarias blandas, aluviones finos…*

Figura 5.46 Ejemplo de patrón de drenaje



Fuente: (Londoño Arango, 2001)

5.1.5.2.5.2 Morfometría

Las características morfométricas definidas para las cuencas y corrientes principales fueron las que representan insumos para determinar el tiempo de concentración (T_c), tales como: Área de la cuenca (A), Longitud del flujo más largo (L), Pendiente media del cauce principal (S), Altura máxima (msnm) y Altura mínima (msnm); adicionalmente se definió: Perímetro (P) y Factor de forma (R_f). Por lo tanto, la caracterización morfométrica se realizará únicamente para las cuencas que cuentan con drenajes según la cartografía base definida para el proyecto.

Tabla 5.39 Parámetros morfométricos insumos para definir el Tiempo de Concentración

CUENCA	Ltotal (m)	Ltotal (km)	S (%)	Zmax (m)	Zmin (m)	A (km2)	P (km)
Brigthon	2162,0	2,2	19,3%	2712	2294	1,0	5,3
El Buque*	1681,3	1,7	24,6%	2769	2356	1,4	7,0
El Peñón	1937,9	1,9	23,6%	2805	2348	2,1	6,3
Hojancha	2046,5	2,0	24,5%	2328	1826	1,0	5,6
La Cruz	1434,3	1,4	19,5%	2347	2068	1,0	4,8
La Palma	3577,6	3,6	51,9%	2816	961	2,4	8,2
La Reforma	1967,0	2,0	16,9%	2571	2238	1,0	5,0
NN13	138,7	0,1	34,6%	2028	1980	0,0	0,5
NN15	553,0	0,6	252,8%	2448	1050	0,4	2,6
NN25	524,7	0,5	39,1%	2363	2158	0,4	3,4
NN26	723,3	0,7	22,5%	2301	2138	0,2	2,4
NN27	1862,3	1,9	83,7%	2644	1085	0,7	4,0

CUENCA	Ltotal (m)	Ltotal (km)	S (%)	Zmax (m)	Zmin (m)	A (km2)	P (km)
NN28	575,0	0,6	39,5%	2294	2067	0,1	1,9
NN3	1744,0	1,7	27,1%	2183	1711	0,7	4,3
NN30	608,0	0,6	48,4%	2333	2039	0,2	2,0
NN32	1102,0	1,1	32,0%	2339	1986	0,3	3,1
NN42	1468,0	1,5	25,4%	2156	1783	0,4	4,3
NN7	705,8	0,7	26,1%	1963	1779	0,2	2,7
Sabanetas	2299,5	2,3	25,7%	2810	2219	1,3	5,9
Sabanetas - 01	365,0	0,4	33,2%	2413	2292	0,0	0,9
Sabanetas - 02	177,0	0,2	22,6%	2320	2280	0,0	0,5
Sabanetas - 03	300,0	0,3	60,7%	2455	2273	0,1	1,5
Sabanetas - 04	371,0	0,4	18,6%	2313	2244	0,0	1,0
Sabanetas - 05	478,0	0,5	31,6%	2372	2221	0,0	1,1
Sabanetas - 06	354,0	0,4	15,8%	2251	2195	0,0	0,9
Sabanetas - 10	206,0	0,2	17,0%	2177	2142	0,0	0,7
Sabanetas - 14	337,0	0,3	10,7%	2207	2171	0,2	2,3
Sabanetas - 15	2116,4	2,1	30,6%	2789	2142	0,9	4,9
San Antonio*	3543,1	3,5	51,2%	2789	975	1,7	7,5
* Cuencas interceptadas por túnel							

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

- Factor de forma

Según (Ochoa Rubio, 2011)…*la forma de una cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada el agua discurre en general por un solo cauce principal, mientras que en otra de forma ovalada los escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a un principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior…*

El método mediante el cual se determinó fue el "Factor de forma de Horton – R_f" el cual se basa en la siguiente ecuación:

$$R_f = \frac{A_c}{L^2}$$

Donde:

A_c Área de la cuenca (km^2)

L^2 Longitud del cauce principal (km)

El valor resultante se interpreta con base en las categorías relacionadas en la Tabla 5.40:

Tabla 5.40 Valores interpretativos del factor de forma

Valores aproximados	Forma de la cuenca	
<0,22	Muy Alargada	
0,22 – 0,30	Alargada	
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada	
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada	
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada	
0,60 – 0,80	Ensanchada	
0,80 – 1,20	Muy ensanchada	
>1,2	Rodeando el desagüe	

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 5.41 Factor de forma de las cuencas del área de influencia de la UF1

Cuenca	Factor de Forma (Rf) Horton	
Brigthon	0,21	
El Buque	0,50	
El Peñón	0,57	
Hojancha	0,23	
La Cruz	0,46	
La Palma	0,18	
La Reforma	0,26	
NN13	0,62	
NN15	1,18	
NN25	1,27	
NN26	0,30	
NN27	0,20	
NN28	0,33	
NN3	0,23	
NN30	0,49	
NN32	0,22	
NN42	0,18	
NN7	0,40	
Sabanetas	0,24	
Sabanetas - 01	0,18	
Sabanetas - 02	0,43	
Sabanetas - 03	0,73	
Sabanetas - 04	0,24	
Sabanetas - 05	0,21	
Sabanetas - 06	0,24	
Sabanetas - 10	0,40	
Sabanetas - 14	1,53	
Sabanetas - 15	0,19	
San Antonio	0,14	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En las cuencas alargadas según (Londoño Arango, 2001) el escurrimiento tras un evento de lluvia no se concentra rápidamente, por lo tanto, las cuencas en amarillo (<0,22 - 0,30) son menos propensas a tener una lluvia intensa y simultánea sobre toda la superficie, permitiendo la evacuación progresiva de los volúmenes precipitados; las cuencas en naranja (0,45 - 0,80) son menos alargadas y tienden a ser ensanchadas, características que favorecen una mayor concentración y descarga simultánea de los afluentes a la corriente principal, por lo tanto, son cuencas propensas a generar grandes caudales y eventos de inundación, sin embargo las cuencas en rojo (0,80 - >1,2) son las cuencas más ensanchadas o redondas, por lo tanto son las cuencas que según el Factor de Horton tienen mayor potencial de generar inundaciones y grandes caudales.

5.1.5.2.6 Régimen hidrológico

5.1.5.2.6.1 Tiempo de concentración (Tc)

De acuerdo con (INVIAS, 2009) corresponde *al tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma.* Debido que los resultados

varían de acuerdo con el método utilizado, el Tc fue determinado con base en las siguientes ecuaciones:

(1) Kirpich	(2) Témez	(3) Jhonstone y Cross
$T_c = 0{,}06628\left(\frac{L}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}77}$	$T_c = 0{,}30\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$	$T_c = 2{,}6\left(\frac{L}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}5}$
(4) Giandotti	**(5) SCS - Ranser**	**(6) Ventura - Heras**
$T_c = \frac{4A^{0{,}5} + 1{,}50L}{25{,}3(LS)^{0{,}5}}$	$T_c = 0{,}947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$	$T_c = 0{,}30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0{,}75}$
(7) V.T Chow	**(8) Cuerpo de ing. EEUU**	
$T_c = 0{,}273\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0{,}64}$	$T_c = 0{,}28\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$	

Los resultados se relacionan en la Tabla 5.42 presentada a continuación. Se toman los valores promedio al aplicar todas las ecuaciones.

Tabla 5.42 Tiempo de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

Ecuaciones Tc	Kirpich (horas)	Témez (horas)	Johnstone y Cross (horas)	Giandotti (horas)	SCS - Ranser (horas)	Ventura - Heras (horas)	V.T Chow (horas)	Cuerpo Ing. EU (horas)	Tc (Horas)	Tc (Min)
San Antonio	0,23	0,74	1,03	0,44	0,23	0,73	0,76	0,69	0,60	36
La Palma	0,17	0,58	0,85	0,45	0,17	0,58	0,60	0,54	0,49	30
El Buque	0,19	0,65	0,92	0,51	0,19	0,65	0,66	0,61	0,55	33
NN27	0,20	0,68	0,94	0,39	0,20	0,67	0,68	0,63	0,55	33
NN15	0,16	0,54	0,83	0,45	0,16	0,53	0,58	0,50	0,47	28
NN13	0,23	0,90	1,03	0,33	0,23	0,88	0,76	0,84	0,65	39
NN25	0,22	0,70	1,01	0,48	0,22	0,70	0,74	0,66	0,59	35
NN26	0,02	0,08	0,22	0,12	0,02	0,08	0,11	0,08	0,09	6
Sabanetas	0,03	0,16	0,27	0,11	0,03	0,16	0,14	0,15	0,13	8
El Peñón	0,06	0,22	0,42	0,28	0,06	0,22	0,24	0,21	0,21	13
La Reforma	0,09	0,31	0,57	0,26	0,09	0,31	0,36	0,29	0,29	17
NN3	0,11	0,50	0,66	0,19	0,11	0,49	0,43	0,46	0,37	22
NN7	0,06	0,24	0,44	0,18	0,06	0,24	0,26	0,22	0,21	13
Hojancha	0,17	0,59	0,85	0,34	0,17	0,58	0,59	0,55	0,48	29
NN42	0,06	0,24	0,43	0,19	0,06	0,24	0,25	0,22	0,21	13
Brigthon	0,11	0,40	0,65	0,25	0,11	0,40	0,42	0,37	0,34	20
La Cruz	0,15	0,52	0,79	0,30	0,15	0,52	0,54	0,49	0,43	26
NN28	0,09	0,30	0,54	0,26	0,09	0,30	0,34	0,28	0,27	16
NN30	0,21	0,73	0,98	0,41	0,21	0,72	0,72	0,68	0,58	35
NN32	0,05	0,17	0,37	0,13	0,05	0,17	0,20	0,16	0,16	10
Sabanetas - 01	0,03	0,11	0,28	0,14	0,03	0,11	0,15	0,10	0,12	7
Sabanetas - 02	0,03	0,13	0,29	0,14	0,03	0,13	0,15	0,12	0,13	8
Sabanetas - 03	0,06	0,19	0,43	0,19	0,06	0,20	0,25	0,18	0,20	12
Sabanetas - 04	0,06	0,21	0,43	0,16	0,06	0,21	0,25	0,20	0,20	12
Sabanetas - 05	0,06	0,19	0,44	0,20	0,06	0,19	0,25	0,18	0,20	12
Sabanetas - 06	0,04	0,13	0,33	0,17	0,04	0,13	0,18	0,12	0,14	8
Sabanetas - 10	0,07	0,20	0,47	0,45	0,07	0,20	0,28	0,19	0,24	14
Sabanetas - 14	0,19	0,66	0,90	0,34	0,19	0,66	0,64	0,62	0,53	32

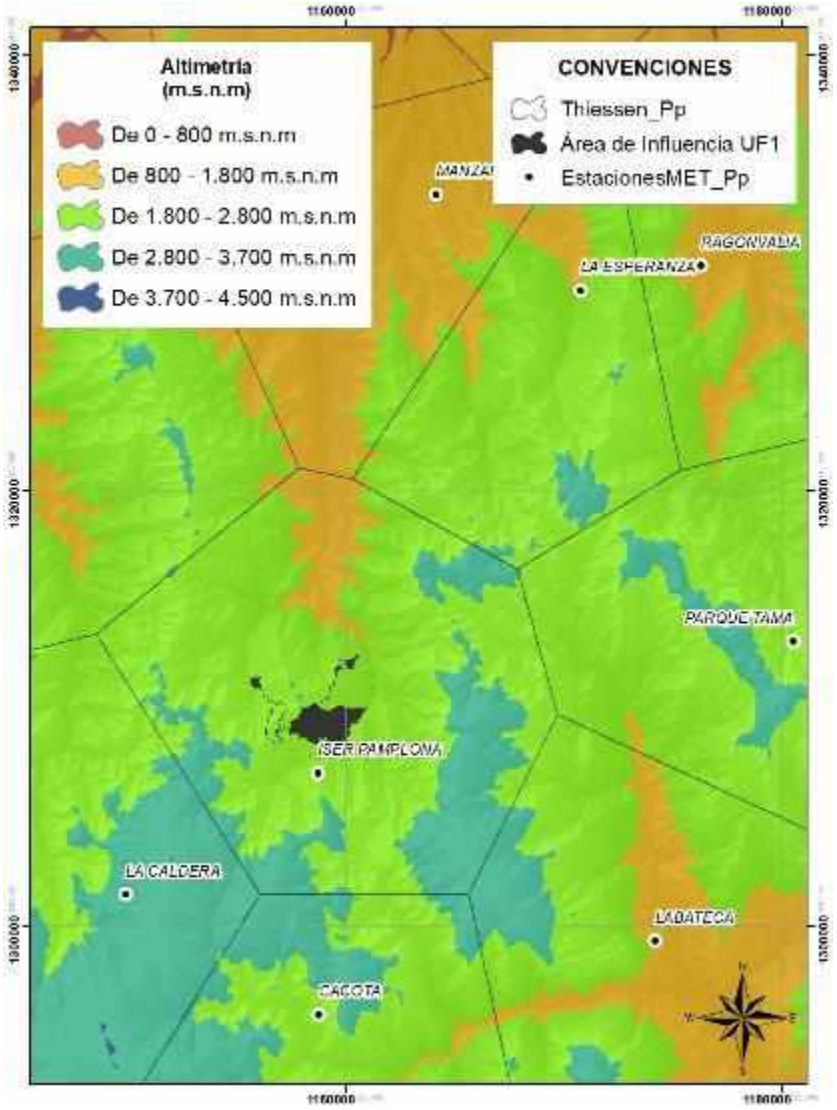
Ecuaciones Tc	Kirpich (horas)	Témez (horas)	Johnstone y Cross (horas)	Giandotti (horas)	SCS - Ranser (horas)	Ventura - Heras (horas)	V.T Chow (horas)	Cuerpo Ing. EU (horas)	Tc (Horas)	Tc (Min)
Sabanetas - 15	0,23	0,89	1,03	0,31	0,23	0,88	0,76	0,83	0,64	39
V13	0,25	0,81	1,09	0,45	0,25	0,80	0,82	0,75	0,65	39

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.7 Análisis de precipitación

Para el análisis de la precipitación se definió en primer lugar los polígonos de Thiessen con los cuales se determinó el área de influencia de las estaciones pluviométricas y/o pluviográficas y/o climatológicas con registros de precipitación. (Ver Figura 5.47). El resultado define que la precipitación en el área de influencia es representada por la estación ISER Pamplona.

Figura 5.47 Polígonos de Thiessen - Precipitación



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Ver Mapa ampliado de polígonos de Thiessen en los Anexos cartográficos del proyecto, mapa VAPA_EIA_MA_ESTACIONES_003_SIG

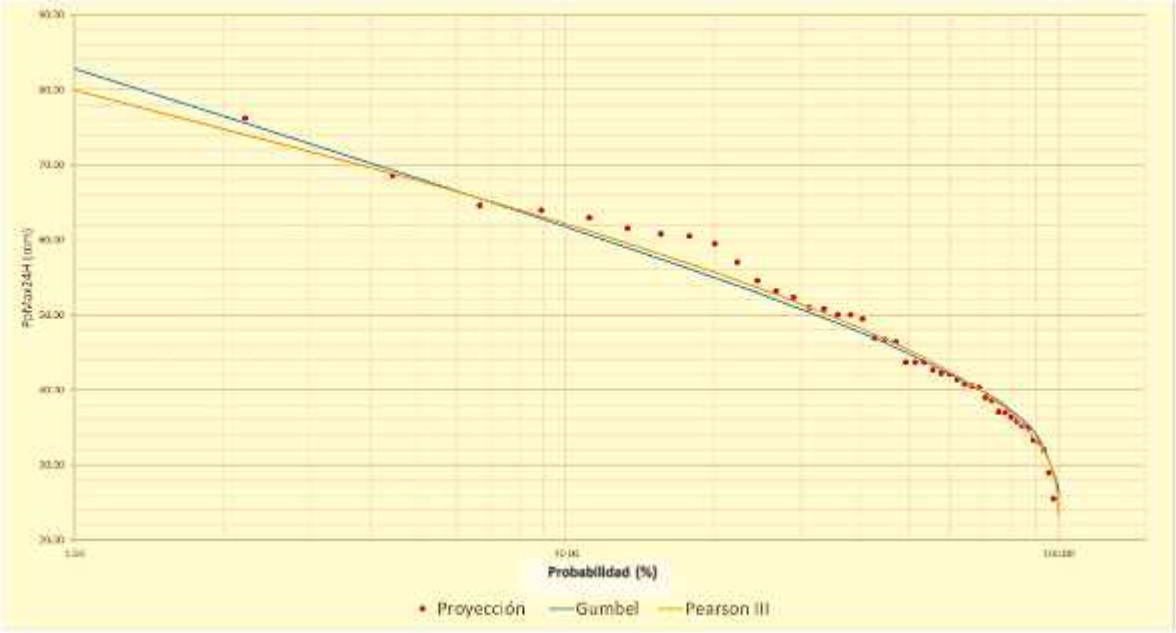
5.1.5.2.7.1 Precipitación máxima en 24 horas

Para el análisis de precipitación máxima en 24 horas se tiene en cuenta información meteorológica recolectada a través de un periodo de 45 años en la estación Iser Pamplona, la cual cuenta con registros de precipitación desde el año 1972.

De acuerdo con los datos de precipitación máxima en 24 horas en la estación ISER Pamplona cuya área de influencia comprende la totalidad de la UF1 se establecen los valores máximos de precipitación en 24 Horas para diferentes periodos de retorno.

La uniformidad y confiabilidad de la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación ISER Pamplona se evaluaron con base en la distribución Gumbel y Pearson (Figura 5.48). El resultado indica que la serie de datos es uniforme, la distribución que mejor se ajusta en Gumbel.

Figura 5.48 Distribución Gumbel y Pearson III, precipitación máxima en 24 Horas



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Con base en la distribución de Gumbel fueron determinadas las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (Tabla 5.43):

Tabla 5.43 Precipitación máxima en 24 horas

Tr (años)	PMax24h (mm/día)
1,33	38,56
2	44,83
5	55,00
100	82.82

Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8 Caudales máximos

No se cuenta con estaciones limnimétricas y/o limnigráficas para ninguna de las corrientes del área de influencia, incluso, la estación de este tipo más cercana sobre el río Pamplonita es la Don Juana Automática – 16017020. Según (INVIAS, 2009) la metodología para la transposición de datos de caudal *es imperativo que las áreas de drenaje no sean muy diferentes. En general, esta diferencia no podrá ser mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje.* De acuerdo con dichos lineamientos se definió el área de la cuenca cuyo caudal es determinado por la estación 16017020, obteniendo los resultados relacionados en la Tabla 5.44:

Tabla 5.44 Área de la cuenca aferente a la estación Don Juana Automática – 16017020 vs. Sector de la cuenca del río Pamplonita asociado al área de influencia de la UF1

Área de la cuenca río Pamplonita (tramo Pamplona – Estación 16017020)	Área de la cuenca (tramo Pamplona – Q. Hojancha)
422 km^2	19,72 km^2
Porcentaje	**4,67 %**

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Por lo tanto, el método de "transposición de datos de caudal" no es viable para determinar los caudales de las cuencas asociadas a la UF1, no obstante, el caudal máximo será determinado mediante dos modelos de lluvia – escorrentía, tal como lo son el método racional, el cual se adopta para áreas de drenaje máxima o igual a 2,5 km^2 (INVIAS, 2009) y el método SCS para abstracciones de la precipitación, el cual se fundamenta de definir la precipitación efectiva P_e en un área por metro cuadrado, posteriormente dicha precipitación efectiva es relacionada con el área total de la cuenca estudiada. El área de las cuencas transversales al AI de la UF1 es inferior a dicha extensión por lo tanto los caudales máximos serán definidos mediante dichos métodos. Sus ecuaciones son las siguientes:

5.1.5.2.8.1 Método Racional

$$Q = 0{,}278CiA$$

Donde:

Q Caudal de diseño (m^3/s)
C Coeficiente de escorrentía
i Intensidad de precipitación, en (mm/h).
A Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en (Km^2)

La definición del coeficiente de escorrentía (C) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$C = [(P_d - P_o)(P_d + 23P_o)]/(P_d + 11P_o)^2$$

Donde:

P_o Parámetro que depende del uso y tipo de suelo, de la cobertura vegetal de la cuenca y de la humedad antecedente del suelo antes del aguacero de diseño, en milímetros (mm).

P_d Precipitación máxima puntual anual en 24 horas para un periodo de retorno específico, en milímetros (mm).

La variable P_o fue definida mediante la siguiente ecuación:

$$P_o = (5080 - 50{,}8\,CN)/CN$$

Donde:

CN Curva de escurrimiento del método del Soil Conservation Service – SCS

5.1.5.2.8.2 Método SCS para abstracciones

$$P_e = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{P + 0{,}8S}$$

Donde:

P_e Precipitación efectiva (in)
P Precipitación Total (in)
S Retención potencial máxima (adimensional)

La retención potencial máxima a su vez se determina mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Por lo tanto, el primer paso fue definir el CN para cada una de las cuencas, el proceso tras su definición fue el siguiente:

a. Fueron categorizados las unidades de suelos que conforman las cuencas con base en la clasificación hidrológica de suelos del SCS (Nota: dicha caracterización no se basó en la clasificación de suelos de la línea base debido que el área de influencia no cubre toda la extensión de las cuencas, por lo tanto, el tipo de suelo fue determinado con base en el "Estudio General de Suelos Departamento Norte de Santander – IGAC", base también para línea base del área de influencia). Sin embargo, las unidades de suelos definidas fueron previamente avaladas por el profesional del componente edáfico. Las unidades de suelos y respectivas caracteríssticas se relacionan en la Tabla 5.45:

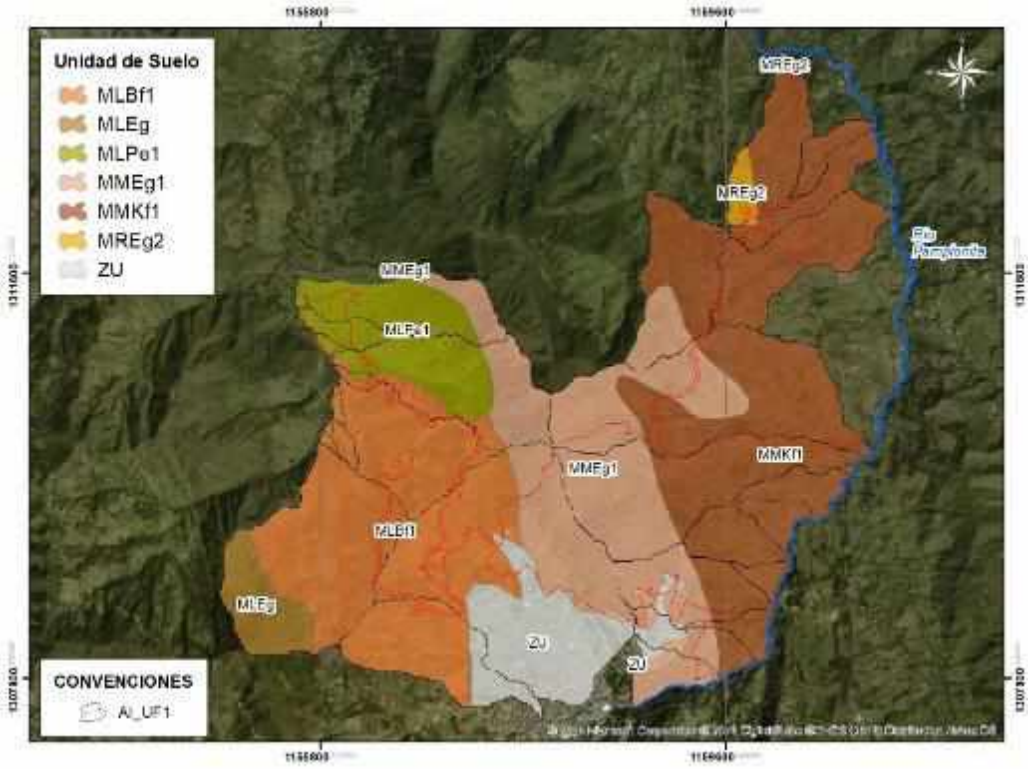
Tabla 5.45 Suelos que conforman las cuencas transversales al área de influencia UF1

Unidad Suelo	Características	Área (km²)
MLBf1	Lithic Troporthents, excesivamente drenados, **Textura:** franco arenoso	4,89
MLEg	Conformados por (1) Typic Troporthents en 40% - excesivamente bien drenados; (2) Lithic Troporthents en 30% - bien drenados; (3) Vertic Humitropepts en 20% - bien drenados; incusiones de afloramiento rocoso (4) en 10%, **Textura:** (1) franco arenoso a franco arcillo arenosa; (2) franco arcillo arenoso; (3) franco arcilloso a arcilloso.	0,60
MMEg1	Conformados por (1) Lithic Ustorthents en 50%, (2) Ustic Humitropepts en 30% - bien drenados y (3) Afloramientos rocosos en 20%, **Textura:** (1) franco arcillo arenoso, (2) franco arcillo arenoso a franco arenoso	4,44
MMKf1	Conformados por (1) Ustic Dystropepts en 90% - bien drenados, (2) Afloramientos rocosos en 10%, **Textura:** (1) franco arcillo arenosa.	6,45

Unidad Suelo	Características	Área (km^2)
MREg2	Conformados por (1) Lithic Ustorthents en 80%, (2) Ustic Dystropepts en 20%, **Textura:** (1) arenosa franca y (2) franco arcillo arenosa a arcillosa	0,18
MLPe1	Conformados por (1) Typic Humitropepts en 60%, (2) Lithic Humitropepts en 40%, **Textura:** (1) franca a franco arcillosa, (2) Arcilloso	1,51
ZU	Zonas urbanas	1,62

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.49 Unidades de suelos asociadas a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: AECOM – ConCol 2018

La clasificación hidrológica de las unidades de suelos se relaciona en la Tabla 5.46:

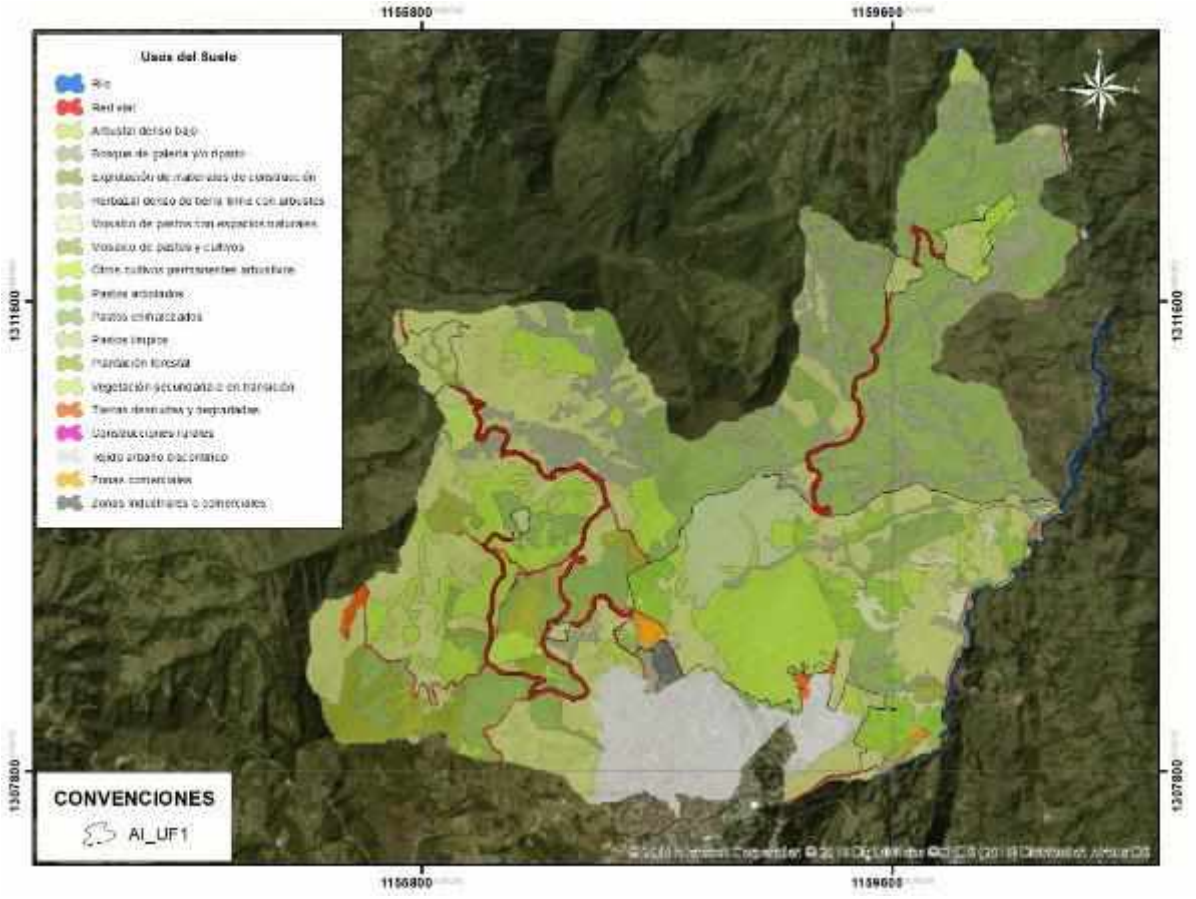
Tabla 5.46 Clasificación Hidrológica de las unidades de suelos asociadas a las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Unidad de Suelo	Grupo hidrológico del Suelo – SCS (%)			
	A	B	C	D
MLBf1	100	0	0	0
MLEg	0	70	30	0
MLPe1	0	0	60	40
MMEg1	0	100	0	0
MREg2	0	0	80	20
ZU	0	0	0	100
MMKf1	0	100	0	0

Fuente: AECOM – ConCol 2018

b. Se determinaron los usos del suelo, codificaron y se les asignó el valor correspondiente de la curva de escurrimiento – CN de acuerdo a (INVIAS, 2009), (US Army Corps of Engineers, 2000) y (Mishra & P. Singh, 2003):

Figura 5.50 Usos del suelo en las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1



Fuente: AECOM – ConCol 2018

La clasificación hidrológica de acuerdo con los usos del suelo determinados se relaciona en la Tabla 5.47 presentada a continuación:

Tabla 5.47 Clasificación de los usos del suelo según la clasificación hidrológica de suelos - SCS

Uso del suelo	CN Grupos de Suelos Hidrológicos - SCS			
	A	B	C	D
Zonas industriales o comerciales	81	88	91	93
Plantación forestal	43	65	76	82
Vegetación secundaria o en transición	36	60	73	79
Tierras desnudas y degradadas	72	82	87	89
Río	100	100	100	100
Red vial	98	98	98	98
Arbustal denso bajo	36	60	73	79
Pastos limpios	39	61	74	80

Uso del suelo	CN Grupos de Suelos Hidrológicos - SCS			
	A	B	C	D
Bosque de galería y/o ripario	30	55	70	77
Pastos arbolados	32	58	72	79
Zonas comerciales	89	92	94	95
Otros cultivos permanentes arbustivos	72	81	88	91
Tejido urbano discontinuo	57	72	81	86
Construcciones rurales	51	68	79	84
Mosaico de pastos y cultivos	49	69	79	84
Pastos enmalezados	30	48	65	73
Mosaico de pastos con espacios naturales	32	58	72	79
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	32	58	72	79
Explotación de materiales de construcción	72	82	87	89

Fuente: AECOM – ConCol 2018

c. Finalmente se determinó el número de curva en el escenario promedio o (CN II o AMC II) conjugando la capa de unidades de suelos y usos del suelo, conformando un nuevo archivo vector denominado CN_poly. Paralelamente se conformó una tabla denominada NCLookUp donde se reclasifican los nombres para su respectivo reconocimiento por parte del HEC GeoHMS y su función CN Grid, procedimiento que asigna el CN a cada una de las coberturas. El resultado es un archivo raster con los respectivos números de curva (CN) para toda el área aferente, posteriormente son conjugados los resultados por cuenca.
Tras haber definido el CN para el escenario AMC II, se procede a identificar los números de curva (INVIAS, 2009) para las condiciones seca (AMC I) o con menor potencial de escorrentía, y húmeda (AMC III) con mayor potencial de escorrentía o para una hoya hidrográfica saturada de precipitaciones anteriores.

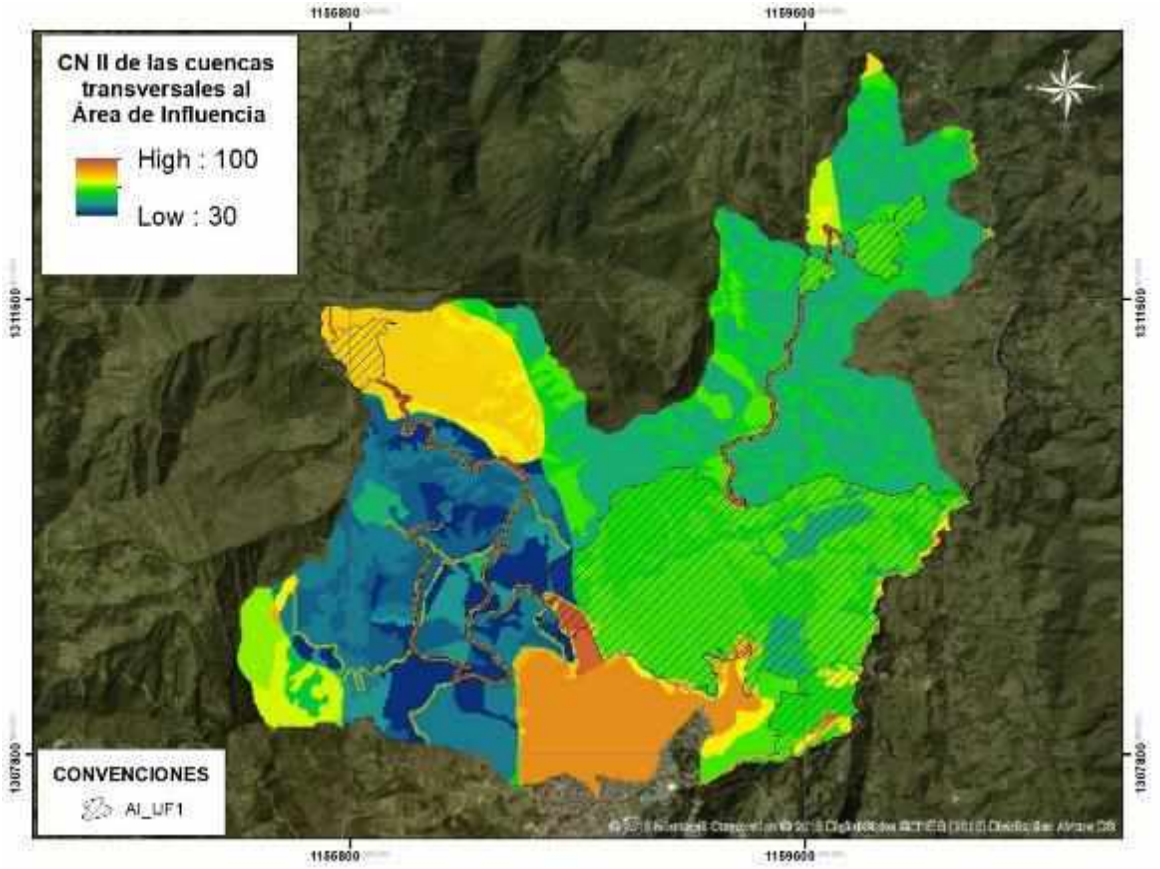
Las ecuaciones mediante las cuales fueron definidas las condiciones descritas se presntan en la Tabla 5.48:

Tabla 5.48 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III

CN (I)	**CN (III)**
$\frac{4{,}2CN(II)}{10 - 0{,}058CN(II)}$	$\frac{23CN(II)}{10 + 0{,}13CN(II)}$

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 5.51 CN II de las Cuencas



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Las CN por microcuencas resultantes se relacionan en la Tabla 5.49 presentada a continuación:

Tabla 5.49 Valores de la CN por cuenca

Cuenca	CN II	CN I	CN III
Brigthon	43	24	63
Brigthon	98	95	99
Brigthon	36	19	56
Brigthon	39	21	60
Brigthon	57	36	75
Brigthon	30	15	50
Brigthon	80	63	90
Brigthon	86	72	93
Brigthon	73	53	86
El Buque	81	64	91
El Buque	43	24	63
El Buque	72	52	86
El Buque	98	95	99

Cuenca	CN II	CN I	CN III
El Buque	36	19	56
El Buque	39	21	60
El Buque	30	15	50
El Buque	32	17	52
El Buque	89	77	95
El Buque	57	36	75
El Buque	49	29	69
El Buque	30	15	50
El Buque	98	95	99
El Buque	60	39	78
El Buque	61	40	78
El Buque	58	37	76
El Buque	72	52	86

Cuenca	CN II	CN I	CN III
El Buque	48	28	68
El Buque	58	37	76
El Buque	58	37	76
El Buque	93	85	97
El Buque	89	77	95
El Buque	98	95	99
El Buque	79	61	90
El Buque	80	63	90
El Buque	77	58	89
El Buque	79	61	90
El Buque	95	89	98
El Buque	86	72	93
El Buque	73	53	86

Cuenca	CN II	CN I	CN III
El Peñon	43	24	63
El Peñon	72	52	86
El Peñon	98	95	99
El Peñon	36	19	56
El Peñon	39	21	60
El Peñon	49	29	69
El Peñon	30	15	50
El Peñon	68	48	83
El Peñon	84	68	92
El Peñon	64	43	80
El Peñon	65	44	81
El Peñon	53	32	72
Hojancha	60	39	78
Hojancha	100	100	100
Hojancha	98	95	99
Hojancha	60	39	78
Hojancha	61	40	78
Hojancha	55	34	74
Hojancha	48	28	68
La Cruz	98	95	99
La Cruz	61	40	78
La Cruz	55	34	74
La Cruz	48	28	68
La Cruz	98	95	99
La Cruz	61	40	78
La Cruz	55	34	74
La Cruz	48	28	68
La Palma	98	95	99
La Palma	61	40	78
La Palma	55	34	74
La Palma	48	28	68
La Palma	58	37	76
La Palma	100	100	100
La Palma	98	95	99
La Palma	60	39	78
La Palma	61	40	78
La Palma	55	34	74
La Palma	58	37	76
La Palma	68	47	83
La Palma	48	28	68
La Palma	58	37	76
La Palma	58	37	76
La Reforma	43	24	63
La Reforma	36	19	56
La Reforma	98	95	99
La Reforma	36	19	56
La Reforma	39	21	60
La Reforma	30	15	50
La Reforma	49	29	69

Cuenca	CN II	CN I	CN III
La Reforma	30	15	50
La Reforma	98	95	99
La Reforma	76	58	88
NN13	100	100	100
NN13	98	95	99
NN13	61	40	78
NN13	58	37	76
NN13	68	47	83
NN13	69	48	84
NN15	58	37	76
NN15	100	100	100
NN15	98	95	99
NN15	60	39	78
NN15	61	40	78
NN15	55	34	74
NN15	58	37	76
NN15	48	28	68
NN15	58	37	76
NN25	82	66	91
NN25	98	95	99
NN25	60	39	78
NN25	61	40	78
NN25	58	37	76
NN25	72	52	86
NN25	68	47	83
NN25	69	48	84
NN25	48	28	68
NN25	79	61	90
NN25	80	63	90
NN25	86	72	93
NN25	73	53	86
NN25	100	100	100
NN25	98	95	99
NN25	61	40	78
NN25	58	37	76
NN25	92	83	96
NN25	68	47	83
NN25	69	48	84
NN25	48	28	68
NN26	60	39	78
NN26	61	40	78
NN26	58	37	76
NN26	72	52	86
NN26	86	72	93
NN26	100	100	100
NN26	98	95	99
NN26	61	40	78
NN26	58	37	76
NN26	92	83	96

Cuenca	CN II	CN I	CN III
NN26	69	48	84
NN26	58	37	76
NN27	82	66	91
NN27	60	39	78
NN27	61	40	78
NN27	55	34	74
NN27	58	37	76
NN27	72	52	86
NN27	48	28	68
NN27	82	66	91
NN27	89	77	95
NN27	79	61	90
NN27	80	63	90
NN27	86	72	93
NN27	73	53	86
NN27	89	77	95
NN27	100	100	100
NN27	98	95	99
NN27	60	39	78
NN27	61	40	78
NN27	55	34	74
NN27	58	37	76
NN27	68	47	83
NN27	69	48	84
NN27	48	28	68
NN27	58	37	76
NN28	100	100	100
NN28	98	95	99
NN28	61	40	78
NN28	55	34	74
NN28	68	47	83
NN3	74	55	87
NN3	100	100	100
NN3	98	95	99
NN3	71	51	85
NN3	73	54	86
NN3	67	46	82
NN3	60	39	78
NN3	61	40	78
NN3	55	34	74
NN3	58	37	76
NN3	48	28	68
NN30	100	100	100
NN30	98	95	99
NN30	60	39	78
NN30	61	40	78
NN30	55	34	74
NN30	58	37	76
NN30	68	47	83

Cuenca	CN II	CN I	CN III
NN30	69	48	84
NN30	48	28	68
NN30	58	37	76
NN32	100	100	100
NN32	98	95	99
NN32	60	39	78
NN32	61	40	78
NN32	55	34	74
NN32	58	37	76
NN32	81	64	91
NN32	68	47	83
NN32	69	48	84
NN32	48	28	68
NN32	58	37	76
NN42	98	95	99
NN42	67	46	82
NN42	60	39	78
NN42	100	100	100
NN42	98	95	99
NN42	60	39	78
NN42	61	40	78
NN42	55	34	74
NN42	58	37	76
NN42	48	28	68
NN7	60	39	78
NN7	100	100	100
NN7	98	95	99
NN7	60	39	78
NN7	61	40	78
NN7	55	34	74
NN7	58	37	76
NN7	48	28	68
NN-CA-15	100	100	100
NN-CA-15	98	95	99
NN-CA-15	61	40	78
NN-CA-15	72	52	86
NN-CA-15	68	47	83
NN-CA-15	69	48	84
NN-CA-15	48	28	68
NN-CA-15	86	72	93
NN-CA-15	100	100	100
NN-CA-15	68	47	83
NN-CA-15	69	48	84
NN-CA-15	48	28	68
Sabanetas	36	19	56
Sabanetas	98	95	99
Sabanetas	36	19	56
Sabanetas	39	21	60
Sabanetas	30	15	50

Cuenca	CN II	CN I	CN III
Sabanetas	75	56	88
Sabanetas	98	95	99
Sabanetas	75	56	88
Sabanetas	76	58	88
Sabanetas	73	53	86
Sabanetas	60	39	78
Sabanetas	61	40	78
Sabanetas	55	34	74
Sabanetas	48	28	68
Sabanetas-01	39	21	60
Sabanetas-01	49	29	69
Sabanetas-02	39	21	60
Sabanetas-02	39	21	60
Sabanetas-03	98	95	99
Sabanetas-03	36	19	56
Sabanetas-03	39	21	60
Sabanetas-03	49	29	69
Sabanetas-03	39	21	60
Sabanetas-04	36	19	56
Sabanetas-04	39	21	60
Sabanetas-04	30	15	50
Sabanetas-05	36	19	56
Sabanetas-05	98	95	99
Sabanetas-05	39	21	60
Sabanetas-05	75	56	88
Sabanetas-05	98	95	99
Sabanetas-05	76	58	88
Sabanetas-06	39	21	60
Sabanetas-06	98	95	99
Sabanetas-06	76	58	88
Sabanetas-10	75	56	88
Sabanetas-10	98	95	99
Sabanetas-10	76	58	88
Sabanetas-14	75	56	88
Sabanetas-14	98	95	99
Sabanetas-14	75	56	88
Sabanetas-14	76	58	88
Sabanetas-14	73	53	86
Sabanetas-14	75	55	87
Sabanetas-15	75	56	88
Sabanetas-15	98	95	99
Sabanetas-15	75	56	88
Sabanetas-15	76	58	88
Sabanetas-15	73	53	86
Sabanetas-15	75	55	87
Sabanetas-15	60	39	78
Sabanetas-15	61	40	78
Sabanetas-15	55	34	74
Sabanetas-15	48	28	68

Cuenca	CN II	CN I	CN III
San Antonio	60	39	78
San Antonio	61	40	78
San Antonio	55	34	74
San Antonio	58	37	76
San Antonio	48	28	68
San Antonio	58	37	76
San Antonio	100	100	100
San Antonio	98	95	99
San Antonio	60	39	78
San Antonio	61	40	78
San Antonio	55	34	74
San Antonio	58	37	76
San Antonio	68	47	83
San Antonio	48	28	68
San Antonio	58	37	76

Fuente: AECOM – ConCol 2018

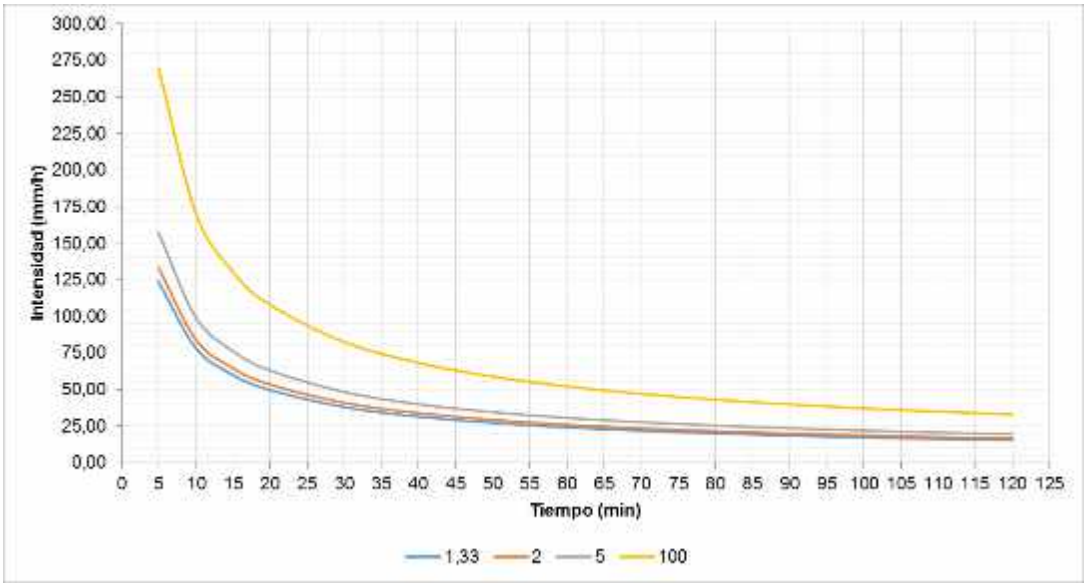
d. La última variable faltante para correr la ecuación del método racional es la intensidad de precipitación, la cual fue definida con base en las curvas de intensidad, duración y frecuencia – IDF, para los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación ISER PAMPLONA. Tabla 5.50 y Figura 5.52.

Tabla 5.50 Valores de las curvas IDF estación ISER PAMPLONA (mm/h)

TIEMPO (min)	PERIODO DE RETORNO			
	1,33	2	5	100
5	123,97	133,42	157,34	269,79
10	78,46	84,44	99,58	170,74
15	60,04	64,61	76,20	130,65
20	49,65	53,44	63,02	108,06
30	38,00	40,89	48,22	82,69
40	31,43	33,82	39,88	68,39
50	27,12	29,19	34,42	59,02
60	24,05	25,88	30,52	52,33
70	21,72	23,38	27,57	47,27
80	19,89	21,40	25,24	43,28
90	18,40	19,80	23,35	40,04
100	17,16	18,47	21,79	37,35
110	16,12	17,35	20,46	35,08
120	15,22	16,38	19,32	33,12

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.52 Curvas IDF, Estación ISER PAMPLONA – T_R 1,33, 2, 5 y 100 años



Fuente: AECOM – ConCol 2018

e. Finalmente, tras definir todas las variables, corre la ecuación del método racional cuyo resultado son los caudales máximos por cuenca, los resultados se presentan a continuación en la Tabla 5.51.

Tabla 5.51 Caudales Máximos (m^3/s) de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

$Cuenca/_{Tr}$	SCS de Abstracciones				Método Racional				Mediana (Caudal Máximo)			
	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100
Brigthon	1,27	1,41	1,81	4,43	1,67	2,00	2,75	6,46	1,47	1,71	2,28	5,44
El Buque	5,84	6,63	8,75	20,90	8,95	10,55	13,97	29,50	7,39	8,59	11,36	25,20
El Peñón	2,26	2,64	3,80	12,21	3,02	4,00	6,06	15,78	2,64	3,32	4,93	13,99
Hojancha	0,77	0,99	1,66	6,27	1,40	1,93	3,01	8,00	1,08	1,46	2,33	7,13
La Cruz	0,93	1,17	1,87	6,65	1,57	2,11	3,23	8,38	1,25	1,64	2,55	7,52
La Palma	1,15	1,48	2,51	10,45	3,04	4,12	6,34	16,57	2,10	2,80	4,42	13,51
La Reforma	0,74	0,80	1,02	3,16	0,85	1,12	1,73	4,89	0,80	0,96	1,37	4,03
NN-CA-15	1,29	1,47	1,97	4,63	1,30	1,57	2,15	4,70	1,29	1,52	2,06	4,67
NN13	0,26	0,28	0,36	0,71	0,15	0,18	0,24	0,53	0,20	0,23	0,30	0,62
NN15	1,65	1,93	2,70	6,93	1,28	1,67	2,47	6,09	1,47	1,80	2,59	6,51
NN25	3,26	3,66	4,72	10,11	2,65	3,18	4,28	9,13	2,96	3,42	4,50	9,62
NN26	0,87	1,00	1,35	3,25	0,71	0,89	1,27	2,94	0,79	0,95	1,31	3,09
NN27	1,27	1,53	2,23	6,53	1,83	2,33	3,34	7,90	1,55	1,93	2,79	7,21
NN28	0,78	0,89	1,19	2,76	0,56	0,70	0,99	2,31	0,67	0,79	1,09	2,54
NN3	0,89	1,09	1,68	5,50	1,39	1,83	2,73	6,84	1,14	1,46	2,21	6,17
NN30	1,20	1,38	1,86	4,43	0,83	1,06	1,53	3,66	1,01	1,22	1,69	4,04
NN32	0,95	1,11	1,56	4,08	0,94	1,20	1,72	4,06	0,95	1,16	1,64	4,07
NN42	0,77	0,92	1,34	3,94	0,93	1,20	1,75	4,28	0,85	1,06	1,55	4,11
NN7	0,61	0,73	1,07	3,13	0,44	0,61	0,97	2,61	0,52	0,67	1,02	2,87
Sabanetas	2,66	3,09	4,29	11,32	3,78	4,63	6,40	14,32	3,22	3,86	5,35	12,82
Sabanetas-01	0,06	0,07	0,11	0,34	0,02	0,03	0,06	0,21	0,04	0,05	0,09	0,27
Sabanetas-02	0,04	0,05	0,07	0,21	0,00	0,01	0,03	0,10	0,02	0,03	0,05	0,16
Sabanetas-03	0,46	0,54	0,76	1,97	0,13	0,20	0,35	1,05	0,29	0,37	0,55	1,51
Sabanetas-04	0,04	0,05	0,09	0,33	0,01	0,02	0,06	0,21	0,02	0,04	0,07	0,27
Sabanetas-05	0,27	0,31	0,40	0,95	0,22	0,26	0,36	0,80	0,25	0,29	0,38	0,87
Sabanetas-06	0,32	0,35	0,45	0,91	0,26	0,31	0,42	0,87	0,29	0,33	0,43	0,89
Sabanetas-10	0,24	0,26	0,33	0,64	0,20	0,23	0,30	0,60	0,22	0,25	0,31	0,62
Sabanetas-14	1,58	1,77	2,26	4,69	1,41	1,68	2,23	4,62	1,50	1,72	2,25	4,66
Sabanetas-15	2,70	3,12	4,25	10,43	3,43	4,16	5,67	12,24	3,06	3,64	4,96	11,34
San Antonio	1,24	1,59	2,64	9,79	2,98	3,92	5,84	14,50	2,11	2,75	4,24	12,14

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Los resultados indican que la cuenca que logra mayor caudal máximo durante eventos de precipitación extraordinarios corresponde la Quebrada El Buque, seguida por Brigthon, La Palma, Sabanetas, Sabanetas 15 y San Antonio.

La posibilidad de ocurrencia de dicho evento fue definida a partir de los caudales diarios mensuales multianuales registrados por la estación Don Juana Automática – 16017020. Mediante la distribución de Gumbel y Pearson III se evalúo la homogeneidad y consistencia de los datos de dicha estación. Los resultados fueron los siguientes:

5.1.5.2.8.3 Generalidades de la estación La Don Juana Automática

Tabla 5.52 Generalidades de la estación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
CODIGO	16017020
NOMBRE	LA DONJUANA AUTOMATICA
ALTITUD	730
TIPO	LG
CLASE	HMT
CATEG_	HA
ESTADO	ACT
CORRIENTE	PAMPLONITA
FECHA_INST	15/08/1972
ESTE	1162420,39
NORTE	1342189,71

Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8.4 Distribución de Gumbel y Pearson III

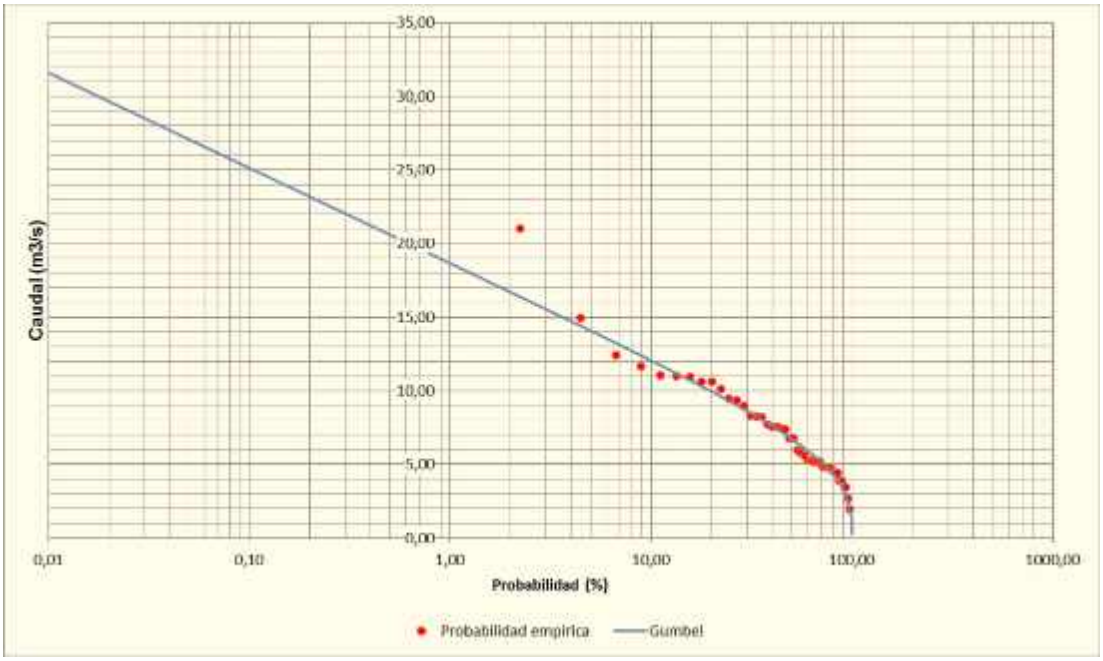
Según la distribución se aprecia uniformidad de datos, sin embargo, es claro un valor de precipitación que se aleja considerablemente de los demás valores, dicho caudal ocurre en el año 2011, a primera vista parecía un error en la información, pero al consultar se logró evidenciar que durante ese año hubo eventos de crecidas que causaron inundaciones y demás situaciones derivadas del evento (

Figura 5.53).

Dicho evento se evidencia entre otras fuentes en el POMCA en su “Tomo VIII Ronda del Río Pamplonita” de donde se extrae el siguiente fragmento: …*durante las crecidas el río arremetió contra las viviendas que interrumpen su paso como es el caso que se presentó en 2011 donde se declararon 10 barrios en riesgo. Tanto al margen izquierdo y derecho del cauce del río Pamplonita, en el sector villa Camila, villa Paola, La Florida y Casa Real…*

Por lo tanto, no es un error de información sino el registro de un evento extremo en un año bajo la influencia del Fenómeno de La Niña, el cual sirve como referencia de los caudales que puede llegar a lograr el río Pamplonita en el caso de 2011 el caudal máximo.

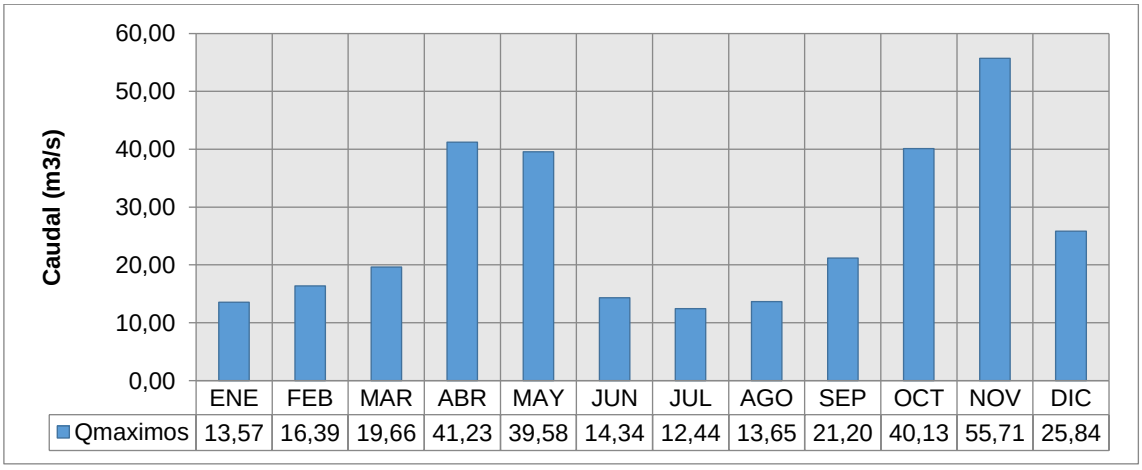
Figura 5.53 Distribución de Gumbel para los registros de caudal máximo de la estación Don Juana Automática.



Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8.5 Histograma del caudal máximo a partir de registros diarios mensuales multianuales

Figura 5.54 Histograma de los caudales máximos estación Don Juana Automática



Fuente: AECOM – ConCol 2018

De acuerdo al histograma del caudal máximo de la estación limnigráfica Don Juana Automática (Figura 5.54) los caudales máximos proyectados en la Tabla 5.51 son eventos que tienen probabilidad de ocurrencia principalmente durante el periodo de octubre -

noviembre y con menos probabilidad o intensidad durante el periodo abril – mayo, periodos directamente asociados al comportamiento de la precipitación (Figura 5.55).

Figura 5.55 Histograma de la precipitación media mensual (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Minima	0,6	1,6	1,7	16,8	17,8	0,0	0,5	0,0	1,4	0,0	5,3	0,4
Media	28,8	34,4	70,0	125,2	106,0	70,4	54,5	64,5	90,6	131,2	100,5	41,3
Maxima	89,5	102,1	174,9	400,1	340,1	205,6	168,6	195,6	237,8	280,0	212,1	158,9

Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.9 Caudales medios

Los caudales medios en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación media mensual multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN II o AMC II.

Los resultados se relacionan en la Tabla 5.53 presentada a continuación:

Tabla 5.53 Caudales medios (L/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

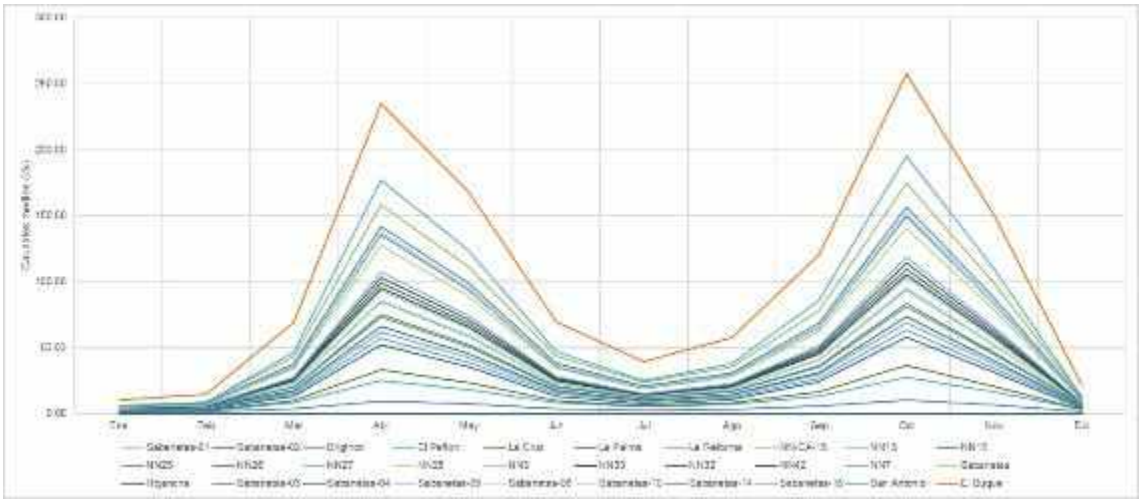
Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,85	1,18	3,81	9,41	7,16	3,84	2,59	3,37	5,58	10,18	6,58	1,64	4,68
El Buque*	4,39	6,21	22,43	57,95	44,43	22,61	14,52	19,50	34,40	62,37	40,77	8,78	28,20
El Peñón	0,74	1,02	4,50	15,67	10,81	4,55	2,66	3,80	7,66	17,37	9,61	1,48	6,66
Hojancha	0,08	0,10	1,03	7,32	4,56	1,05	0,36	0,72	2,75	8,28	3,87	0,14	2,52
La Cruz	0,15	0,19	1,37	8,11	5,20	1,40	0,56	1,02	3,27	9,11	4,47	0,26	2,93
La Palma	0,56	0,69	3,27	18,95	12,09	3,32	1,53	2,48	7,58	21,33	10,38	0,88	6,92
La Reforma	0,73	0,90	2,00	4,77	3,46	2,01	1,52	1,83	2,71	5,27	3,16	1,11	2,45
NN-CA-15	0,21	0,30	1,53	4,80	3,53	1,54	0,87	1,28	2,60	5,21	3,19	0,45	2,13
NN13	0,01	0,02	0,07	0,22	0,16	0,07	0,04	0,06	0,12	0,24	0,14	0,02	0,10
NN15	0,01	0,01	0,80	4,18	2,79	0,82	0,28	0,59	1,83	4,64	2,43	0,04	1,54
NN25	0,34	0,50	2,34	6,90	5,16	2,36	1,38	1,98	3,86	7,47	4,68	0,75	3,14
NN26	0,06	0,09	0,59	2,25	1,59	0,60	0,29	0,47	1,11	2,47	1,41	0,13	0,92
NN27	0,15	0,25	2,23	9,15	6,36	2,26	1,06	1,77	4,38	10,09	5,62	0,43	3,65
NN28	0,05	0,07	0,40	1,53	1,08	0,41	0,20	0,32	0,76	1,68	0,96	0,10	0,63

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
NN3	0,10	0,16	1,44	7,11	4,72	1,46	0,65	1,11	3,10	7,92	4,11	0,28	2,68
NN30	0,05	0,07	0,55	2,31	1,59	0,55	0,25	0,43	1,09	2,55	1,41	0,10	0,91
NN32	0,08	0,10	0,88	3,65	2,53	0,89	0,41	0,69	1,74	4,02	2,24	0,16	1,45
NN42	0,17	0,21	0,95	4,04	2,75	0,96	0,50	0,77	1,86	4,47	2,42	0,28	1,62
NN7	0,01	0,01	0,18	1,47	0,90	0,19	0,05	0,12	0,53	1,67	0,76	0,02	0,49
Sabanetas	0,65	1,09	6,32	20,14	14,75	6,39	3,58	5,28	10,83	21,91	13,31	1,80	8,84
Sabanetas-01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,02
Sabanetas-02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Sabanetas-03	0,00	0,00	0,02	0,27	0,15	0,02	0,00	0,01	0,07	0,32	0,12	0,00	0,08
Sabanetas-04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01
Sabanetas-05	0,07	0,09	0,25	0,58	0,45	0,25	0,17	0,22	0,36	0,62	0,41	0,12	0,30
Sabanetas-06	0,02	0,04	0,24	0,69	0,52	0,24	0,14	0,20	0,40	0,74	0,48	0,07	0,32
Sabanetas-10	0,03	0,05	0,18	0,45	0,35	0,18	0,12	0,16	0,28	0,48	0,33	0,07	0,22
Sabanetas-14	0,15	0,27	1,51	4,26	3,24	1,53	0,89	1,28	2,46	4,59	2,96	0,45	1,97
Sabanetas-15	0,41	0,80	5,34	16,60	12,31	5,40	2,99	4,45	9,11	18,00	11,14	1,43	7,33
San Antonio	0,03	0,04	3,48	18,64	12,36	3,54	1,20	2,54	8,01	20,75	10,73	0,20	6,79

Fuente: AECOM – ConCol 2018

La Figura 5.56 corresponde al histograma de los caudales medios de las corrientes asociadas al área de influencia de la UF1. El histograma indica que los mayores caudales medios ocurren durante abril y/o octubre, los caudales medios mínimos ocurren con mayor magnitud en el periodo diciembre – febrero, posteriormente entre junio – agosto caen nuevamente los caudales, claro está en menor medida que el primer periodo.

Figura 5.56 Histograma caudales medios



Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.10 Caudales mínimos

Los caudales mínimos en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación. Tabla 5.54.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación mínima multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN I o AMC I.

Tabla 5.54 Caudales mínimos (L/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,000	0,000	0,000	0,108	0,120	0,131	0,125	0,137	0,154	0,177	0,007	0,000	0,080
El Buque*	0,000	0,000	0,000	0,397	0,445	0,494	0,469	0,520	0,597	0,706	0,023	0,000	0,304
El Peñón	0,000	0,000	0,000	0,228	0,251	0,275	0,263	0,287	0,322	0,361	0,016	0,000	0,167
Hojancha	0,000	0,000	0,000	0,026	0,029	0,032	0,030	0,033	0,037	0,041	0,002	0,000	0,019
La Cruz	0,000	0,000	0,000	0,051	0,056	0,061	0,059	0,064	0,072	0,081	0,003	0,000	0,037
La Palma	0,000	0,000	0,001	0,186	0,205	0,224	0,215	0,234	0,262	0,294	0,014	0,000	0,136
La Reforma	0,000	0,000	0,000	0,239	0,264	0,289	0,276	0,302	0,338	0,380	0,016	0,000	0,175
NN-CA-15	0,000	0,000	0,000	0,040	0,044	0,048	0,046	0,050	0,056	0,064	0,003	0,000	0,029
NN13	0,000	0,000	0,000	0,005	0,005	0,006	0,005	0,006	0,006	0,007	0,001	0,000	0,004
NN15	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,000	0,000	0,002
NN25	0,000	0,001	0,001	0,027	0,029	0,032	0,031	0,033	0,038	0,044	0,004	0,000	0,020
NN26	0,000	0,001	0,001	0,018	0,020	0,021	0,020	0,022	0,024	0,027	0,004	0,000	0,013
NN27	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,007	0,001	0,000	0,003
NN28	0,000	0,001	0,001	0,024	0,026	0,027	0,026	0,028	0,031	0,034	0,005	0,000	0,017
NN3	0,000	0,000	0,000	0,028	0,031	0,034	0,033	0,035	0,040	0,044	0,003	0,000	0,021
NN30	0,000	0,001	0,001	0,021	0,023	0,025	0,024	0,026	0,028	0,031	0,004	0,000	0,015
NN32	0,001	0,002	0,002	0,032	0,034	0,037	0,035	0,038	0,041	0,046	0,007	0,000	0,023
NN42	0,000	0,000	0,000	0,056	0,062	0,068	0,065	0,071	0,079	0,089	0,004	0,000	0,041
NN7	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,000	0,000	0,002
Sabanetas	0,000	0,000	0,000	0,088	0,097	0,107	0,102	0,111	0,125	0,140	0,006	0,000	0,065
Sabanetas-01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-05	0,000	0,000	0,000	0,020	0,023	0,025	0,024	0,026	0,029	0,033	0,001	0,000	0,015

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Sabanetas-06	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
Sabanetas-10	0,000	0,000	0,000	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012	0,013	0,001	0,000	0,006
Sabanetas-14	0,000	0,000	0,000	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016	0,018	0,020	0,001	0,000	0,009
Sabanetas-15	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,015	0,001	0,000	0,007
San Antonio	0,000	0,000	0,000	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017	0,002	0,000	0,008

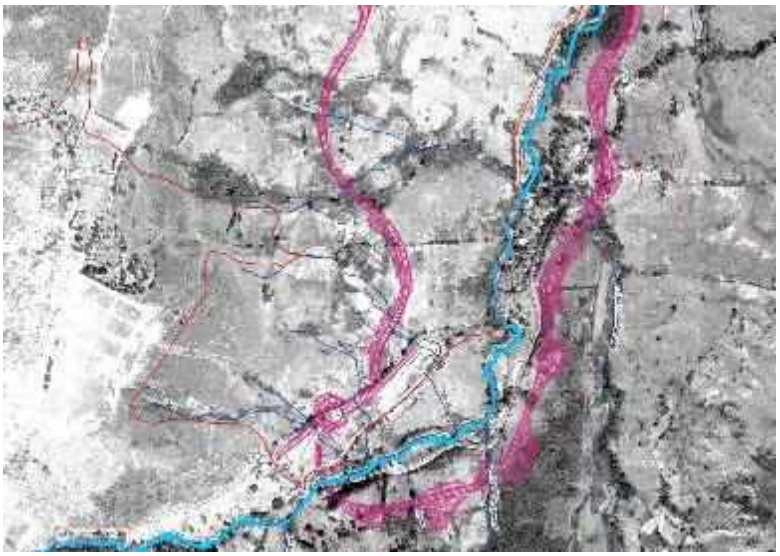
Fuente: AECOM – ConCol 2018

De acuerdo con los resultados, las corrientes hídricas asociadas al área de influencia de la UF1 durante el periodo diciembre - marzo presentan variaciones estacionales asociadas con los periodos secos y lluviosos. Las cuencas Sabanetas – 01 a 04 no cuentan con drenaje definido, por lo tanto, son hoyas por las cuales escurre el agua únicamente tras un aguacero, clasificándolas como corrientes efímeras.

5.1.5.2.11 Dinámica fluvial

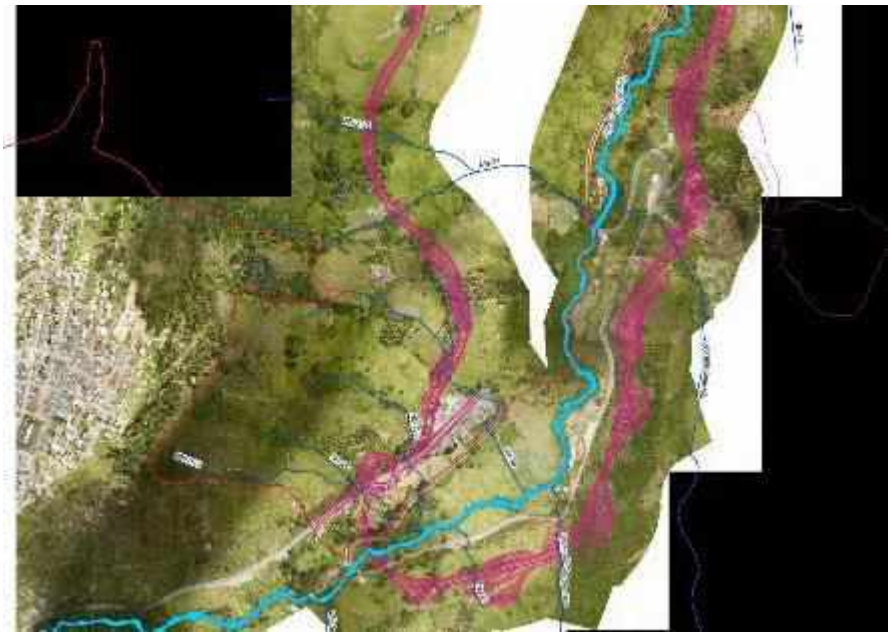
El análisis de dinámica fluvial se realizó con base en dos imágenes, la primera corresponde al año 1992 referenciada IGAC mediante el código C-2498-78, Ortofoto LIDAR Resolución 0.04m y se complementó con la imagen facilitada por Google del año 2018 (Imágenes ©2018 / Airbus, DigitalGloble). El objetivo del análisis multitemporal fue determinar si los cauces a intervenir por el proyecto durante el tiempo han sufrido cambios de su cauce, es decir, si este respecto al cauce actual ha tenido cambios de ubicación y/o en la sinuosidad de este. A continuación las imágenes utilizadas para determinar dicha dinámica fluvial (ver Figura 5.57, Figura 5.58, Figura 5.59 y Figura 5.60).

Figura 5.57 Fotografía C-2498-78



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.58 Ortofoto LIDAR año 2017



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.59 Imagen de Google Earth

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Tras realizar el seguimiento de las corrientes a intervenir por el proyecto se observa que las corrientes tienen una fuerte limitación estructural y geomorfológica, típica de los ríos de montaña en donde no ocurren cambios de la dinámica fluvial tal como se observa en la siguiente figura (ver Figura 5.60).

Figura 5.60 omparación entre la Fotografía y Ortofoto LIDAR resolución 0,04m – Quebrada NN 25

Fuente: AECOM – ConCol 2018

La relación temporal y espacial de inundaciones se analiza en el índice 11.1.3 “Plan de gestión del riesgo del presente estudio”.

5.1.6 Calidad del Agua

La evaluación de la calidad del agua (fisicoquímica y bacteriológica) que se presenta a continuación se realizó con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales sobre la responsabilidad de conservar y proteger el recurso hídrico, y como herramienta fundamental para establecer una línea base ambiental del proyecto.

5.1.6.1 Cuerpos de Agua Continentales

Como consideración principal para realizar la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes , se tuvo en cuenta las fuentes hídricas que de acuerdo con los términos de referencia M-M-INA-02 versión No. 2 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015 fueran “…susceptibles de intervención por el proyecto (concesión o vertimiento)…” por tal motivo se estableció un punto de toma de muestra sobre el río Pamplonita ya que para esta fuente se solicitará permiso de captación y vertimiento (Río Pamplonita).

Por otro lado, y con el fin de establecer las condiciones de calidad ambiental de otras fuentes hídricas que serán interceptadas por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se establecieron 4 puntos de monitoreo de calidad de agua. Adicional a lo anterior, se incluyen los resultados de dos fuentes hídricas (quebrada San Antonio y quebrada La Palma), debido a que la quebrada San Antonio será objeto para la solicitud del vertimiento de aguas de infiltración y la quebrada La Palma está localizada dentro del área de influencia. La información del monitoreo correspondiente a estas dos fuentes se desarrolló como parte del Estudio de impacto ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.6.1.1 Monitoreo de caracterización fisicoquímica y Bacteriológica del agua

Para la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas que serán interceptadas por la UF1 variante Pamplona, se realizó una campaña de monitoreo los días 8 y 9 de marzo de 2018, periodo que corresponde a la transición entre época seca y época de lluvia, en cuyo mes empieza el aumento de las precipitaciones del primer semestre del año, esto según la información presentada en el numeral 5.1.10.3 Precipitación.

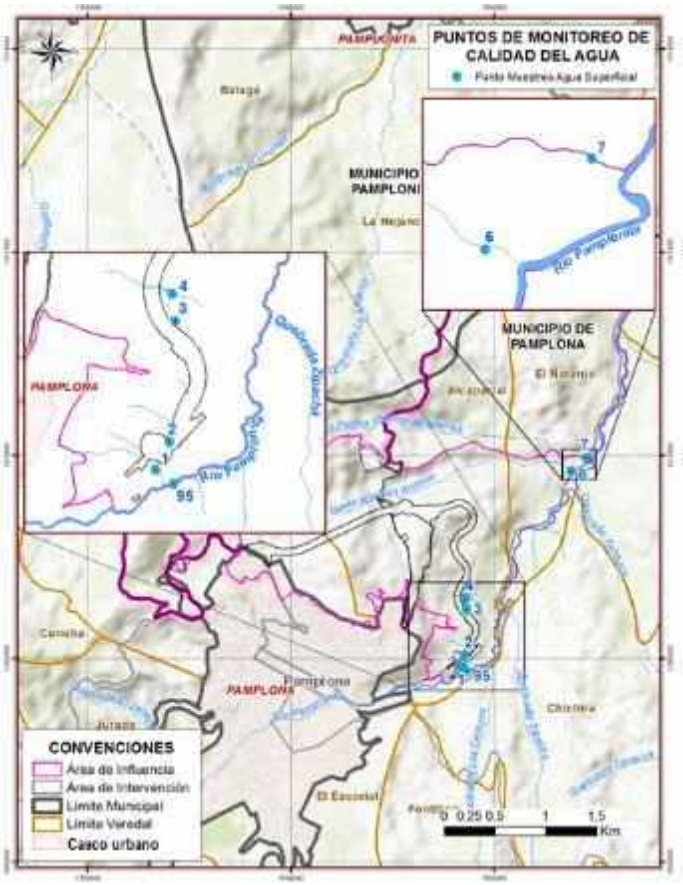
Adicionalmente y con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia se realizó la estimación de la calidad del agua de las corrientes, para la época climática diferente a la correspondiente del monitoreo (ver Anexo 5 Caracterización AI – 5.1.2 Hidrología e Hidráulica – B Calidad del agua – InformeOtroPeriodo)

La campaña fue ejecutada por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA que cuenta con acreditación del IDEAM mediante la Resolución No. 3698 del 28 de diciembre de 2011 y cuya renovación se dio por medio de la Resolución No. 2085 del 1 de octubre de 2015 (Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B Calidad de agua).

En los anexos de calidad de agua se muestra la visita a 7 puntos, sin embargo 3 de ellos (P5-UF1, P6-UF1 y Punto 7-UF1) fueron descartados en el presente documento debido a que se ubican sobre corrientes que ya presentan un monitoreo de calidad de agua en la UF1. Por tanto, no se muestran en la información expuesta en este numeral.

La Ubicación cartográfica de las corrientes hídricas analizadas se presenta en la Figura 5.61 y las características generales de los puntos de agua se presentan en la Tabla 5.55.

Figura 5.61 Ubicación cartográfica de los puntos de monitoreo de calidad del agua



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.55 Características de los Puntos de Muestreo de Agua, Fuentes Superficiales

No. Muestra	Vereda	Municipio	Descripción de la muestra /Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente de agua	Tipo de fuente	Área hidrográfica	Zona Hidrográfica	Nombre del nivel subsiguiente	Cota m.s.n.m	Coordenada	
										Este	Norte
1	Alcaparral	Pamplona	P1-UF1	NN-25	Quebrada	Caribe	Catatumbo	El Volcán	2162	1159655,1	1307925,2
2	Alcaparral	Pamplona	P2-UF1	NN-25-1	Quebrada				2204	1159707,0	1308029,9
3	Alcaparral	Pamplona	P3-UF1	NN-27	Quebrada				2204	1159730,0	1308487,9
4	Alcaparral	Pamplona	P4-UF1	NN-27-1	Quebrada				2338	1159717,4	1308589,2
6	El Naranjo	Pamplona	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Quebrada				1985	1160759,4	1309843,3
7	El Naranjo	Pamplona	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	Quebrada				1978	1160912,4	1309972,9
95	Alcaparral	Pamplona	P95-Vertimiento	Rio Pamplonita	Rio				2152	1159722,8	1307873,2
Los puntos de muestreo número 1, 2 y 4 fueron reportados por el laboratorio como fuentes hídricas secas.											

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.2 Metodología de Análisis

Las muestras para cada uno de los puntos fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras. Las técnicas analíticas empleadas para determinar el valor de cada uno de los parámetros se presentan a continuación y de forma específica en los informes de laboratorio expedidos por el laboratorio (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B - Calidad del Agua).

En las actividades de campo se realizó la medición de aquellos parámetros que son desde el punto de vista de análisis, dependientes de las condiciones del entorno y modificables al momento de realizar la toma de una muestra. Estos parámetros son: Temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto.

Las muestras puntuales para el análisis de los demás parámetros fueron tomadas en envases sin ningún tipo de residuo y acondicionadas para la preservación de las muestras según los requerimientos de las técnicas analíticas implementadas para la detección y cuantificación de los agentes o compuestos en laboratorio (Tabla 5.56). Estas fueron selladas y posteriormente refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. Finalmente, el análisis de las muestras para cada uno de los parámetros se llevó a cabo por medio de procedimientos analíticos en laboratorio, teniendo como referencia los American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizadas por APHA & AWWA (2005) y técnicas adaptada de literatura.

Tabla 5.56 Metodologías de Análisis

Parámetro	Método
Físicos	
Conductividad	SM 2510 B
Temperatura Muestra	SM 2550 B
pH	SM 4500 O C
Químicos	
Acidez	SM 2310 B
Alcalinidad total	S.M 2320 B
Arsénico total	SM 3030K - EPA 200-8- ICM/MS
Bario total	SM 3030 E 3111 D
Cadmio total	SM 4040 E, 3111 B
Capacidad buffer	TITULOMETRICO
Cobre total	SM 303 E, 3111 B
Cobalto total	SM 3030 E, 3111 B
Color real	SM 2120 C
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B
DBO_5 (demanda bioquímica de oxigeno)	SM 5210 B, ASTM D-888-12 Método C
DQO (demanda química de oxígeno)	SM 5220 C
Dureza cálcica	SM 3500-Ca B
Dureza total	SM 2340 C
Fenoles totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D
Fósforo total	S.M 4500 - P B, E
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Núméral 4, Método C
Mercurio orgánico	SM 3112 B

Parámetro	Método
Mercurio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno orgánico	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 B, C
Níquel total	SM 3030 E, 3111 B
Plata total	SM 3030 E. 3111 B
Plomo total	SM 3030 E, 3111 B
Selenio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos suspendidos inorgánicos	SM 2540 D
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Turbiedad	SM 2130 B
Zinc total	SM 3030 E, 3111 B
Sólidos disueltos aprox.	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	SM 2540 F
Oxígeno disuelto	SM 4500 C
Bacteriológicos	
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado
Coliformes totales	SM 9223 B

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3 Resultados

Los resultados de las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas obtenidos por el laboratorio en la campaña de monitoreo se analizaron según la variación en cada punto y se compararon con el (Decreto 1076 de 2015, 2015) en el cual se establecen los criterios de calidad que debe tener el agua superficial para destinación de uso doméstico, uso agrícola y uso pecuario y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita dictados mediante la (Resolución 0118 de 2007) de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR-. Los Análisis hidrobiológicos se presentan en el numeral de Ecosistemas Acuáticos.

Como complemento al análisis se incluye la comparación entre los resultados de los monitoreos en época de lluvia con los resultados de la simulación en época seca, dicha comparación se realiza para los parámetros de Oxígeno disuelto, Fósforo total, Sólidos suspendidos totales, Sólidos sedimentables, Coliformes totales y Coliformes fecales (Ver anexo 5.1.2 Hidrología – Carpeta B - Calidad de agua).

A continuación en la

Tabla 5.57, se presenta una descripción puntual de las condiciones climáticas y generales de cada punto donde se realizó la toma de muestra y posteriormente se analizan cada una de las variables estudiadas.

Tabla 5.57 Descripción de los puntos de monitoreo

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
1	P1-UF1	NN-25	N E m.s.n.m	1307925,29 1159655,19 2162	COLOR: N/A. OLOR: N/A. SABOR: N/A.	
Observaciones: Cuerpo de agua seco						
2	P2-UF1	NN-25-1	N E m.s.n.m	1308029,94 1159707,00 2204	COLOR: N/A. OLOR: N/A. SABOR: N/A.	
Observaciones: Cuerpo de agua seco						
3	P3-UF1	NN-27	N E m.s.n.m	1308487,90 1159730,06 2204	COLOR: Transparte OLOR:No se perciben particulares	
OBSERVACIONES: Cuerpo de agua ubicado en una zona de cultivos, el agua no presentó ningún tipo de propiedad en particular, del mismo modo el aspecto de la lámina de agua es transparente, sin ningún tipo de olor, iridiscencia, película de grasa, entre otros; el nivel del agua es bajo y se observa vegetación de tipo ripario en cada una de las orillas; el sustrato es de tipo arenoso con bajas proporciones de rocas.						
4	P4-UF1	NN-27-1	N E m.s.n.m	1308589,26 1159717,46 2338	COLOR: N/A. OLOR: N A. SABOR: N/A.	
OBSERVACIONES: Cuerpo de agua seco.						

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	N	1309843,38	COLOR: Café SUSTRATO: Rocoso-Arenoso. OLOR: No se perciben olores particulares	
			E	1160759,45		
			m.s.n.m	1985		
Observaciones: El cuerpo de agua se encuentra atravesado por la vía nacional, del mismo modo en el punto aguas abajo se encuentra canalizado antes de su desembocadura en el río Pamplonita; en cada una de las orillas la vegetación es de tipo herbácea y arbustiva en su mayoría, lo que proporciona un porcentaje importante de sombra; en relación al Sustrato este fue de tipo rocoso-arenoso con depósitos importantes de arenas y hojarasca; finalmente el tramo donde se realizó el muestreo presenta una forma sinuosa con un ancho aproximado de 3 m y una profundidad máxima aproximada de 0,5 m.					
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	N	1309972,94	COLOR: Gris SUSTRATO: rocoso-arenoso OLOR: No se perciben olores particulares	
			E	1160912,41		
			m.s.n.m	1978		
Observaciones: La quebrada las palmas se encuentra en una zona de pendiente media con formaciones arbóreas de mediano porte, arbustos y pastizales así como un parche de cultivos de plátano; el Sustrato en su mayoría es de tipo rocoso con algunos de depósitos de arenas; la lámina de agua presentó un Color café claro sin ningún tipo de iridiscencia, espuma o malos olores. La zona está influenciada por actividades antrópicas como la ganadería y asentamientos humanos que realizan captación sobre el mismo.					
95	P95 – Vertimiento	Rio Pamplonita	N	1307873,27	COLOR: Café claro, turbias OLOR: Materia orgánica en descomposición SABOR: Ninguno	
			E	1159722,85		
			m.s.n.m	2152		
OBSERVACIONES Se encontró evidencia de material flotante de origen antrópico (basuras), no se observan láminas de aceite en el cauce. No se observaron plantas acuáticas emergentes ni sumergidas.						

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.1 Resultados de análisis In Situ

En los puntos monitoreados se ejecutaron mediciones in situ de variables como oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos sedimentables y temperatura, los parámetros restantes se analizaron en laboratorio y los resultados de todos ellos se compararon con los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso para consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de flora y fauna, estipulado en la legislación ambiental vigente en el (Decreto 1076 de 2015) y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del rio Pamplonita establecidos mediante la (Resolución 0118 de 2007) por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental "CORPONOR" (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta C – Usos del agua).

En la Tabla 5.58 se muestran los criterios de comparación mencionados anteriormente y en la Tabla 5.59 se muestran los resultados de los parámetros in situ para los diferentes puntos de muestreo, en esta los puntos de monitoreo 1, 2, 4, 5, y 6 no se muestran debido a que fueron reportados como secos por el laboratorio CIMA por lo tanto no fueron monitoreados.

Tabla 5.58 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos

Decreto/resolución	Articulo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O_2/l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Decreto 1076 de 2015). Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	N.E.[3]	N.E.	5,9 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	N.E.	6,5 - 8,5	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.	4,5 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

[3] N.E: No establecido

Decreto/resolución	Articulo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O_2/l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Resolución 0118 de 2007), Por la cual se establecen los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	N.E.	≥4	5,0 - 9,0	N.E.	N.E.

Fuente: Adaptado de (CORPONOR, 2007) y (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

Tabla 5.59 Resultados de Parámetros In Situ

ID Punto	Nombre del punto de monitoreo	Parámetro	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O_2/l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Temp. (°C)
		LCM [4] / Nombre corriente	N/A	0,0 a 50,00	0,00 a 14,00	0,01	1	> 5
3	P3-UF1	NN-27	82	7,9	6,87	0,2	41	14,41
6	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	141	8,21	7,29	<0,1	71	15,0
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	281	8,22	8,1	<0,1	140	14,9
95	P95-VERTIMIENTO	Río Pamplonita	251	7,39	7,91	0,4	125	14,24

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

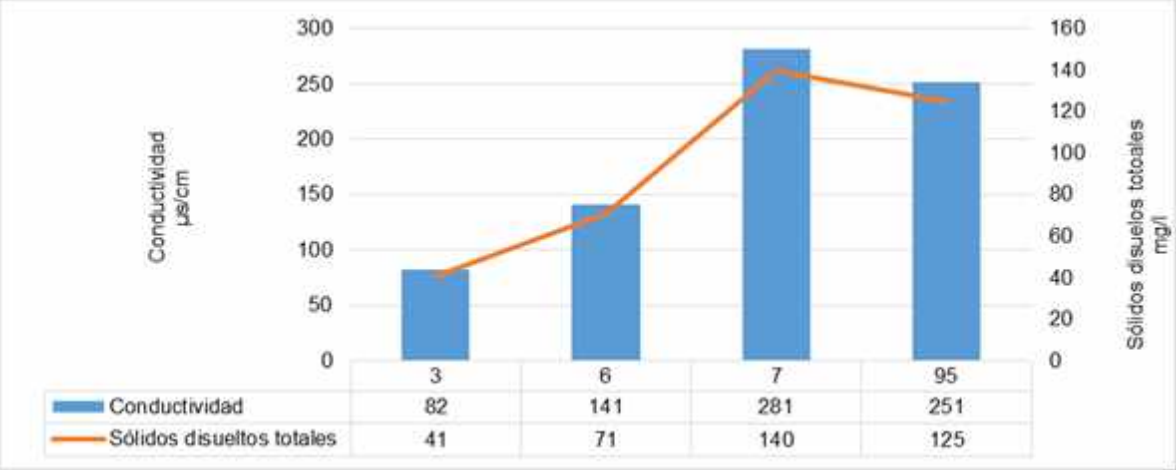
[4] LCM: Límite de cuantificación del método.

5.1.6.1.3.2 Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos Totales

La conductividad eléctrica es la capacidad que el agua tiene de conducir la corriente eléctrica, esta tiene relación con la existencia de iones disueltos en el agua, que son partículas con cargas eléctricas. Esta es consecuencia de los electrolitos que lleva disuelto el agua y, presenta un valor muy bajo en agua pura (unas pocas centésimas de µs/cm. Cuanto mayor sea la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica del agua, la cual está influida por el terreno y la posibilidad de disolución de rocas y materiales, el tipo de sales presentes, el tiempo de disolución, temperaturas, gases disueltos, pH y otros factores (Marín Galvín, 2003). La conductividad se relaciona con los sólidos totales disueltos que se refieren a la concentración total de minerales presentes en aguas naturales.

Teniendo en cuenta lo observado en la Figura 5.62 se puede concluir que para los cuerpos de agua monitoreados los valores de conductividad fluctúan entre 82 y 281 µS/cm mientras que los de sólidos disueltos totales fluctúan entre 41 y 140 mg/l. Además, se evidencia que existe una relación directamente proporcional entre ambos parámetros con una tendencia que indica que la relación entre ellos es aproximadamente 2:1 siendo la conductividad el mayor valor. Los valores determinados para cada uno de los drenajes estudiados no generan restricciones de uso ni indican contaminación por iones disueltos.

Figura 5.62 Valores de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Es posible establecer una relación entre la conductividad y la calidad en aguas de riego a 25 °C, donde valores <250 µS/cm se clasifican como “calidad excelente” y valores entre 250-750 µS/cm se clasifican como “calidad buena”, además se menciona que en ríos y corrientes, se ha tomado como valor aceptado para la vida de flora y fauna valores un rango de 150 a 500 µS/cm (Ramos Olmos, Sepúlveda Marqués, & Villalobos Moreto, 2003). Los mayores valores de conductividad se concentran en el punto 7: Quebrada La Palma (281 µS/cm), seguido del punto 95: Rio Pamplonita (251 µS/cm), de acuerdo con este parámetro estos cuerpos se tienen una calidad entre buena y excelente.

Teniendo en cuenta que el punto 7 que corresponde a la quebrada La Palma presenta una captación para consumo humano, se puede decir que de acuerdo con su conductividad esta

es apta para tal uso. Lo anterior debido a que para consumo humano según los estándares nacionales establecidos en la (Resolución 2115 de 2007), el valor máximo aceptable para conductividad es hasta los 1000 µs/cm.

La conductividad en los cuerpos de agua monitoreados, presentan un grado de mineralización débil, muy débil y media de acuerdo con los niveles establecidos para la relación mineralización - conductividad por (Rodier, Legube, Merlet, & colaboradores, 2009), (Tabla 5.60). El menor valor de conductividad reportado es de 82 µs/cm en el punto 3: Quebrada NN-27 indicando que este sistema tiene muy poca capacidad de conducir la corriente eléctrica por la escasa ionización como resultado de las bajas concentraciones de sólidos disueltos 41 g/l.

Tabla 5.60 Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy Débil
100 - 200	Débil
200 - 700	Media
700 - 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: (Rodier, Legube, Merlet, & colaboradores, 2009)

5.1.6.1.3.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD), como su nombre lo dice, corresponde al oxígeno que se encuentra disponible en el agua, este parámetro es uno de los indicadores más importantes de calidad de agua debido a que provee el desarrollo de vida en los cuerpos de agua. La principal fuente de oxígeno es la interacción aire-liquido, este se da por turbulencia en los cuerpos lóticos, mientras que en los cuerpos lénticos la principal fuente son los procesos de fotosíntesis. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática (Tabla 5.61).

Tabla 5.61 Escala de OD y su relación con la calidad del agua

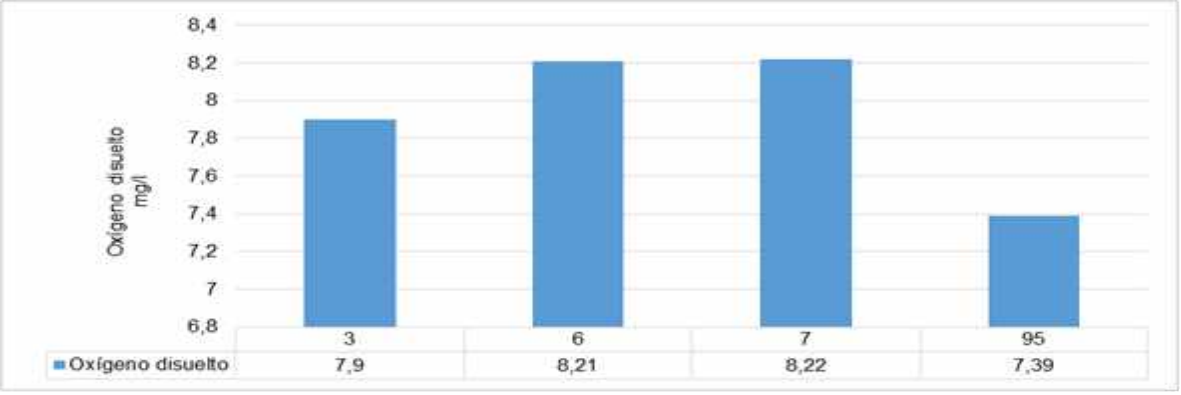
Nivel de OD (mg/l)	Calidad del Agua
0,0 – 4,0	**MALA:** Algunas poblaciones de peces y macroinvertebrados empezarán a bajar
4,1 – 7,9	**ACEPTABLE:** Preservación de flora y fauna aguas cálidas.
8,0 – 12,0	**BUENA**
>12,0	El agua presenta aireación asistida (aireación artificial o en caso de no presentar, inconsistencia en el muestreo o análisis de la muestra)

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

A continuación, en

Figura 5.63 se presentan los valores de OD registrados para los diferentes puntos monitoreados en el área de influencia del proyecto.

Figura 5.63 Valores de Oxígeno Disuelto



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Los valores de oxigeno determinados en los diferentes puntos monitoreados presentan valores que fluctúan entre 7,4 mg/l y 8,2 mg/l, los cuales no generan restricciones de uso ni indican contaminación para los cuerpos de agua estudiados, además son aceptables según los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica de río Pamplonita (≥4 en el tramo 6 de uso paisajismo urbano y asimilación). Además, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5.61, las condiciones son óptimas para el desarrollo de la vida acuática dado que en cada uno de los sistemas monitoreados las concentraciones de oxígeno disuelto superan los 4 mg/l de concentración, obteniendo que la calidad del recurso se encuentra entre aceptable y buena. Los mayores valores de oxígeno disuelto se concentran en el punto 7: Quebrada La Palma (8,22 mg/l) y en el punto 6: Quebrada San Antonio (8,21 mg/l).

5.1.6.1.3.4 pH

Se trata de la medida de las propiedades ácido-base de una solución, del grado de concentración del ión H+ o de la relación entre los iones H+ y OH-, que se da a una temperatura especifica por disociación de sustancias ácidas (H+) o básicas (OH-). Los cambios en este parámetro naturalmente se dan por procesos de degradación de materia orgánica proveniente de vegetación en descomposición que promueven la generación de ácido carbónico (H_2CO_3) debido a la interacción del CO_2 con el agua, se puede dar por la presencia de minerales de calcio y de magnesio que provienen de la roca caliza o por la presencia de sales ácidas. Otras fuentes externas pueden ser la lluvia ácida o fuentes de agua con alto contenido de sustancias ácidas o alcalinas. El pH del agua potable natural debe estar entre 6,5 y 8,5. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales.

Las industrias y los vehículos con motor emiten óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre al ambiente, cuando estas emisiones se combinan con vapor de agua en la atmósfera forman ácidos. Tales ácidos se acumulan en las nubes y caen a la tierra como lluvia ácida o nieve ácida, está daña los árboles, cosechas y edificios; además puede formar lagos y ríos tan ácidos que los peces y otros organismos acuáticos no pueden sobrevivir (

Tabla 5.62).

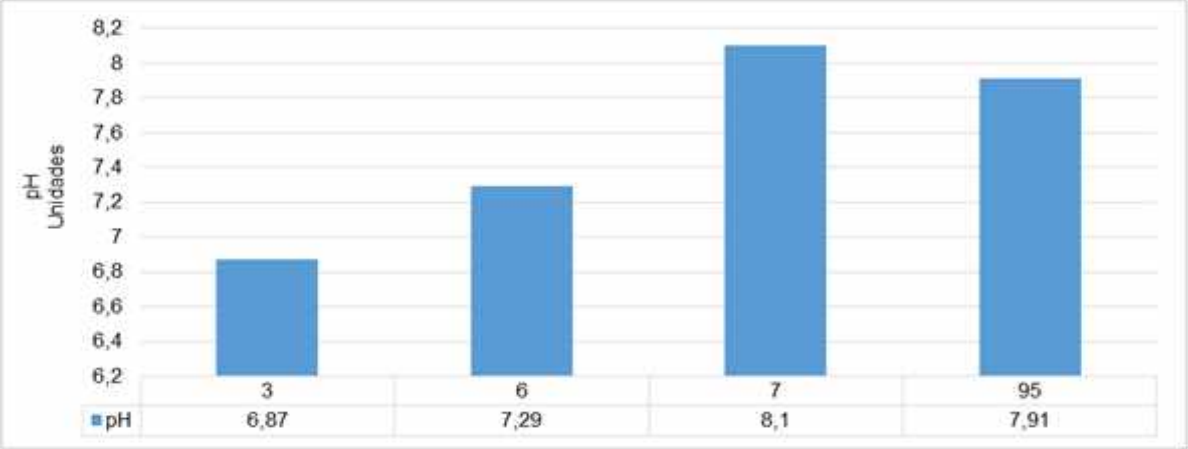
Tabla 5.62 Escala de pH y su relación con la calidad del agua

pH	Calidad de Agua
< 5,5	**Mala**: Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales.
5,5-5,9	**Aceptable**
6-6,4	**Buena**
6,5-7,5	**Excelente**
7,6-8	**Buena**
8,1-8,5	**Aceptable**
>8,6	**Mala:** Muy Alcalina los peces y otros organismos se ven drásticamente disminuidos

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

A continuación, en la Figura 5.64 se presentan los valores de pH registrados para los diferentes puntos monitoreados en el área de influencia del proyecto.

Figura 5.64 Valores de pH



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con lo anterior, el comportamiento del pH para los diferentes puntos monitoreados fluctúa entre 6,9 y 8,1 unidades de pH, tales valores muestran que el pH de las fuentes analizadas hace posible su uso doméstico, humano, agrícola, pecuario. Lo anterior de acuerdo con los criterios de calidad para tales usos estipulados en el (Decreto 1076 de 2015) donde el límite inferior más bajo es de 4,5 y el límite superior más bajo es de 8,4, por tanto, todos los resultados obtenidos de las fuentes analizadas entran en los rangos estipulados.

Además, en comparación con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica el río Pamplonita los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos estipulados para los usos propuestos en el mismo, lo cual se expresa en la (Resolución 0118 de 2007) expedida por Corponor. Por otro lado, de acuerdo con la escala de pH y su relación con la calidad de agua (

Tabla 5.62) los resultados obtenidos reflejan una calidad del agua aceptable para el desarrollo de fauna y flora.

Teniendo en cuenta que la quebrada La Palma - punto 7 presenta uso de consumo humano, la Resolución 2115 de 2007 establece máximos admisibles de calidad de agua para tal uso, el valor de pH debe estar comprendido entre 6,5 y 9,0 por lo que de acuerdo con este parámetro la corriente es apta.

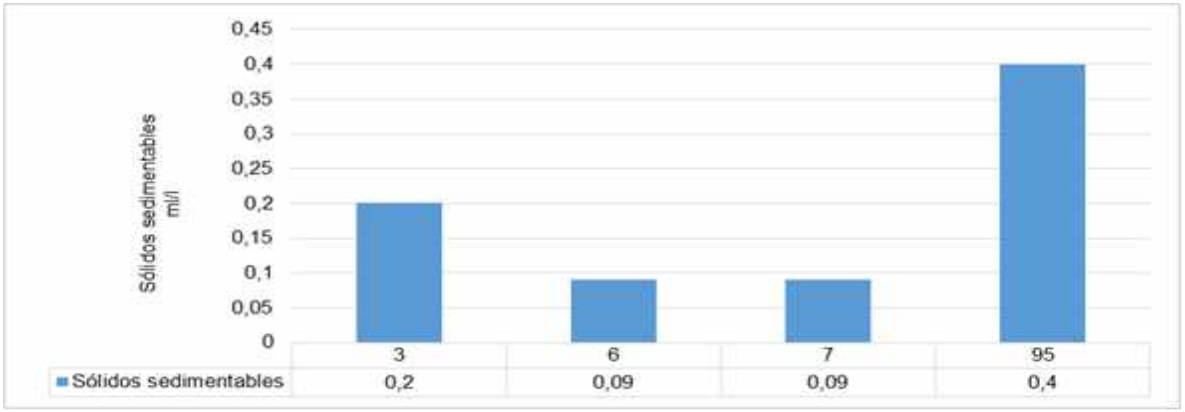
5.1.6.1.3.5 Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables hacen referencia a las partículas que, debido a su elevada masa, se precipitan por acción de la gravedad. Estos generalmente no son reactivos y están compuestos por material como arenas, grabas y flocs en estado estable. Se trata de los sólidos que van al fondo de un cono estandarizado (Imhoff) para un periodo de 60 minutos, para fines cuantitativos se expresa en ml/l de agua, este parámetro se evalúa con el propósito de estimar la cantidad de sedimentos que pueden acumularse en sistemas de tratamiento o determinar la necesidad de construir unidades de sedimentación en el tratamiento de aguas residuales (Ramos Olmos, Sepúlveda Marqués, & Villalobos Moreto, 2003).

Los sólidos sedimentables son los causantes de la turbidez debido a que producen dispersión de la luz que atraviesa la muestra de agua. Los valores de sólidos sedimentables determinados en dos de los puntos evaluados presentaron valores inferiores a 0,1 ml/l, mientras que en los puntos 3 y 95 se obtuvieron valores de 0,2 y 0,4 mg/l respectivamente.

En la Figura 5.65 se presentan los valores de sólidos sedimentables para los cuerpos de agua monitoreados.

Figura 5.65 Valores de sólidos sedimentables



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.6 Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que determina el comportamiento de los procesos en el agua, y por tanto influye en los demás parámetros de calidad, como son el pH y el oxígeno disuelto (por alteración en la absorción y por catálisis de actividades biológicas); condicionando, entre otras cosas, la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Adicionalmente, puede afectar

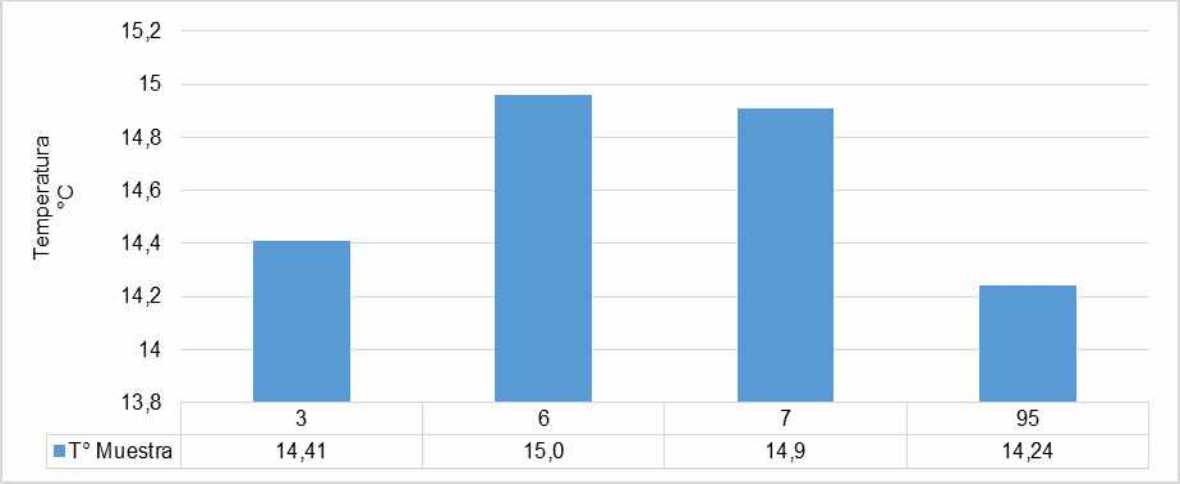
la precipitación o la solubilidad de ciertos compuestos como las sales (Salamanca & Palacios, 2005), limitando la presencia de los sólidos disueltos o agregados en el agua.

El índice metabólico de los organismos acuáticos aumenta en el agua tibia. Puesto que el metabolismo requiere oxígeno, algunas especies podrían no sobrevivir si no hay suficiente oxígeno en el agua para satisfacer sus necesidades. Además, la temperatura del agua puede afectar los índices de reproducción de algunas especies acuáticas; algunas especies podrían dejar de reproducirse en aguas más calientes. Puesto que las bacterias y otros organismos que causan enfermedades crecen con más rapidez en agua caliente, la susceptibilidad de los organismos acuáticos a las enfermedades aumenta también en agua caliente.

Los aumentos repentinos en la temperatura pueden ser ocasionados por contaminación térmica, que es la descarga de grandes cantidades de agua caliente proveniente de plantas industriales. Los cambios repentinos en la temperatura del agua pueden causar un choque térmico en algunas especies acuáticas y ocasionar la muerte de dichas especies. La contaminación térmica, aunque sea gradual, puede perturbar el balance del ecosistema de tal modo que podría exterminar las especies que no toleran el calor en esa área.

De acuerdo con la Figura 5.66, los registros de temperatura en los puntos de agua superficiales monitoreados, no presentan variaciones significativas entre sí, los valores determinados oscilan entre 14,2°C y 15°C para los diferentes puntos monitoreados.

Figura 5.66 Valores de Temperatura



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.7 Resultados de análisis físico – químicos en laboratorio

Con relación a los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio y cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.64 y Tabla 5.65, se destacan y analizan a detalle aquellos que no cumplen con el (Decreto 1076 de 2015) o que presentaron valores muy cercanos a los permitidos.

Además, en la Tabla 5.63 se muestra la relación entre los puntos de monitoreo y los códigos de muestras establecidos por CIMA para el análisis de los parámetros de laboratorio, estos códigos son usados en los reportes de resultados anexos para la presentación de los datos.

Los puntos de monitoreo 1, 2 y 4 no se muestran en la Tabla 5.63 y Tabla 5.65, debido a que fueron reportados como fuentes hídricas secas por el laboratorio por lo tanto no fueron monitoreados.

Tabla 5.63 Codificación y nomenclatura de los puntos de muestreo analizados

Id punto	Descripción de la muestra (cima)	Código muestra laboratorio cima	Nombre corriente
3	P3-uf1	30881	Nn-27
6	P6-quebrada san antonio	26254	Quebrada san antonio
7	P7-quebrada la palma	26255	Quebrada la palma
95	Vertimiento	28205	Rio pamplonita

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.6.1.3.8 Acidez y Alcalinidad

La alcalinidad es definida como la resistencia del agua para neutralizar un ácido (Henry & Heinke, 1999) (capacidad buffer), está asociada, principalmente, a aniones que neutralizan los H+ provenientes de las sustancias ácidas. Estos aniones generalmente se derivan de compuestos de carbón inorgánico disuelto, carbonatos (CO_3^{2-}) y los bicarbonatos (HCO_{3-}), como resultado de la disolución de sustancias minerales.

En el caso de los cuerpos de agua, estos se originan por la interacción del suelo con el agua junto con procesos de descomposición de la materia orgánica. Otra fuente de alcalinidad también pueden ser los hidróxidos (OH-). Por tanto, un grado alto de alcalinidad evita los cambios bruscos de pH, dando la capacidad de realizar procesos biológicos de forma estable. Los valores de alcalinidad en un cuerpo de agua pueden determinar si el agua es dura o blanda de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5.66.

Tabla 5.64 Estándares de calidad de agua para parámetros físicos-químicos en laboratorio de acuerdo diversos usos del agua

Parámetro	(Decreto 1076 de 2015)				Resolución 0118 de 2007
	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6	Tramo 6
	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.
Acidez	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Alcalinidad total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Arsénico total	0,05	0,05	0,1	0,2	N.E.
Bario total	1	1	N.E.		N.E.
Cadmio total	0,01	0,01	0,01	0,05	N.E.
Cobre total	1	1	0,2	0,5	N.E.
Coliformes fecales termotolerantes	2000	N.E.	N.E.	N.E.	≤2000
Coliformes totales	20000	1000	N.E.	N.E.	≤20000
Color real	75	20	N.E.	N.E.	N.E.
Cromo total	0,05	0,05	0,1	1	N.E.
DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno)	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
DQO (demana química de oxígeno)	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza cálcica	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fenoles totales	0,002	0,002	N.E.	N.E.	N.E.
Fósforo total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Grasas y aceites	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mercurio total	0,002	0,002	N.E.	0,01	N.E.
Nitrógeno orgánico	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Parámetro	(Decreto 1076 de 2015)				Resolución 0118 de 2007
	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6	Tramo 6
	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.
Nitrógeno total Kjeldhal	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Níquel total	N.E.	N.E.	0,2	N.E.	N.E.
Plata total	0,05	0,05	N.E.	N.E.	N.E.
Plomo total	0,05	0,05	5	0,1	N.E.
Selenio total	0,01	0,01	0,02	N.E.	N.E.
Sólidos suspendidos totales	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0 - 10
Turbiedad	N.E.	19	N.E.	N.E.	N.E.
Cinc total	15	15	2	25	N.E.

Fuente: Adaptado de (Decreto 1076 de 2015)y (Resolución 0118 de 2007)

Tabla 5.65 Resultados de parámetros fisicoquímicos puntos de monitoreo

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95-VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM[5]	ID Punto LCM[6]	3	6	7	95
Acidez	mg $CaCO_3$/l	2,993	5	5	5	8	33

5 LDM: Límite de detección del método

6 LCM: Límite de cuantificación del método

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95-VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM[5]	ID Punto LCM[6]	3	6	7	95
Alcalinidad total	mg/l $CaCO_3$	NA	4	42	95	170	52
Arsénico total	mg Metal/l	S.I.7	0,0045	Pendiente	<0,0045	<0,0045	<0,0045
Bario total	mg Ba/l	0,05	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio total	mg Cd/l	0,002	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg Cu/l	0,01	0,015	<0,015	<0,05	<0,05	<0,015
Color real	UPC		6,3	Pendiente	19,17	24,41	131,1
Cromo total	mg Cr/l	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DBO_5 (demanda bioquímica de oxigeno)	mgO_2/l		10	Pendiente	<10	<10	30
DQO (demana química de oxígeno)	mgO_2/l	1	10	Pendiente	10	19	143
Dureza cálcica	mg $CaCO_3/l$	1	5	Pendiente	58	111	38
Dureza total	mg$CaCO_3/l$	1	5	Pendiente	64	125	40
Fenoles totales	mg/l	S.I.	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fósforo total	mg P/l	S.I.	0,02	14	0,058	0,052	2,9
Grasas y aceites	mg/l	0	0,5	7	3,6	1,9	14,4
Mercurio total	mg Metal/l	S.I.	0,0006	Pendiente	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Nitrógeno orgánico	mg/l		3,3	<2	<2	<2	2
Nitrógeno total kjeldhal	mg N/l	0,56	2	<2	<2	<2	14
Níquel total	mg Ni/l		0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plata total	mg Ag/l	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	mg Pb/l	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

7 S.I.: Sin información ya que es un parámetro que fue subcontratado por CIMA, por lo que se está a la espera de la información pertinente.

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95-VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM[5]	ID Punto LCM[6]	3	6	7	95
Selenio total	mg Metal/l	S.I.	0,0055	Pendiente	<0,0055	<0,0055	<0,0055
Sólidos suspendidos totales	mg/l		5	20	48	32	79
Turbiedad	NTU	0,112	0,3	233	75	17,6	29,9
Cinc total	mg Zn/l	0,005	0,01	<0,02	0,01	<0,01	0,04

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.66 Escala de Mineralización en Agua de acuerdo con la Alcalinidad

Valoración	Alcalinidad (mg/l $CaCo_3$)
Muy Baja	< 12,3
Baja	24,6 - 41
Media	41 – 98,4
Alta	98,4 – 147,6
Muy Alta	> 147,6

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

De acuerdo con (Henry & Heinke, 1999), la acidez se considera como la capacidad de neutralizar las bases. En las aguas, esta capacidad se debe al dióxido de carbono (CO_2), el cual puede ser incorporado con los coagulantes químicos, mediante la oxidación de materia orgánica, por disolución del dióxido de carbono atmosférico, por la presencia de ácidos minerales procedentes de ácidos fuertes (HCl, H_2SO_4, HNO_3) y por hidrolización de sales de ácidos fuertes y bases débiles.

La acidez en aguas naturales es causada por la presencia de CO2 o por ácidos minerales fuertes, donde el CO_2 es el principal causante de la acidez a pH mayores de 4,0. El CO_2 puede ingresar en agua superficial por absorción de este desde la atmósfera, solo cuando el cuerpo de agua presenta una concentración de CO_2 menor que el de la atmósfera. El CO_2 también puede ser producido por la oxidación de materia orgánica particularmente en aguas contaminadas, si, adicionalmente la actividad fotosintética es limitada, la concentración de CO_2 puede ser mayor que en la atmósfera y escapará al aire (IDEAM , 2007)

De acuerdo con el (IDEAM , 2007), las consecuencias que tendría un incremento en la acidez son bastante importantes pues pueden producir cambios drásticos y fatales en la mayoría de las especies vivas y disminuye la productividad primaria. Bajo condiciones ácidas, las especies vegetales disminuyen la producción de clorofila, desaparecen la mayoría de los invertebrados acuáticos y se produce un cambio de bacterias a una población de hongos disminuyéndose la composición de celulosa y la concentración de oxígeno.

Finalmente, los bicarbonatos tienen gran relevancia en la química del agua, básicamente debido a su capacidad buffer, acomplejamiento de metales y el metabolismo biológico (MWH, 2005). Los carbonatos son responsables, junto a los carbonatos, de la neutralización de los procesos de acidificación del agua. En cuerpos superficiales tiende a ser más baja su concentración con relación a las aguas subterráneas donde forma complejos con Ca, Mg, Cu, Zn y Fe.

De acuerdo con los resultados observados en la Tabla 5.65, los valores de alcalinidad para los cauces monitoreados varían entre 42 y 170 mg/l CaCO3, cuyo valor más alto se presenta en el punto 7: Quebrada La Palma (170 mg/l CaCO3) seguido del punto 6: Quebrada San Antonio (95 mg/l CaCO3), en aguas naturales estos son debidos a la presencia de Bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos formados por la acción de CO_2 sobre materiales básicos del suelo por la disolución de rocas básicas carbonatadas.

Normalmente, las aguas superficiales tienen una alcalinidad apreciable, debido a la variación del pH entre 6 y 8, condiciones en las cuales la especie de carbono inorgánico

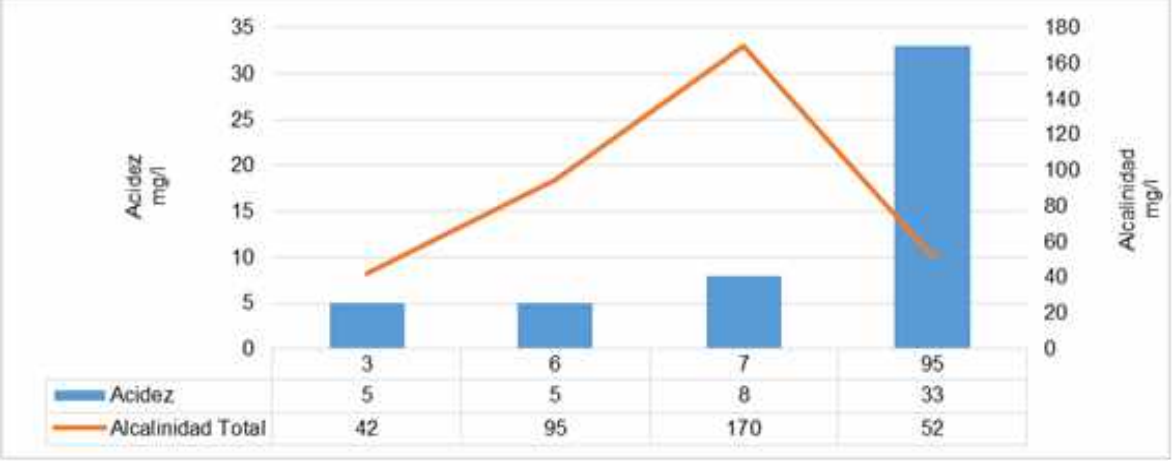
predominante es el ion HCO_3. Además, las aguas superficiales con algas también pueden presentar alcalinidad, debido a que toman el CO_2 que está en forma libre y lo combinan de tal forma que el pH puede aumentar.

Los valores mínimos de alcalinidad se presentan en el punto 3: Quebrada NN-27 (42 mg/l $CaCO_3$), valor que se encuentran encima de 20 mg/l $CaCO_3$, el cual es un límite de alcalinidad internacionalmente aceptable para mantener la vida acuática, ya que cuando el agua tiene alcalinidades menores se vuelve muy sensible a la contaminación pues no posee la capacidad de oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH.

Por otro lado, la fuente que presenta una mayor acidez es el río Pamplonita (Punto 95). La principal fuente de acidez en aguas naturales es el dióxido de carbono proveniente de la atmosfera y la oxidación bacteriana de la materia orgánica. Por tanto, la acidez proviene de ácidos débiles siendo el principal el CO_2, aunque otros ácidos débiles también pueden estar presentes en el agua natural como H_2S, H_2PO_4, ácidos húmicos y fulvicos, así como los ácidos carboxílicos formados por la descomposición de la materia orgánica. Lo anterior puede ser el motivo por el cual el río Pamplonita presenta el valor de acidez más alto, pues este cuerpo de agua es receptor de aguas residuales con altas cargas de materia orgánica.

A continuación, en la Figura 5.67 se presentan los valores de alcalinidad y acidez registrados para los diferentes puntos monitoreados.

Figura 5.67 Valores de Acidez y alcalinidad



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.9 Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales

La Turbiedad mide el grado de dispersión de la luz generado por los sólidos en suspensión, el efecto que causa la turbiedad es la interferencia con la penetración de la luz a través del agua, por lo que afecta los procesos de fotosíntesis (Gómez, 2003). La dispersión de la luz de las partículas depende de su tamaño, su forma, el índice de refracción y su composición.

Los sólidos suspendidos, están compuestos por partículas de origen orgánico e inorgánico; así como líquidos inmiscibles (Gómez, 2003). Las principales características de estas partículas, además de estar influenciadas por la turbidez, es que generan un aspecto al agua no tan agradable a la vista, proveen un refugio para el transporte de agentes químicos

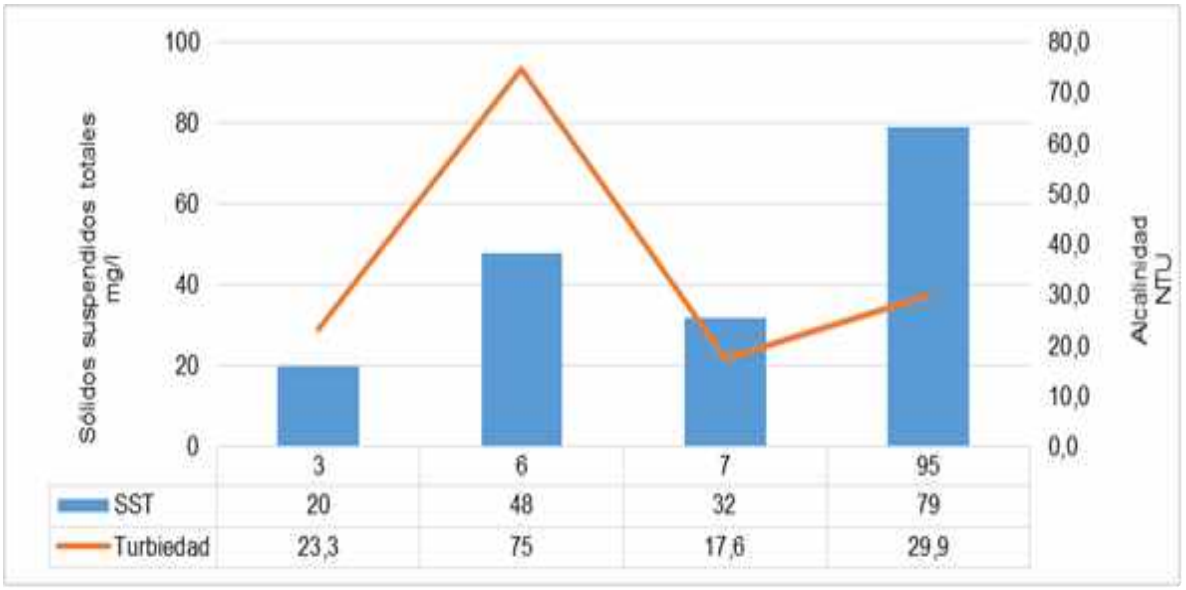
que pueden ser tóxicos y agentes biológicamente activos precursores de enfermedades. Las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) tiene una relación directa con la turbiedad, el agua toma una apariencia oscura debido a una alta concentración de partículas en suspensión, es decir una alta turbiedad.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 5.65, los valores de turbiedad fluctúan entre 17,6 y 29,9 NTU, donde el mayor valor es resultado del rio Pamplonita (29,9 NTU) seguido por la quebrada NN-27 (23,3 NTU).

De acuerdo con los objetivos de la calidad para la cuenca hidrográfica del Rio Pamplonita en el tramo 6, los resultados obtenidos en todas las fuentes hídricas evaluadas no cumplen con los criterios definidos en la (Resolución 0118 de 2007) de Corponor. La cual establece un objetivo para SST ≤10 mg/l en el tramo 6 cuyo uso es paisajismo urbano y asimilación.

Respecto a la turbiedad en el artículo 2.2.3.3.9.4 del (Decreto 1076 de 2015) se establece como criterio admisible de calidad un total de 19 NTU, para el cual únicamente la quebrada La Palma cumple. En la Figura 5.68 se presentan los valores de SST y turbiedad y su correlación para los diferentes puntos monitoreados.

Figura 5.68 Valores de Turbiedad y SST



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.10 Color

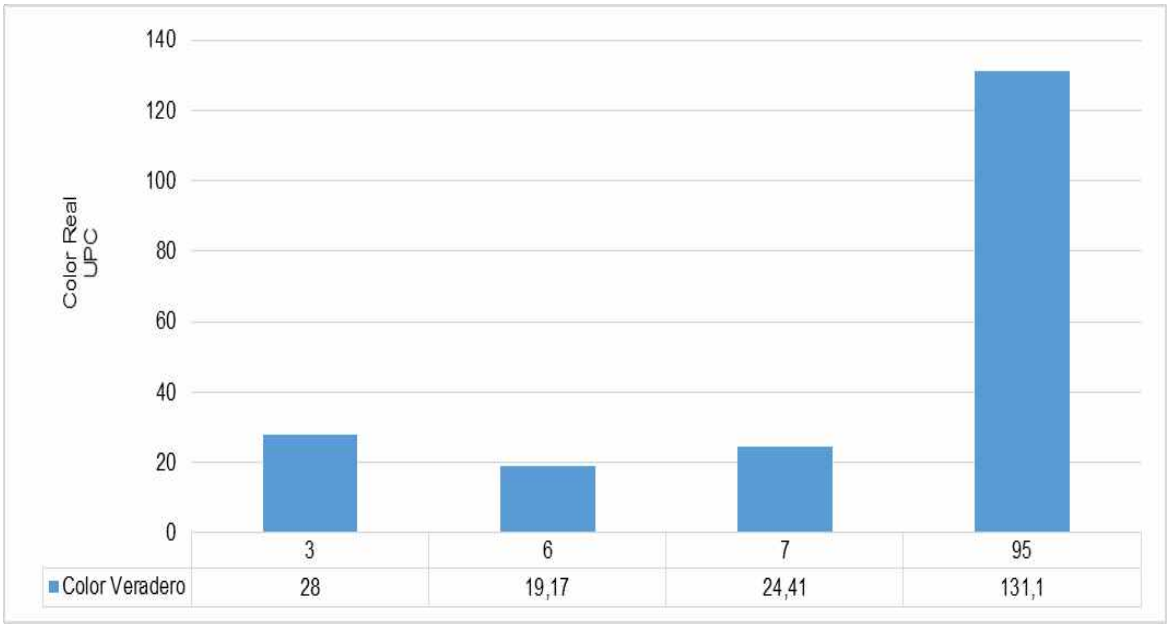
El Color del agua dependerá tanto de las sustancias que se encuentren disueltas, como de las partículas que se encuentren en suspensión. Se clasifica como “Color verdadero” al que depende solamente el agua y sustancias disueltas, mientras el “aparente” es el que incluye las partículas en suspensión (que a su vez generan turbidez). Para determinar el color verdadero, sería necesario filtrarla para eliminar todas las partículas suspendidas.

El agua de uso doméstico e industrial tiene como parámetro de aceptación la de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra Coloreada

y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha Coloración. Las aguas superficiales pueden estar Coloreadas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales como en el caso de las industrias de papel, curtido y textil; esta última causa Coloración por medio de los desechos de teñido los cuales imparten Colores en una amplia variedad y son fácilmente reconocidos y rastreados.

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 5.69, los valores de Color van desde 19,17 UPC (Punto 6: Quebrada San Antonio) a 131,1 UPC (Punto 95: Río Pamplonita), donde UPC (Unidades Platino Cobalto) representa la medida del Color que los contaminantes confieren al agua. El artículo 2.2.3.3.9.3 del (Decreto 1076 de 2015) establece como límite permisible 75 UPC para el uso humano y doméstico, el cual es sobrepasado por el río Pamplonita mientras que las demás fuentes se encuentran bajo este límite. Esta Coloración puede deber a la presencia de materia orgánica y contaminantes domésticos producto del vertimiento de aguas residuales al cuerpo hídrico.

Figura 5.69 Valores de Color



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.11 Dureza cálcica y Dureza Total

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.

Según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define como agua blanda la que presenta concentraciones inferiores a 60 mg/l de carbonato de calcio ($CaCO_3$), medianamente dura entre 61 y 120 mg/l, dura entre 121 y 180 mg/l y muy dura

aquella con valores superiores a 180 mg/l. El calcio se disuelve prácticamente de todas las rocas y, por lo tanto, se detecta en todas las aguas (Tabla 5.67).

Tabla 5.67 Clasificación de la Dureza por $CaCO_3$ en el Agua (OMS)

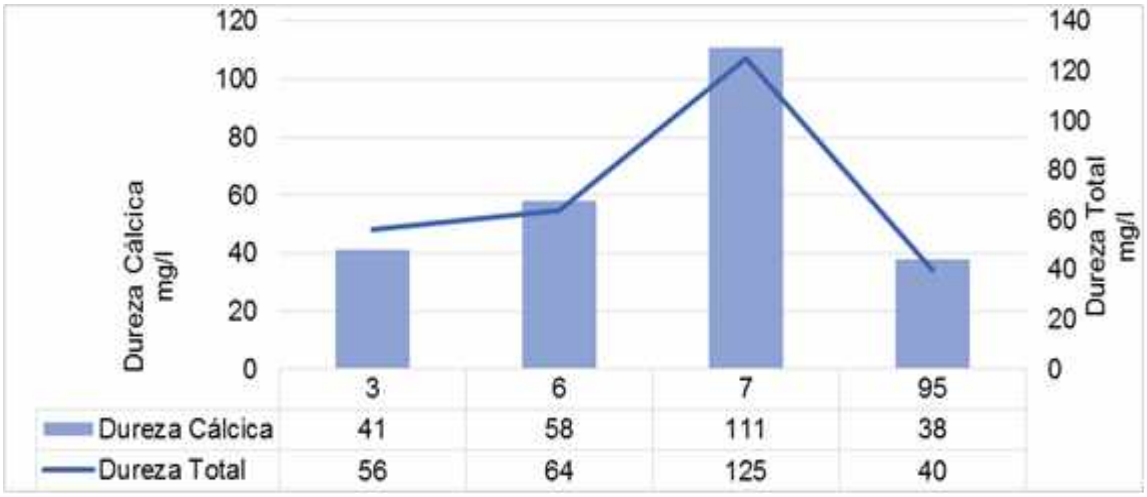
Concentración de $CaCO_3$ /mg/l	Tipo	Codificación
0 - 60	Blanda	Azul
61 - 120	Moderadamente Dura	Verde
121 - 180	Dura	Amarillo
>180	Muy Dura	Rojo

Fuente: (Universidad de Costa Rica, 2009)

Teniendo en cuenta los resultados del parámetro de Dureza Total para cada uno de los cuerpos de agua monitoreados, del total de fuentes evaluadas solo 2 tienen aguas blandas, y los 2 restantes se encuentran entre moderadamente dura y dura.

De acuerdo con la Figura 5.70, la mayor dureza total se presentó en el punto 7: Quebrada la Palma (125 mg/l) seguido del punto 6: Quebrada San Antonio, lo cual se asocia con el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

Figura 5.70 Valores de Dureza cálcica y Dureza Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.12 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DBO está definida como la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para descomponer la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas. Esta prueba sirve para cuantificar la contaminación de aguas domésticas e industriales con materia orgánica en términos de requerimiento de oxígeno. (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008) y (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002). Se constituye una medida indirecta de la concentración de la materia orgánica e inorgánica degradable o transformable biológicamente.

En las aguas superficiales el requerimiento de oxígeno para oxidación biológica es muy variable y depende de las fuentes contaminantes aguas arriba. En aguas residuales domésticas el requerimiento se sitúa entre 100 y 350 ppm. En aguas industriales el

requerimiento alcanza varios miles de ppm (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA). La prueba de la Demanda Química de Oxígeno DQO es ampliamente usada para determinar la carga orgánica e inorgánica de aguas residuales domésticas e industriales (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002)

Existe materia orgánica que se puede oxidar por procesos biológicos para la cual aplica la prueba de DBO, pero existe otra que no puede degradarse por este medio o puede demorar un tiempo muy prolongado, y por ello se pone en contacto con agentes fuertemente oxidantes como el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). El resultado es la determinación de la cantidad de desechos en términos de toda la cantidad de oxígeno requerido para oxidar estos desechos y llevarlos a dióxido de carbono y agua considerando que la mayoría de la materia orgánica se oxida por estos agentes oxidantes (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002); (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2005).

La DQO o demanda química de oxigeno es la cantidad de oxigeno necesaria para descomponer químicamente la materia tanto orgánica como inorgánica. Con esta se puede determinar la cantidad total de contaminantes orgánicos en aguas residuales. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Existe un índice que indica que tipo de aguas se están analizando, el cual se obtiene con la relación (DBO/DQO). Si esta relación es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se asume como un vertido orgánico (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA).

En la Tabla 5.68 se muestra una clasificación de la calidad de agua de acuerdo con su DBO de donde se puede concluir que 3 de las fuentes hídricas tienen una calidad aceptable siendo menores a 10 mg/l, las cuales no fueron detectas por el límite de cuantificación de la técnica (10 mg/l). Sin embargo, para el caso de punto 95: Río Pamplonita (33 mg/l DBO_5) la clasificación es contaminada encontrándose en el rango entre 30 y 120 mg/l donde se encuentran las aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas en origen municipal principalmente. Lo anterior es debido a que como se ha mencionado anteriormente el río Pamplonita es un cuerpo receptor de aguas residuales domésticas de la población aledaña.

Tabla 5.68 Escala de clasificación de la calidad de agua, con base en la DBO

DBO	Criterio	Descripción
≤ 3 mg/l	Excelente	No contaminada
3 – 6 mg/l	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
6 – 30 mg/l	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.
30 – 120 mg/l	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
≥ 120 mg/l	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.

Fuente: (Sánchez, Herzig, Peters, Márquez, & Zambrano, 2007)

Tabla 5.69 Escala de clasificación de calidad de agua, con base en la DQO

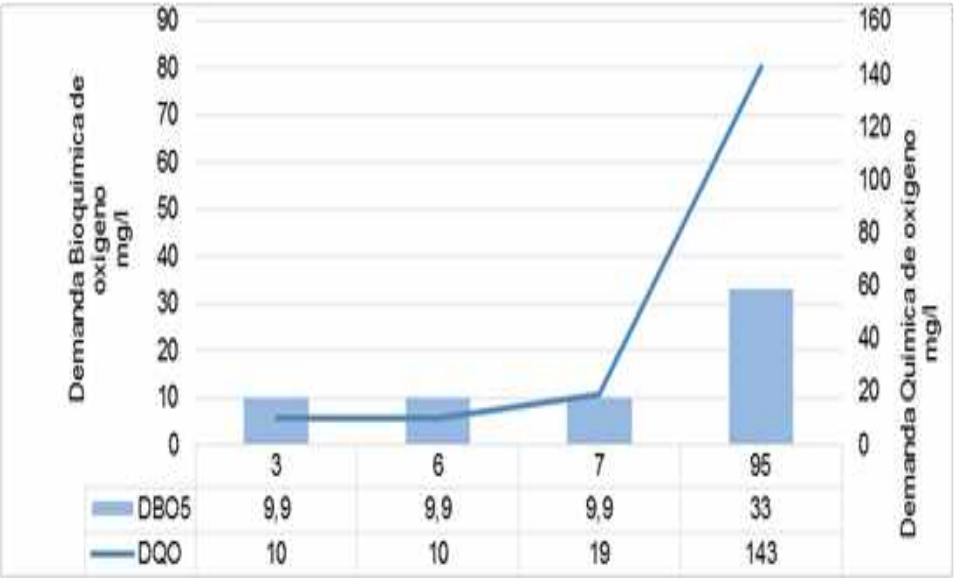
DQO	Criterio	Descripción
≤ 10 mg/l	Excelente	No contaminada
10 – 20 mg/l	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánico biodegradable y no biodegradable
20 – 40 mg/l	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
40 – 200 mg/l	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
≥ 200 mg/l	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales, crudas municipales y no municipales.

Fuente: (Sánchez, Herzig, Peters, Márquez, & Zambrano, 2007)

Los resultados de DBO y DQO se presentan en la Figura 5.71 y su correlación para los diferentes puntos monitoreados. En cuanto a la DQO los valores fluctúan entre 10 y 143 mg/l, donde el mayor valor se presenta en el río Pamplonita. Por otro lado, de acuerdo con los resultados presentados para clasificación de calidad de agua con base en la DQO se puede decir que 3 de las 4 fuentes hídricas estudiadas presentan una calidad excelente donde no hay contaminación debido a que presentan valores menores a 10 mg/l, mientras que el rio Pamplonita presenta contaminación con presencia de descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de las técnicas DBO5 y DQO (≥ 10 mg/l en ambos casos) y que en los resultados es mostrado como < 10 mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 9,9 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.71 Valores de DBO_5 y DQO



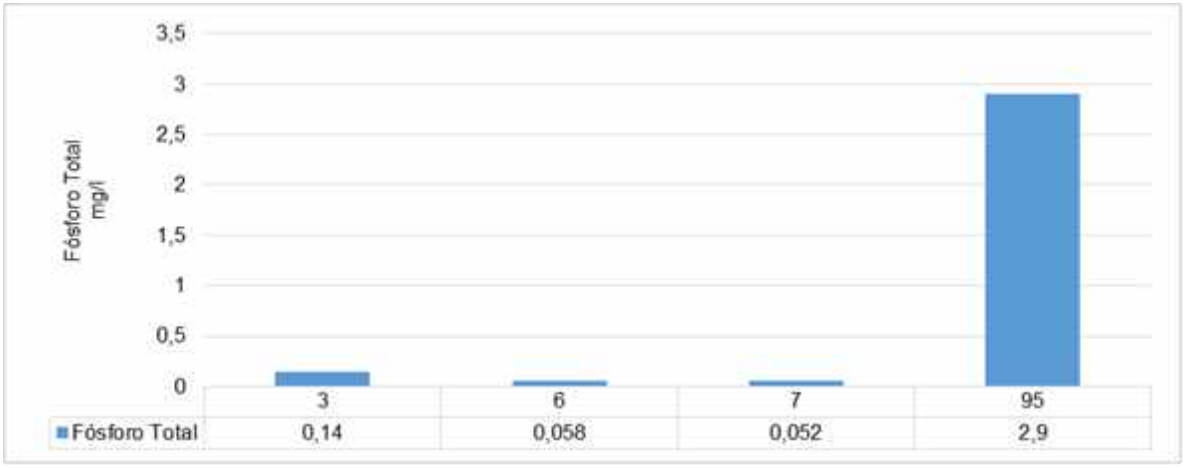
Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.13 Fósforo total

El fósforo orgánico esta principalmente presente en biomasa microbiana y en materia orgánica derivada de procesos de descomposición de esta. Por lo general, la fracción orgánica del fosforo tiende a mineralizarse por interacción con el entorno. La fracción inorgánica esta principalmente constituida por ácidos derivados de la reacción de la fracción orgánica con agentes presentes en el medio, así como también por los cambios de pH y la interacción de minerales a base calcio y hierro principalmente; encontrándose estos compuestos en el agua en su forma más soluble como aniones ortofosfatos de HPO_4, H_2PO_4-, o como fosfatos de calcio, hierro y aluminio.

A continuación en la Figura 5.72 se presentan los valores de fósforo total para los puntos de agua monitoreados, observando que los datos fluctúan entre 0,058 y 2,9 mg/l donde el mayor valor fue alcanzado en el punto 95: Rio Pamplonita, lo cual es explicado con la base de que este cuerpo recibe aguas residuales domésticas con contenidos de nutrientes como fósforo, en este tipo de aguas el fósforo proviene de los desechos humanos, actividades industriales, detergentes sintéticos y productos de limpieza.

Figura 5.72 Valores de Fósforo Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.14 Nitrógeno total Kjeldahl

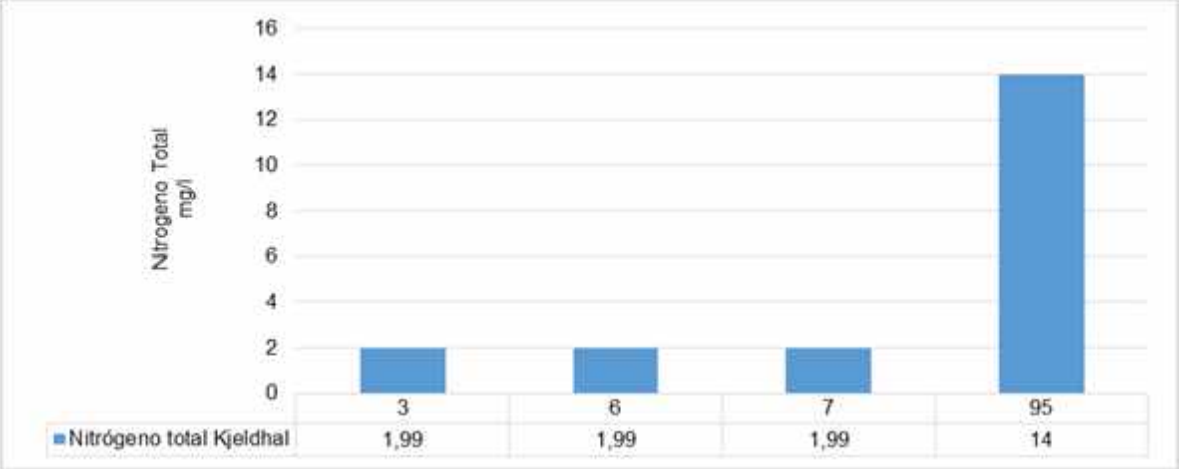
El nitrógeno es un indicador relevante de la calidad de aguas, ya que una alta concentración de nitrógeno orgánico es característica de una contaminación fresca o reciente. Todo el nitrógeno presente en compuestos orgánicos se considera nitrógeno orgánico, su contenido en el agua incluye el nitrógeno de aminoácidos, aminas, polipéptidos, proteínas y otros compuestos orgánicos del nitrógeno. El nitrógeno amino y el amoniaco libre es convertido a amonio en presencia de H_2SO_4, K_2SO_4 y $CuSO_4$ como catalizador. Durante la digestión, mientras el carbono e hidrógeno son oxidados, el sulfato es reducido a dióxido de azufre y el grupo amino es liberado como amoniaco, el cual puede escapar del medio ácido y permanece como una sal de amonio. El método Kjeldahl es el más usado para la determinación de nitrógeno total, este es la suma del nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal.

El nitrógeno representa un papel muy importante en la química del agua puesto que es el responsable del crecimiento de los organismos tanto animales como vegetales en el medio acuático. En condiciones normales, los compuestos nitrogenados provienen de la degradación de materia orgánica muerta, sin embargo, en condiciones del medio alteradas, los aportes provienen de los vertimientos urbanos y del uso creciente de fertilizantes y pesticidas de la agricultura.

De acuerdo con los valores obtenidos, solo una de las fuentes evaluadas superó el límite de cuantificación del método, es decir 2 mg/l, fuente que corresponde al río Pamplonita (14 mg/l), mientras que las demás fuentes evaluadas no superaron tal límite lo cual indica que presentaron valores menores a 2 mg/l. La situación presentada en el río Pamplonita puede deberse a la descarga de aguas residuales domesticas que generalmente contienen una concentración elevada de nutrientes.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de la técnica (≥ 2 mg/l) y que en los resultados es mostrado como < 2 mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 1,9 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.73 Valores de nitrógeno Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

- Grasas, Aceites y Fenoles

La presencia de grasas o aceites en las aguas se da principalmente por vertimientos, tanto de origen industrial como doméstico. El principal efecto sobre la calidad del recurso se da por su presencia en forma de película sobre la superficie del agua, lo cual dificulta la interacción aire-agua, provocando problemas de difusión y concentración del oxígeno en el agua (Salamanca & Palacios, 2005). Por otro lado, los compuestos fenólicos son utilizados en diferentes actividades productivas del sector industrial, y proceden principalmente de restos de aceites, restos de disolventes, pinturas, entre otros; causando principalmente problemas en las características organolépticas del agua.

Las grasas y aceites son contaminantes del agua constituido principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, algunas de sus características más representativas son

baja densidad, poca solubilidad en agua y baja o nula biodegradabilidad. Según la norma colombiana “El agua potable no debe presentar grasas y aceites”. Por ello, si la presencia de estos compuestos no es controlada se acumula en el agua formando natas en la superficie del líquido” (Universidad del Valle, 2007).

La guía canadiense para calidad de aguas recreacionales establece las grasas y aceites no deben estar presentes en concentraciones que:

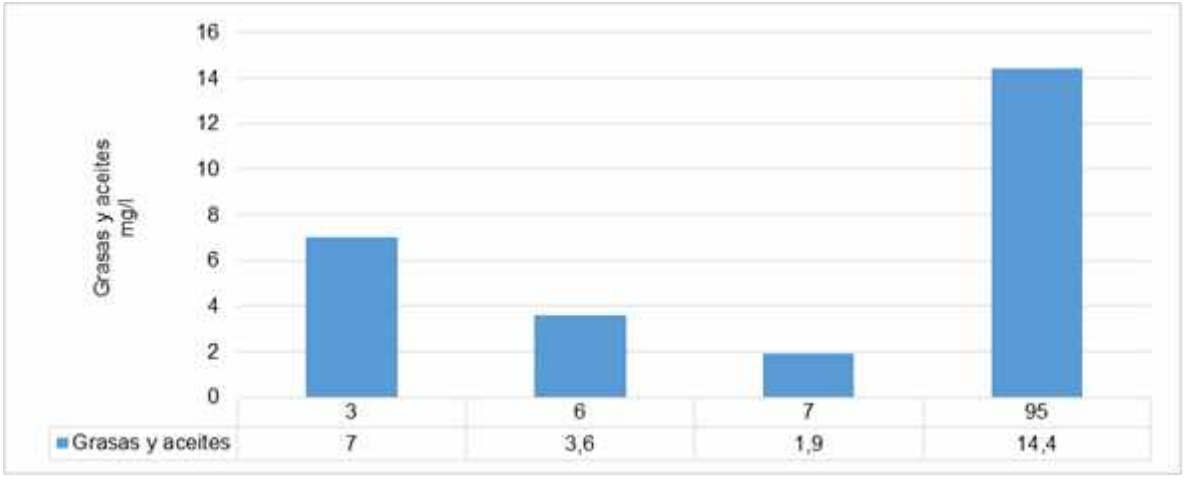
i. Puedan ser detectadas como capa visible, brillo o decoloración en la superficie.

ii. Puedan detectarse por el olor.

iii. Puedan formar depósitos y sedimentos inferiores detectables por la vista y olor.

A partir de los resultados de los cuerpos de agua se puede observar que los valores para grasas y aceites fluctúan entre 1,9 y 14,4 mg/l, donde la fuente con mayor contenido fue la que corresponde al punto 95: Río Pamplonita (14,4 mg/l) (Figura 5.74). Estos resultados se relacionan con las descargas de aguas residuales domésticas e industriales (talleres mecánicos) que recibe esta corriente hídrica.

Figura 5.74 Valores de grasa y aceites



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

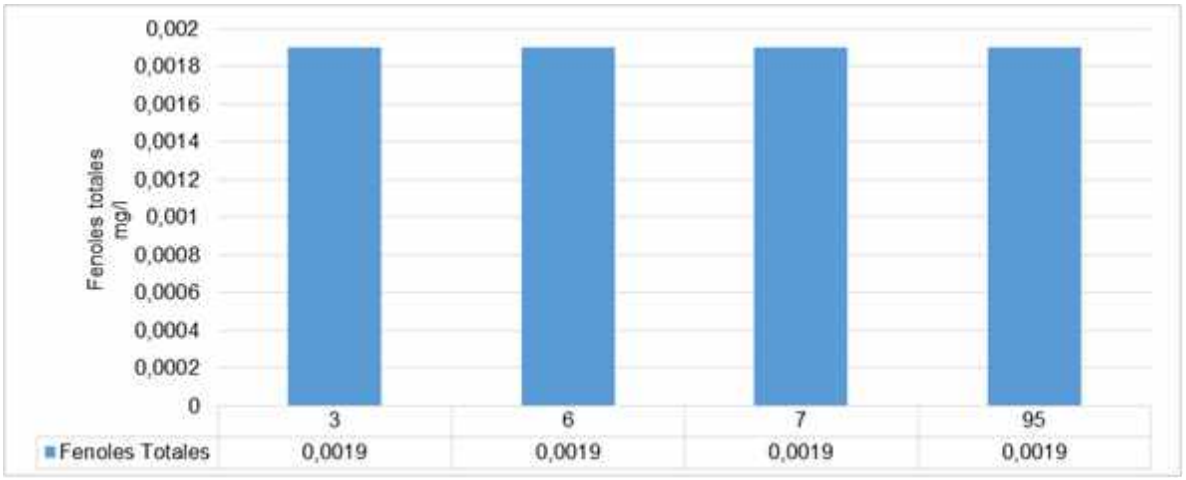
Los fenoles son compuestos orgánicos derivados del benceno por sustitución de átomos de hidrogeno por grupo hidroxilo, en general los fenoles no son sustancias comunes en el agua natural, salvo en las que atraviesan o fluyen por zonas de turberas y aguas ricas en materias húmicas. Su origen está ligado a efluentes industriales y procedentes de pasta de papel, explotaciones mineras, refinerías de petróleo, industrias químicas y farmacéuticas, etc.

Toxicológicamente, niveles de solo 1 mg/l de fenoles en aguas naturales resultan tóxicos para los peces, mientras que concentraciones menores afectan a otros organismos acuáticos como moluscos, algas, protozoos y bacterias. En general, los compuestos fenólicos debido a su poder bactericida y bacteriostático pueden degradarse por microorganismos presentes en aguas naturales como el grupo Pseudomonas (Marín Galvín, 2003).

De acuerdo con los resultados obtenidos y mostrados en la Figura 5.75, el parámetro fenoles no fue detectado por la técnica para ninguna de las fuentes evaluadas por lo que se asumen que estas fuentes presentan valores menores a 0,02 mg/l. Por lo anterior, ninguna fuente superó el límite establecido en el (Decreto 1076 de 2015) de 0,002 mg/l para uso humano y doméstico con indicación de que para la potabilización se requiera un tratamiento convencional o desinfección.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de la técnica (≥ 0,002 mg/l) y que en los resultados es mostrado como < 0,002 mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 0,00198 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.75 Valores de fenoles totales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.15 Metales Pesados

La presencia de los metales en los cuerpos de agua se da principalmente por aportes del suelo y procesos de contaminación generados por el hombre, de los cuales algunos son necesarios por los humanos como son el Fe, Zn, Cu, pero otros pueden causar un efecto toxico al bioacumularse en el cuerpo como son el Cr, Cd, Hg, Pb, As, Ba etc. La presencia de estos agentes tóxicos está básicamente relacionada con las actividades antrópicas que generan una acumulación en la cadena trófica hasta llegar al cuerpo humano por consumo de algún alimento contaminado.

Teniendo en cuenta los resultados de laboratorio observados se puede concluir que, para el Arsénico, 3 de los resultados obtenidos no alcanzaron el límite de cuantificación de la técnica (0,0045 mg/l), por lo que se encuentran dentro del límite admisible de los criterios de calidad establecidos en el (Decreto 1076 de 2015) donde el límite es de <0,01 mg/l para uso de consumo humano doméstico y agrícola y 0,05 mg/l para uso pecuario. Sin embargo, el punto 3 fue analizado con una técnica cuyo límite de cuantificación es <1,5, por lo que no se tiene certeza del valor obtenido.

Para algunos de los metales pesados evaluados se dio el caso que los resultados obtenidos para todas las fuentes hídricas no alcanzaron los límites de cuantificación de las técnicas usadas en cada caso, estos se muestran a continuación con el valor de su respectivo límite de cuantificación:

Bario (<0.1 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)

Cadmio (<0,005 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)

Cobre (<0,0015 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)

Cromo (<0,05 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015) Níquel (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).

Mercurio (<0,0006 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).

Plomo (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).

Plata (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).

Selenio (<0,0055 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).

5.1.6.1.3.16 Resultados de parámetros Microbiológicos

Con relación a los parámetros microbiológicos analizados en laboratorio y cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.71; se destacan y analizan a detalle aquellos que no cumplen con el (Decreto 1076 de 2015) o que presentaron valores muy cercanos a los permitidos.

En esta tabla no se incluyen los datos de la quebrada 8,12 y 16, debido a que estas fueron reportadas como secas por el laboratorio. En la Tabla 5.70 se muestran los criterios establecidos para el uso del recurso hídrico de acuerdo con el (Decreto 1076 de 2015) y la (Resolución 0118 de 2007) que se encuentra en el anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B Calidad de agua.

Tabla 5.70 Criterios de calidad de agua por coliformes para diversos usos

Decreto -Resolución	Articulo	Descripción	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
(Decreto 1076 de 2015)	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	2000	20000
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	1000
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.

Decreto -Resolución	Articulo	Descripción	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.
Resolución 0118 de 2007, Objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	≤2000	≤20000

Fuente: Adaptado de (Decreto 1076 de 2015) y (Resolución 0118 de 2007)

Tabla 5.71 Resultados de parámetros microbiológicos

ID Punto muestreo	Nombre del punto de monitoreo	Parámetro	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
		LCM[8] / Nombre corriente	10	10
3	P3-UF1	NN-27	549	6488
6	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	771	12110
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	504	8550
95	VERTIMIENTO	Rio Pamplonita	1374000	3654000

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.17 Coliformes fecales y totales

Las bacterias coliformes no son microorganismos patógenos, pero están asociados a microorganismos que sí lo son, estas bacterias son más resistentes que las patógenas y por esta razón su ausencia da un índice de la ausencia de microorganismos patógenos. Los coliformes fecales son un buen indicador de la contaminación por excretas de animales y del ser humano, lo que da indicios de la presencia de parásitos y agentes infecciosos.

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada por material en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Ramos Ortega et al, 2008).

8 LCM: Límite de cuantificación del método

La Organización Mundial de la Salud OMS, ha clasificado el agua de acuerdo con el número más probable (NMP) de coliformes totales en 100 ml, que se presenta a continuación (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008):

NMP de Coliformes totales entre 0 y 50. Indica que el agua solo requiere un simple tratamiento de desinfección.

NMP de Coliformes totales entre 50 y 5.000. Indica que el agua requiere métodos habituales de tratamiento como coagulación y filtración. Agua con un NMP máximo de 200 sirve para fines recreativos, un NMP máximo de 230 junto con un NMP para coliformes fecales de 43, sirve para fines acuícolas. Hasta un NMP de 1.000 indica que el agua es apta para actividades como remo y pesca y un NMP de 5.000 y 1.000 para coliformes fecales como máximo, permite que el agua sea usada en la agricultura.

NMP de Coliformes totales entre 5.000 y 50.000. Indica que el agua se encuentra contaminada intensamente y requiere tratamientos más activos.

NMP de Coliformes totales mayores a 50,000. Indica que el agua es inaceptable.

Se considera que Escherichia coli es el índice de contaminación fecal más adecuado. En la mayoría de las circunstancias, las poblaciones de coliformes termotolerantes se componen predominantemente de E. coli; por lo tanto, este grupo se considera un índice de contaminación fecal aceptable, pero menos fiable que E. coli. Escherichia coli (o bien los coliformes termotolerantes) es el microorganismo de elección para los programas de monitoreo para la verificación, incluidos los de vigilancia de la calidad del agua de consumo.

Estos microorganismos también se utilizan como indicadores de desinfección, pero los análisis son mucho más lentos y menos fiables que la medición directa de la concentración residual de desinfectante. Además, E. coli es mucho más sensible a la desinfección que los protozoos y virus entéricos.

Hay grandes cantidades de Escherichia coli en las heces humanas y animales, en las aguas residuales y en el agua que ha estado expuesta recientemente a contaminación fecal. Es muy poco probable que la disponibilidad de nutrientes y la temperatura del agua en los sistemas de distribución de agua de consumo favorezcan la proliferación de estos microorganismos.

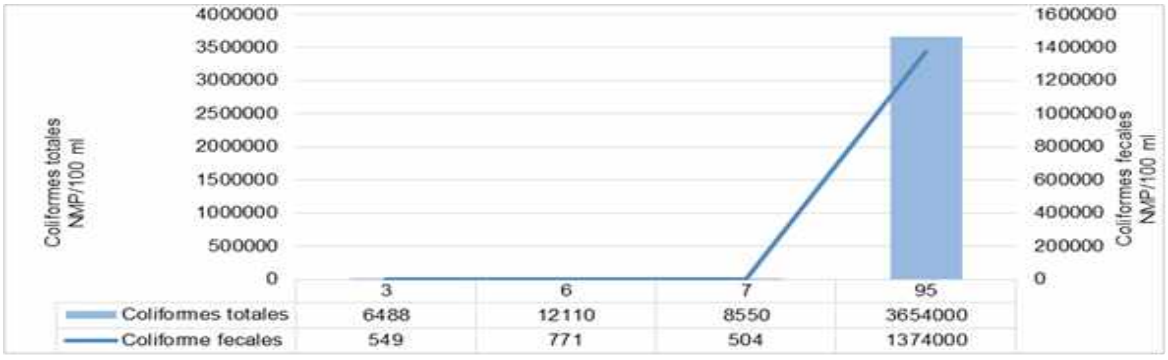
El grupo de coliformes totales incluye varios géneros que en condiciones adecuadas pueden multiplicarse en presencia de material orgánico, algunas de las especies de coliformes son asociadas a desechos vegetales o pueden ser habitantes comunes del suelo o agua superficial. Por tanto, el grupo coliformes no debe ser considerado en general como un indicador de organismos de origen exclusivamente fecal, especialmente en países con altas temperaturas donde pueden abundar bacterias coliformes de origen no fecal. La medición de coliformes fecales en forma específica es un mejor indicador de la contaminación por materia de origen fecal (Organización Panamericana de la salud, 1988)

A continuación, en la Figura 5.76 se presentan los valores de coliformes totales, y su correlación para los diferentes puntos monitoreados. Para el caso de los coliformes fecales, los valores fluctúan entre 549 y 1374000 NMP/100 ml. El resultado más alto se presenta en el punto 95: río Pamplonita (1374000 NMP/100 ml). Esta fuente hídrica, por tanto, no cumple con el límite admisible (≤2000 NMP/100 ml) establecido en el (Decreto 1076 de 2015) para

uso humano o doméstico donde para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional, ni con los objetivos de calidad de la cuenca hidrográfica fijados para el tramo 6 mediante la (Resolución 0118 de 2007) de CORPONOR. El alto valor presentado por el rio Pamplonita puede deberse a las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento directamente sobre tal cuerpo de agua provenientes de la población aledaña.

Respecto a los coliformes totales, el valor más alto se reporta en el punto 95: río Pamplonita (3654000 NMP/100 ml), por tanto, no cumplen con el límite admisible (≤20000 NMP/100 ml) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del (Decreto 1076 de 2015) para uso humano o doméstico donde para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional. Además, esta no cumple con los objetivos de calidad para la cuenca del rio Pamplonita en el tramo 6 (≤20000 NMP/100 ml). Sumado a lo anterior, ninguna de las fuentes cumple con el límite admisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4 (1000 NMP/100 ml) para uso humano y doméstico cuando su tratamiento para potabilización sea únicamente una desinfección.

Figura 5.76 Valores coliformes totales y coliformes fecales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Además, y de acuerdo (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008), para uso agrícola el NMP de coliformes totales no debe exceder los 5000 cuando ese recurso es usado para el riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara. En referencia a lo anterior, ninguna de las fuentes hídricas cumple con este límite de calidad para aguas de riego. El rio Pamplonita de acuerdo con sus coliformes totales puede decirse que posee un agua inaceptable, mientras que de acuerdo con el mismo parámetro.

Debido a presencia de captación para consumo humano en una de las fuentes analizadas es necesario revisar el valor límite permisible para tal uso. El agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores, la OMS da algunos valores de referencia de calidad microbiológica donde para agua destinada a ser bebida las baterías coliformes termotolerantes no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.

Por otro lado, la Resolución 2115 de 2007 establece las características microbiológicas del agua de consumo humana, donde en ningún caso se deben detectar coliformes totales, sin embargo, en los resultados de las corrientes evaluadas en ningún caso se da esta condición. Por tanto, ninguna de las fuentes evaluadas es apta para consumo humano teniendo en cuenta los parámetros microbiológicos de calidad de agua.

5.1.6.1.3.18 Caracterización de hidrobiológicos

La caracterización del componente hidrobiológico se presenta en el numeral 5.2.1.2. Ecosistemas Acuáticos.

5.1.6.1.4 Índices de calidad ambiental del agua

La aplicación de índices para determinar la calidad del agua de las fuentes hídricas superficiales es una herramienta fundamental para establecer las presiones que éstas sufren por las acciones que desarrollan las poblaciones asentadas a su alrededor, ya que combinan ciertos parámetros que determinan susceptibilidades a tipos de contaminación y transmiten de una manera más clara y fácil de interpretar.

Teniendo en cuenta lo establecido en los Términos de Referencia M-M-INA-02 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015, a continuación, se presenta el índice de Langelier, Capacidad Buffer (Tampón) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) para las fuentes hídricas que serán interceptadas por el proyecto, y el índice de alteración de la calidad del agua de la subzona hidrográfica a la cual corresponden dichas fuentes hídricas.

5.1.6.1.4.1 Índice de Saturación o de Langelier

El Índice de Langelier es un índice para calcular el carácter incrustante o agresivo del agua y tiene que ver con los diversos equilibrios en el agua del anhídrido carbónico, bicarbonato-carbonatos, el pH, la temperatura, la concentración de calcio y la salinidad total.

Con el fin de conocer el balance químico del agua superficial, se debe calcular el Índice de Saturación o de Langelier (ISL), cuyos valores aceptables deben estar entre -0.5 y +0.5.

El LSI se define así:

$$LSI = pH - pHs$$

Donde:

- pH es el valor medido del pH del Agua
- pHs es el pH a saturación en calcita o carbonato de calcio definido como:

Para calcular el pHs se tiene que:

$$pHs = (9{,}3 + A + B) - (C + D)$$

Donde:

- A = (Log10 [STD] – 1) / 10
- B = -13.12 x Log10 (ºC + 273) + 34.55
- C = Log10 [Ca2+ como CaCO3] – 0.4
- D = Log10 [alcalinidad como CaCO3]

Tabla 5.72 Clasificación del Agua según el Índice de Langelier

Índice de Saturación o de Langelier - ISL	Consideraciones
0	Agua totalmente balanceada
<0	Agua con tendencias corrosivas
>0	Agua con tendencias incrustantes

Fuente: ANASCOL S.A. 2016.

Tabla 5.73 Índice de Saturación o de Langelier – ISL en los cuerpos de agua monitoreados

ID	Nombre del punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Datos de monitoreo de calidad del agua						pHs					Índice	
			pH	Sólidos Suspendidos Totales mg/l	Dureza Cálcica mg CaCO3/l	Calcio mg/l	Temperatura ºC	Alcalinidad mg CaCO3/l	A	B	C	D	pHs	ISL	Interpretación
3	P3-Uf1	NN-27	6,87	20	41	16,4	14,41	42	0,03	2,29	1,20	1,62	8,80	-1.93	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	7,29	48	58	23,2	15,0	95	0,07	2,28	1,36	1,98	8,32	-1,03	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo.
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	8,1	32	111	44,4	14,9	170	0,05	2,28	1,64	2,23	7,76	0,34	El pH real del agua es superior al de saturación. El agua tiene carácter incrustante.
95	Vertimiento	Rio Pamplonita	7,91	79	38	15,2	14,24	52	0,09	2,30	1,17	1,72	8,80	-0,89	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con lo anterior, se concluye que las corrientes: Quebrada San Antonio, Río Pamplonita y NN-27 presentan condiciones corrosivas, lo cual indica que si el agua entra en contacto con algún instrumento de transporte, tal como tuberías, puede generar efectos de desgaste y erosión de los materiales, lo cual se traduce en efectos corrosivos sobre los mismos; por otro lado también se debe tener en cuenta si estos cuerpos de agua pueden ser utilizados como fuente de consumo humano, por lo que deben estar sujetos a algún tipo de tratamiento.

5.1.6.1.4.2 Capacidad de Buffer o tampón

El índice Buffer está definido como el número de moles de ácido o base requeridos para producir un cambio de pH dado por las variaciones naturales, esta capacidad en las aguas naturales se debe en gran medida a las sales ácido carbónico. La capacidad buffer se encuentra dada por la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{\beta = 2,303}\left[\frac{\boldsymbol{K_w}}{\boldsymbol{H^+}} + [\boldsymbol{H^+}] + \frac{\boldsymbol{C\,K_{A_1}[H^+]}}{\left(\boldsymbol{K_{A_1}} + [\boldsymbol{H^+}]\right)^2} + \frac{\boldsymbol{C\,K_{A_2}[H^+]}}{\left(\boldsymbol{K_{A_2}} + [\boldsymbol{H^+}]\right)^2}\right]$$

Dónde:

B = Índice de Capacidad Buffer

Kw = Constante de Ionización del Agua (10-14)

H^+ = Concentración de Ión Hidrógeno

C = Concentración de Alcalinidad (Molar)

K_A = Constantes de Ionización del ácido carbónico, $\boldsymbol{K_{A_1}} = 4{,}3 * 10^{-7}$ y $\boldsymbol{K_{A_2}} = 4{,}7 * 10^{-11}$

En la Tabla 5.74 se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de la capacidad Buffer. La interpretación de esta característica debe hacerse a partir del concepto de capacidad Buffer. En este contexto, a mayor capacidad buffer, mayor es la resistencia del cuerpo de agua a cambios en su pH ante el vertimiento de un ácido o una base, de esta forma se identificó que el punto 7 (Quebrada la Palma) presenta la mayor capacidad buffer.

Tabla 5.74 Capacidad buffer en cuerpos de agua superficial analizados

ID	3	7	8	9
Corriente hídrica	NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La Palma	Rio Pamplonita
Capacidad Buffer (meq-g / Unidades de pH)	0,0005	0,002	0,005	0,001

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.4.3 Índice de calidad de aguas superficiales – ICA

El Índice de Calidad del Agua Superficial (ICA) es tomado del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (IDEAM, 2010) el cual corresponde a un valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t.

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^{n} W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Dónde:

ICA njt:	Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.
Wi:	Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.
Iikjt:	Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t; n es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

A continuación en la Tabla 5.75, se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplea 6 variables, la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

Tabla 5.75 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto OD:	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos totales SST	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno DQO.	mg/l	0,17
Conductividad eléctrica C.E.	µs/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15
NT/NP	-	0,17

Fuente: IDEAM. 2014

Para cada una de las variables se construye una “relación funcional” o “curva funcional” (ecuación) en la que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abscisas, trazando en cada grafico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante.

Para los resultados obtenidos a partir de la definición de este índice se debe tener en cuenta que evalúa la calidad de un cuerpo de agua superficial en un tiempo determinado en términos de bienestar humano, independientemente del uso.

Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo con ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un Color como señal de alerta. En la

Tabla 5.76 se registra la relación entre valores y calificación:

Tabla 5.76 Calificación de la Calidad del Agua según los valores que tome el ICA

Categorías de Valores que puede tomar el Indicador	Calificación de la Calidad del Agua	Señal de Alerta
0,00 – 0,25	Muy Mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90.	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente: (IDEAM)

De acuerdo con lo anterior y las concentraciones obtenidas en el monitoreo realizado, se calculó el Índice de calidad del agua para las fuentes hídricas que serán interceptadas por el proyecto, tal como se presenta en la Tabla 5.77. La representación gráfica de los resultados de índice de calidad de agua se observa en la

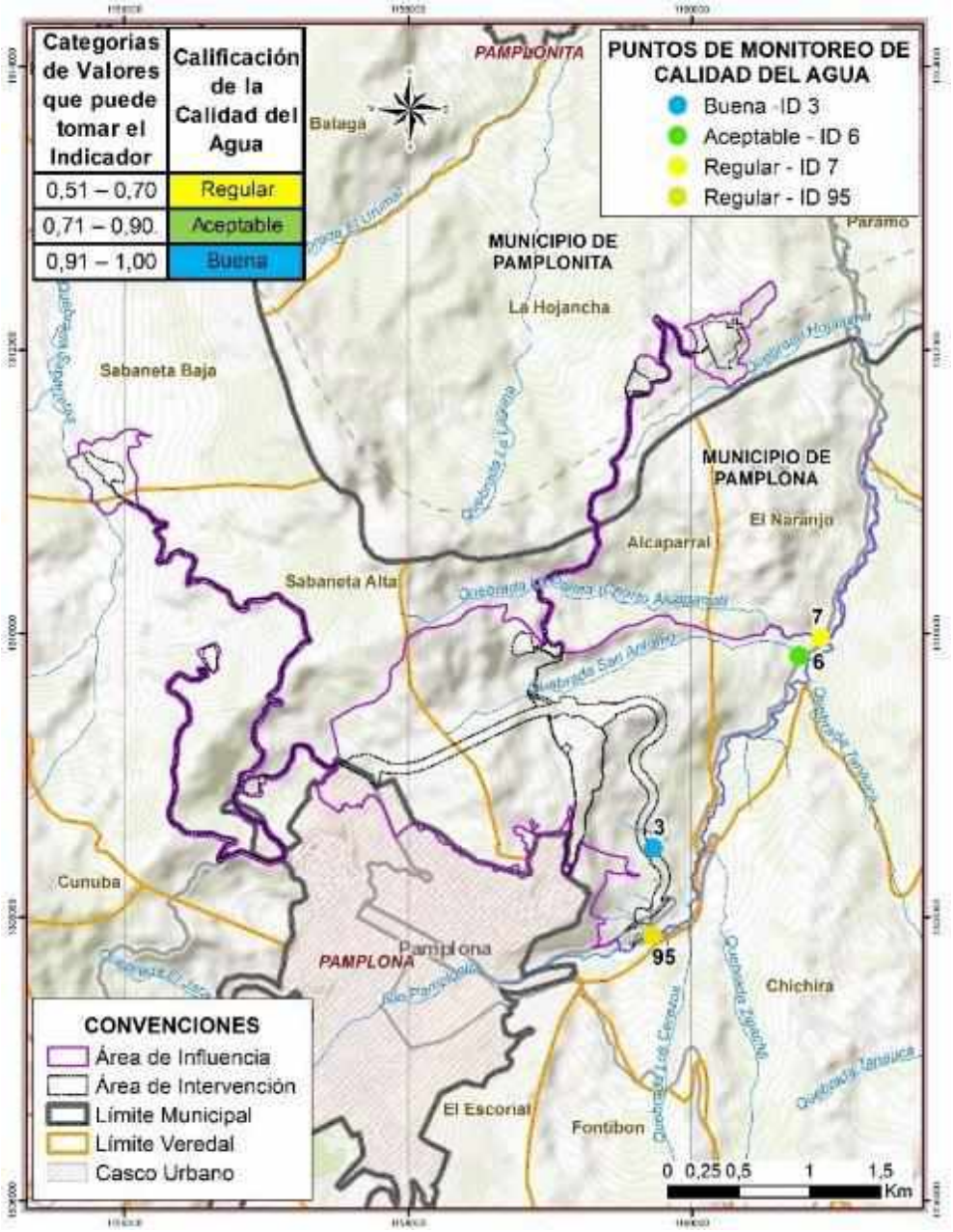
Figura 5.77 Resultados – Índice de Calidad del Agua.

Tabla 5.77 Resultados – índice de calidad del agua

ID del punto monitoreado		3	6	7	95
Nombre del punto de monitoreo		P3-UF1	P6-QUEBRADAS SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	VERTIMIENTO
Nombre de la corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La Palma	Rio Pamplonita
Sólidos Suspendidos totales		20	48	32	79
DQO		10	10	19	143
Oxígeno%		83,7	101,7	102,4	93,1
Cond.	Eléctrica	82	141	281	251
pH		6,87	7,29	8,1	7,91
Nitrógeno Total / Fósforo		14,2	32,8	36,5	4,828
Subíndices	SST	1	0,9	0,9	0,8
	DQO	0,91	0,91	0,91	0,125
	%SAT. O2	1,8	1	1	1,9
	C.E	0,8	0,6	-0,1	0,1
	pH	0,9	1	0,7	1
	N/P	0,6	0,15	0,15	0,15
ICA		1	0,75	0,59	0,67
Clasificación		Buena	Aceptable	Regular	Regular

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.77 Resultados – Índice de Calidad del Agua



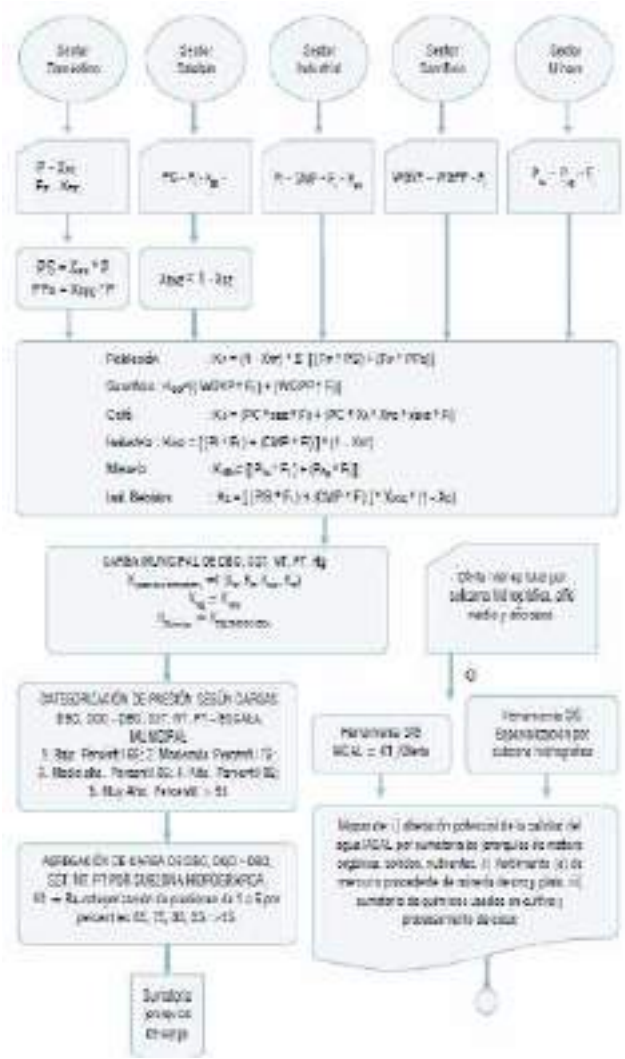
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.4.4 Índice de Alteración de la calidad del agua (IACAL)

El Indicador de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL) da cuenta de la presión de los contaminantes vertidos a los sistemas hídricos superficiales (materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes) que afectan las condiciones de calidad del agua (IDEAM, 2010).

El cálculo del IACAL involucra las siguientes variables: Demanda química de oxigeno – DQO, demanda bioquímica de oxigeno – DBO, sólidos suspendidos totales – SST, nitrógeno total- NT, fosforo total – PT y la oferta hídrica. Este componente de oferta representa en forma general una señal de la capacidad de dilución de los sistemas hídricos (subzonas) en condiciones hidrológicas especificas (secas y medias). En la Tabla 5.78 se presentan las categorías y rangos del IACAL.

Figura 5.78 Esquema para obtener las estimaciones de las cargas contaminantes



P: Población municipal (número de personas)10
XPS: Fracción de la población conectada al alcantarillado
PS: Población conectada al alcantarillado (Nro. personas)
PPs: Población conectada a pozo séptico (Nro. personas)
FiP: Factor de emisión de DBO5 por persona, según si está conectada al alcantarillado o a pozo séptico (18,1 y 6,9 kg/persona-año, respectivamente)
XRT: Fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes dependiendo del tipo de tratamiento de agua residual municipal
PC: Producción municipal de café como nú¬mero de sacos de 60 kg de café pergamino seco
XBE: Fracción de beneficio ecológico nacional de café
XBNE: Fracción de beneficio no ecológico nacional de café
PI: Producción industrial como volumen (cantidad) de producción para 43 actividades económicas de interés
CMP: Consumo de materias primas para una industria determinada
XRT: Fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector
Fi: Factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida
WGVP: Tonelada de animal (vacuno) en pie
WGPP: Tonelada de animal (porcino) en pie
KP: Carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año
KC: Carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año
KIND: Carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año KsG: Carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año
KMIN: Carga de mercurio vertida al agua prove¬niente del beneficio del oro y de la plata en ton/año
K: Carga municipal de DBO5 en ton/año
Kquimicos: Carga de químicos usados en la transfor-mación de coca en toneladas y miles de litros /año

Fuente: (IDEAM, 2013)

Tabla 5.78 Categorías y Rangos del IACAL

Categoría	Rangos (Carga en toneladas - año / Millones de metros cúbicos)				
	DBO	DQO - DBO	SST	NT	PT
Muy Baja	< 0,13	< 0,13	< 0,3	< 0,02	< 0,004
Baja	0,14 a 0,39	0,14 a 0,35	0,40 a 0,70	0,03 a 0,05	0,005 a 0,0013
Media	0,40 a 1,20	0,36 a 1,16	0,80 a 1,80	0,06 a 0,13	0,014 a 0,035
Alta	1,20 a 4,85	1,17 a 6,77	1,90 a 7,60	0,14 a 0,55	0,0036 a 0,134
Muy Alta	> 4,86pH	> 6,78	> 7,70	> 0,56	> 0,135

Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua. 2014.

La información que se registra a continuación corresponde a los resultados que CORPONOR presentó en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y a los valores obtenidos por el IDEAM para el Estudio Nacional del Agua correspondiente a los años 2010 y 2014.

Las estimaciones del indicador y el análisis de resultados para cada una de las subzonas hidrográficas fueron desarrolladas en el capítulo 6 - Calidad de Agua del Estudio Nacional del Agua 2014, y los resultados para la subzona hidrográfica que corresponde al área de influencia del presente estudio se muestra en la Tabla 5.79.

Tabla 5.79 Índice de Calidad del Agua en los cuerpos de agua monitoreados

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	ZH[9]	SZH[10]	IACAL Año Medio		IACAL Año Seco	
					Valor	Categoría	Valor	Categoría
3	P3-UF1	NN-27	Catatumbo	Rio Pamplonita	5,0	Muy Alta	5,0	Muy alto
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio						
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma						
95	Vertimiento	Rio Pamplonita						

Fuente: (IDEAM, 2014)

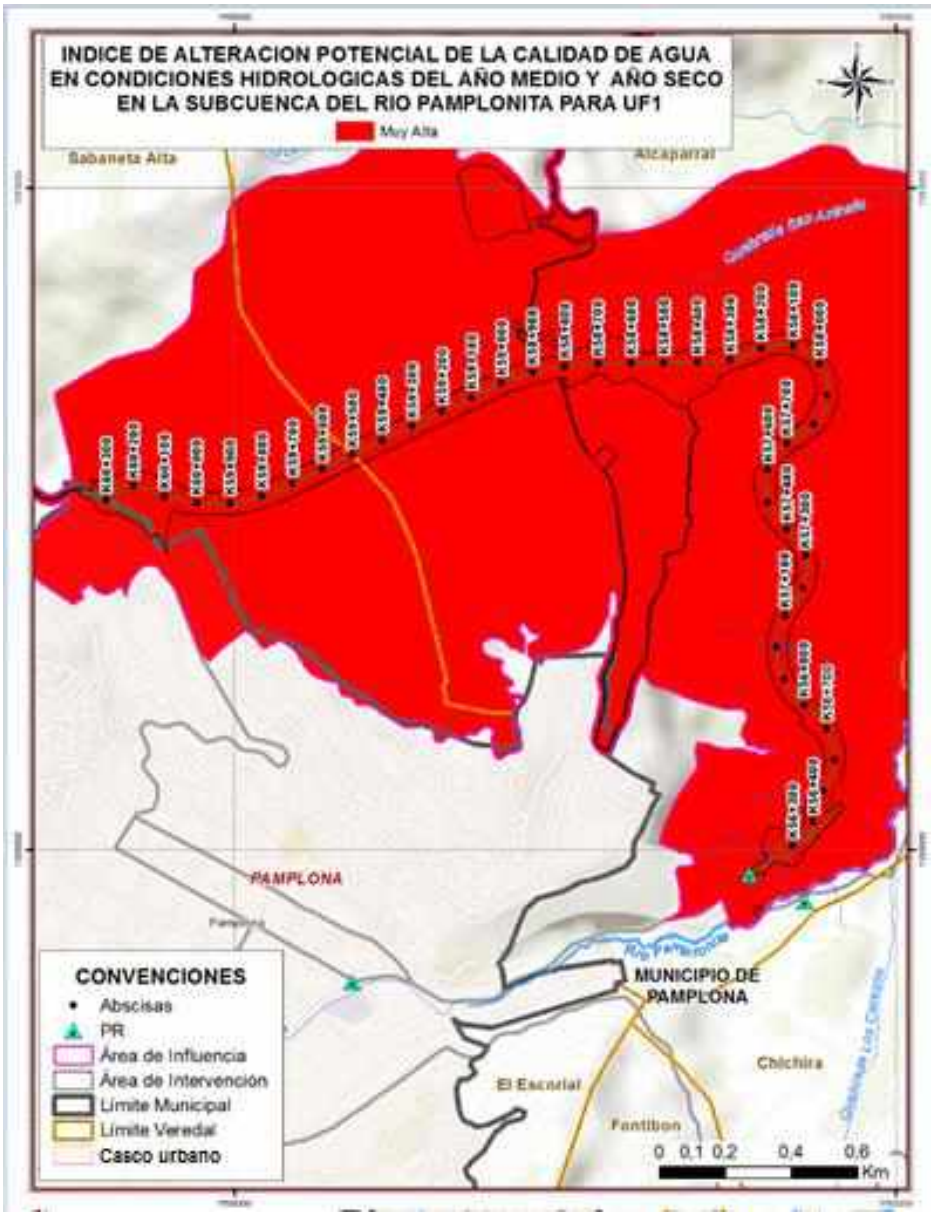
Adicionalmente los análisis realizados por CORPONOR y presentados en el Tomo III del documento de Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014), las subcuencas registran un índice alteración potencial de la calidad del agua Muy alto tanto para año medio como para año seco, como se muestra en la

[9] ZH: Zona hidrográfica

[10] SZH: Subona Hidrográfica

Figura 5.79. Es importante aclarar que el área de influencia del proyecto en la UF1 se encuentra mayoritariamente dentro de la subcuenca 25 El Volcán.

Figura 5.79 Ubicación cartográfica del IACAL para las subcuencas y tramo del río Pamplonita ubicados en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio y año seco



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014)

5.1.6.1.5 Índices de contaminación

Los índices de contaminación (ICO´s) permiten evaluar cuantitativamente el impacto que sobre un cuerpo de agua produce una carga contaminante, empleando un código de Colores para indicar el Rango de los ICO's calculados en cada punto de muestreo, tal como se presenta en la Tabla 5.80.

Tabla 5.80 Clasificación de índices de contaminación

ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOPH		ICOTRO	
ÍNDICE	CONTAMINACIÓN	CONCENTRACIÓN*	CONTAMINACIÓN
0 - 0.2	Muy Baja	<0.01	Oligotrofía
> 0.2 - 0.4	Baja	0.01 - 0.02	Mesotrofía
> 0.4 - 0.6	Media	0.02 - 1.00	Eutrofía
> 0.6 - 0.8	Alta	> 1.00	Hipereutrofía
> 0.8 -1	Muy Alta	*Concentración de fósforo Total en mg/l	

Fuente: Limnología Colombiana, Ramírez y Viña 1998.

Los índices que se calcularon de acuerdo con los resultados de calidad del agua presentados anteriormente son: ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOTRO e ICPH.

5.1.6.1.5.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

Agrupa la conductividad que expresa contenido de sólidos disueltos en la corriente del cuerpo de agua, dureza que se basa en la concentración de cationes de calcio y magnesio y alcalinidad que se expresa a través del contenido de los aniones de carbono y bicarbonato. Este índice (ICOMI) se define en un rango de 0 a 1 en el cual los valores cercanos a cero indican baja contaminación por mineralización, por el contrario, los valores cercanos a uno indican una alta contaminación por mineralización.

Se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$ICOMI = \frac{1}{3}\left(I_{conductividad} + I_{dureza} + I_{alcalinidad}\right)$$

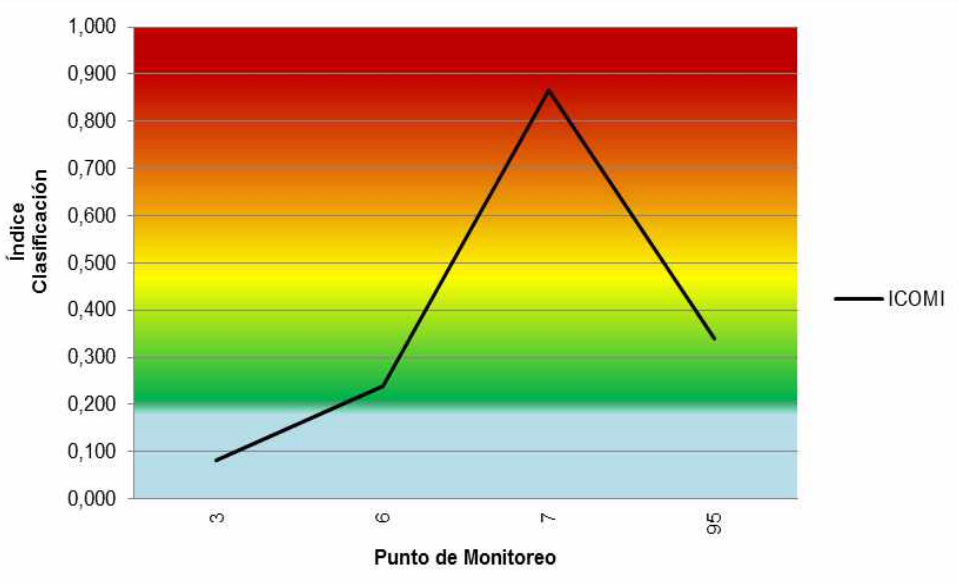
Donde

$I_{conductividad}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión
Log10 /conductividad:= -3,26 + 1,34 Log10 Conductividad (µS/cm)
$I_{conductividad} = 10^{\text{Log. I. Conductividad}}$
Conductividades mayores a 270 µS/cm tiene un índice de conductividad =1
I_{dureza}: se obtiene a partir de la siguiente expresión
Log_{10} /dureza:= -9,09 + 4,40 Log10 dureza (g*m-3)
$I_{dureza} = 10^{\text{Log. I. Dureza}}$
Durezas mayores a 110 g*m-3 tienen I dureza=1
Durezas menores a 30 g*m-3 tienen I dureza=0
$I_{Alcalinidad:}$ se obtiene a partir de la siguiente expresión
$I_{alcalinidad}$:= -0,25 + 0,005 alcalinidad (g*m-3)
Alcalinidades mayores a 250 g*m-3 tiene $I_{Alcalinidad}$ =1
Alcalinidades menores a 50 g*m-3 tiene $I_{Alcalinidad}$ =0

De acuerdo con lo anterior, se obtuvo que la Quebrada La Palma (ID 7) presentó condiciones de contaminación por mineralización, mientras que las demás fuentes hídricas registraron condiciones de baja y muy Baja contaminación por minerales. Lo anterior se ilustra en la

Figura 5.80.

Figura 5.80 Clasificación ICOMI – Índice de contaminación por mineralización



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.2 Índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS

Este índice de contaminación expresa la calidad del agua de acuerdo a la contaminación por sólidos suspendidos. Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos y se Calcula por medio de la siguiente expresión:

ICOSUS= -0.02+0.003 Sólidos Suspendidos (mg/l)

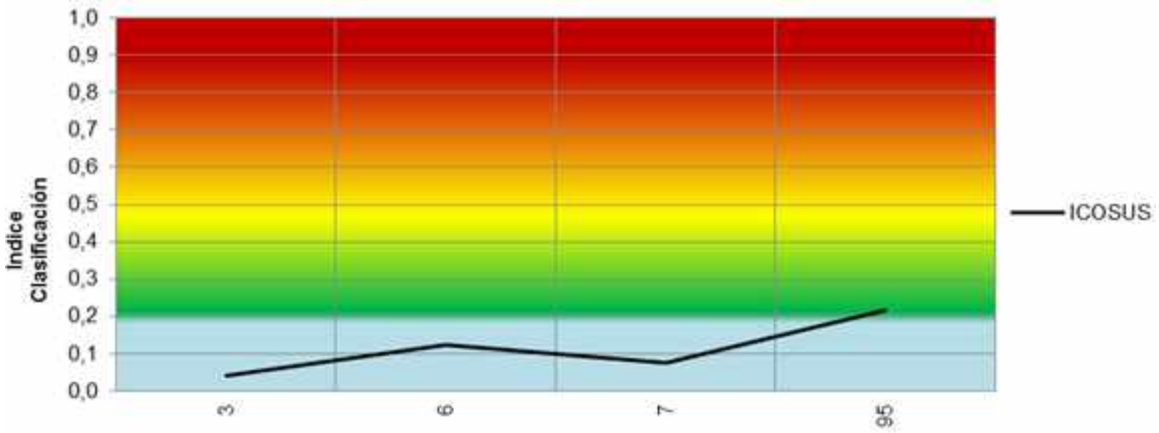
Cuando los Sólidos Suspendidos son mayores a 340 mg/l tienen ICOSUS de 1, mientras que los sólidos suspendidos con valores menores o iguales de 10 mg/l tienen ICOSUS de 0 y se aplica la expresión antes mencionada.

Los indicadores ICOSUS e ICOMI se encuentran entre 0 a 1, en la medida en que los valores se aproximen a la unidad se presentan problemas de contaminación por sólidos suspendidos o por mineralización, según el caso.

De acuerdo con las concentraciones de sólidos suspendidos registrados en los cuatro puntos de monitoreo, se obtuvo tan sólo el punto 95: Rio Pamplonita (ID 95) presentó un índice de contaminación bajo, el restante de puntos analizados se ubicó en la clasificación Muy Baja, tal como se puede observar en la

Figura 5.81.

Figura 5.81 Clasificación ICOSUS – Índice de contaminación por sólidos suspendidos



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.3 Índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO

Se expresa en variables que incluyen Demanda Biológica de Oxigeno (DBO) Coliformes Totales y Oxígeno Disuelto debido a que reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica; igualmente se seleccionó el porcentaje de saturación de oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema ante este tipo de polución. Al igual que el ICOMI este índice es el promedio de cada una de las variables elegidas.

Figura 5.82.

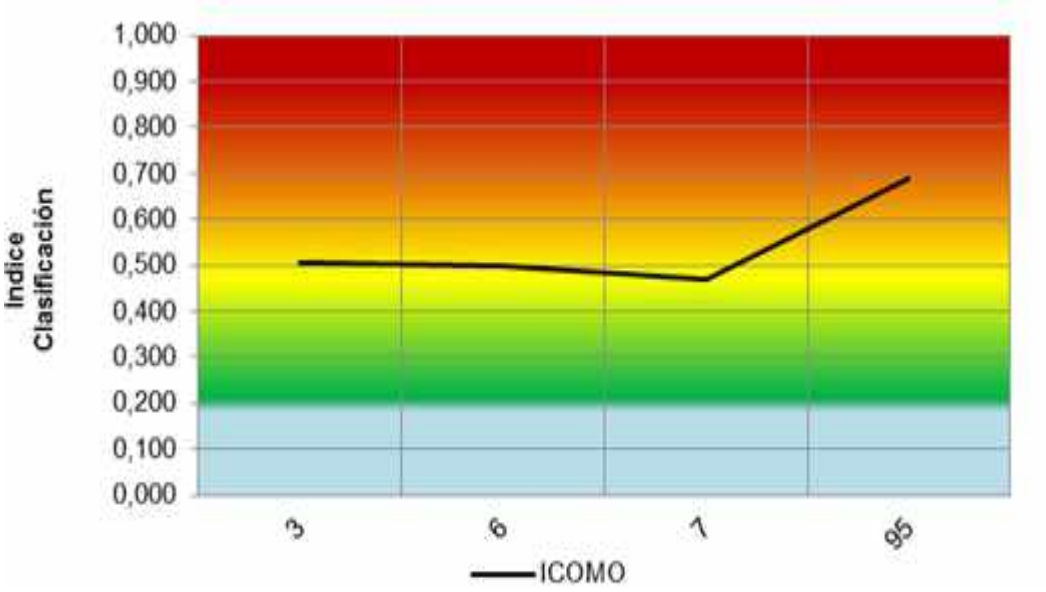
Dónde:

IDBO = -0.05+0.70Log10 [DBO(g/m3)]
DBO >30 (mg/l) =1
DBO<2(mg/l)=0
ICOLTOL= -1.44+0.56Log10 [ColTol (NMP)]
Coliformes Totales >20000=1
Coliformes Totales<500=0
Oxígeno%=1-0.01Oxígeno (%)
Oxígenos (%) mayores a 100%=0

Teniendo en cuenta las concentraciones de DBO, Coliformes Totales y %Oxígeno se obtuvo la clasificación que se presenta en la

Figura 5.82, la cual indica que el rio Pamplonita obtuvo un índice Alto de contaminación por materia orgánica; mientras que las corrientes NN-27, Quebrada San Antonio y Quebrada La Palma, se clasificaron en índice Medio de contaminación.

Figura 5.82 Clasificación ICOMO – Índice de contaminación por Materia Orgánica



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.4 Índice de contaminación por Trófico – ICOTRO

El Índice de contaminación por trófico – ICOTRO se determina a partir de la concentración del fósforo total al cual se le otorga una calificación cualitativa que se puede observar en la Tabla 5.81.

Tabla 5.81 Clasificación ICOTRO

ID	Nombre del punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Fósforo Total	ICOTRO
3	P3-UF1	NN-27	0,14	Eutrofia
6	P6- QUBERADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	0,058	Eutrofia
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	0,052	Eutrofia
95	VERTIMIENTO	Rio Pamplonita	2,9	Hipereutrofia

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Teniendo en cuenta las concentraciones de fósforo registradas en el área de estudio, se obtuvo la clasificación que se presenta en la Tabla 5.81, la cual indica que la única fuente hídrica que presentó contaminación por fósforo Total en nivel de hipereutrofia fue el río Pamplonita, mientras que los puntos restantes tuvieron una clasificación de Eutrofia.

5.1.6.1.5.5 Índice de contaminación por pH – ICOPH

Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO_2 disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.

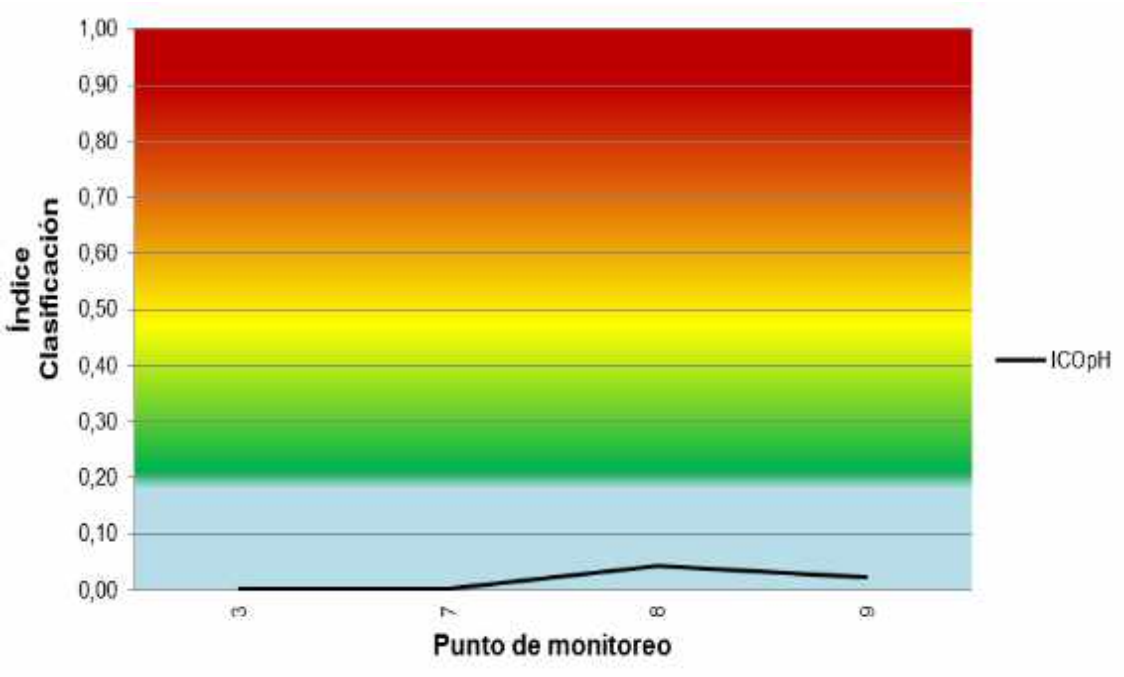
$$ICOpH = \frac{e^{-31,08+3,45\,pH}}{1+e^{-31,08+3,45\,pH}}$$

Dónde:

- pH menores a 7 unidades:
- pH=14-pH

De acuerdo con los niveles de pH registrados en el tramo de estudio, no se presentó contaminación por pH, tal como se muestra en la Figura 5.83.

Figura 5.83 Clasificación ICOPH



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7 Usos del agua

El agua es un recurso importante para el desarrollo de cualquier actividad humana, pues gran parte de las actividades antrópicas requieren del recurso hídrico ya sea como materia prima o como fuente receptora de agentes residuales.

La calidad de este recurso, en diferentes partes de la geografía nacional se encuentra afectada por la alta sedimentación, contaminación por extracción de material, desarrollo de actividades agropecuarias y vertimiento de residuos sólidos y líquidos a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento.

Con el fin de cumplir con los establecido en los términos de referencia M-M-INA-02 versión No. 2 adoptados mediante Resolución 0751 de 2015, a continuación, se presenta la caracterización de usos del agua, la cual se realizó tanto para las fuentes hídricas superficiales que serán interceptadas y/o para las cuales se solicitará permiso de captación y/o vertimiento requeridos para la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.7.1 Usos Actuales y Proyectados

La identificación de los Usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua que serán interceptados por el proyecto se llevó a cabo mediante el análisis de la información registrada en el Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y los actos administrativos emitidos por CORPONOR en los cuales se establecen los objetivos de calidad y las metas de reducción de carga contaminante para cuerpos receptores en los municipios de Norte de Santander; adicionalmente se realizaron recorridos en campo y entrevistas a los habitantes que se ubicaban cerca de las fuentes hídricas.

De acuerdo con lo anterior, el primer documento de análisis para determinar los usos del agua correspondió a la Resolución 0097 de 10 de abril de 2007 en la cual se establecieron los Objetivos de Calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, se definieron los tramos de estudio y los usos del agua actuales, relacionados en la Tabla 5.82, presentada a continuación:

Tabla 5.82 Clasificación de Usos del agua para el tramo 6 de la cuenca Río Pamplonita, que hace parte de la UF1

Usos de los recursos hídricos		Tramo 6[1]	
		Real	Potencial
1.	Consumo Humano y doméstico	No	No
2.	Contacto Primario	No	No
3.	Contacto Secundario	No	No
4.	Transporte fluvial	No	No
5.	Recreativo y turismo	No	No
6.	Preservación y reproducción de flora y fauna	No	Si
7.	Pesca artesanal, deportiva e industrial	No	No
8.	Riego	No	No
9.	Industrial	No	No
10.	Estético	Si	Si
11.	Transporte de aguas residuales y asimilación	Si	No
12.	Aprovechamiento de material de arrastre	No	No

Nota: 1. La división de tramos corresponde a lo establecido en la Resolución 0097 de 2007, que para el caso del área de influencia de la UF1, corresponde al tramo 6 (desde el punto denominado curva Los Adioses hasta el puente de Ulagá).

Fuente: (Resolución 0097 de 2007, CORPONOR)

Teniendo en cuenta lo anterior, los usos primordiales del agua en la cuenca del río pamplonita en el área que incluye la UF1 corresponden a: Estético y Transporte de aguas residuales y asimilación, mientras que los usos potenciales están relacionados con: Preservación y reproducción de flora y fauna y Estético.

Luego, la Resolución 0118 del 27 de abril de 2007 corrigió el artículo 1 de la Resolución 0097 del 10 de abril de 2007 y estableció los Objetivos de Calidad para cada uno de los cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, tal como se presenta en la

Tabla 5.83.

Tabla 5.83 Objetivos de calidad, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Municipio	Tramo	Uso	Parámetro	Unidad	Actual	Nivel técnico o normativo	deseado	Objetivo de calidad
Pamplona	6	Paisajismo urbano y asimilación	OD	mg/l	4,42	≥2	≥4	≥4
			pH	Unidades	8,23	5 a 9	5 ≤ pH ≤ 9	5 ≤ pH ≤ 9
			Temperatura	ºC	14,79	T ambiente ± 23 ºC	T ambiente ± 23 ºC	T ambiente ± 23 ºC
			DBO5	mg/l	39	0-25	DBO5≤15	DBO5≤15
			SST	mg/l	62,9	≤10	0≤SST≤10	0≤SST≤10
			Coliformes fecales	NMP/100ml	1,12E+06	≤2000	≤2000	≤2000
			Coliformes Totales	NMP/100ml	4,63E+06	≤20000	≤20000	≤20000
			Sólidos flotantes	mg/l	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Grasas y Aceites	mg/l	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Hidrocarburos	mg/l	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Sedimentos	mg/l	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Olores Ofensivos		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Fuente: (Resolución 0118 de 2007)

Posteriormente la Resolución 1284 de 2011 prorroga la vigencia de la Resolución No. 0118 de 2007 hasta tanto el ministerio defina los criterios de calidad del recurso hídrico y la Corporación establezca nuevos objetivos de calidad (Ver anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta C Usos del agua).

En el mismo año, el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011", en el Cuadro 26 se presenta la Demanda sectorial en la cuenca el río Pamplonita del cual se pude inferir que los usos del agua para el municipio de Pamplona , corresponden a: Uso Doméstico, Uso Agrícola, Usos Pecuario y Uso Industrial, los cuales representan una demanda hídrica de 6.606.957,0 m3/año para Pamplona.

Adicionalmente, en el mismo documento se estableció que las fuentes de abastecimiento principal, aparte de los acueductos veredales y municipales, son las fuentes superficiales secundarias de la cuenca y en menor proporción las fuentes subterráneas. Asimismo, se reporta que del total de concesiones otorgadas por la corporación representan el 24% (75 concesiones de agua superficial) del total otorgado en las subcuencas, las cuales se ubican en mayor medida en el municipio de Pamplona; a su vez en el municipio no se registra concesiones sobre aguas subterráneas.

5.1.7.2 Inventario de usos y usuarios del agua

Con el fin de determinar los usos y usuarios de las fuentes hídricas que serán interceptadas por Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, realizaron recorridos en

campo y entrevistas a los habitantes ubicados en cercanías a éstas, durante los días 1, 5 y 7 de noviembre de 2017 y se estableció que las fuentes de agua superficial se usan para el transporte y asimilación de contaminantes producto del vertimiento de aguas residuales domésticas.

En la Tabla 5.84 se presenta el inventario general de usos y usuarios identificados en campo, y en los numerales siguientes se hace descripción de estos.

A la altura de la cuenca del río Pamplonita en el área de influencia del proyecto no se identifican captaciones sobre el río. La población manifiesta que el agua no es apta para ningún tipo de consumo, debido al vertido de las aguas de los habitantes del casco urbano de Pamplona.

Es importante señalar a los usuarios identificados en la captación C-2, cuya demanda de agua excede, en algunos meses del año el caudal ecológico, por lo cual, aguas abajo de la quebrada San Antonio, donde se establece el vertimiento de aguas de infiltración del túnel del proyecto (ver capítulo 7. Demanda, punto de vertimiento V13), no se evidenció caudal asociado al cauce durante la campaña de monitoreo.

Tabla 5.84 Inventario de Usos del agua

Nombre Geográfico	Nombre del usuario	Ubicación del usuario		Captación	Vertimiento	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Municipio	Vereda o corregimiento	ID	ID	Este	Norte
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	Sra. Lucia	Pamplona	El Naranjo	C-1		1160832,82	1309996,79
Quebrada San Antonio	Varios-No identificado. La captación es realizada por un grupo de usuarios.	Pamplona	Alcaparral	C-2		1158496,84	1309450,69
Quebrada San Antonio	Varios-No identificado. La captación es realizada por mangueras presuntamente de habitantes que no residen en las cercanías del punto de captación	Pamplona	Alcaparral	C-3		1159005,97	1309590,79
NN-26	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-1	1159853,48	1308079,81
NN-25	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-2	1.159.681,24	1.307.902,41
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-3	1159712,18	1307870,55
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en cercanías al PR72 de la vía existente.	Pamplona	Alcaparral		V-4	1159787,9	1307899,29

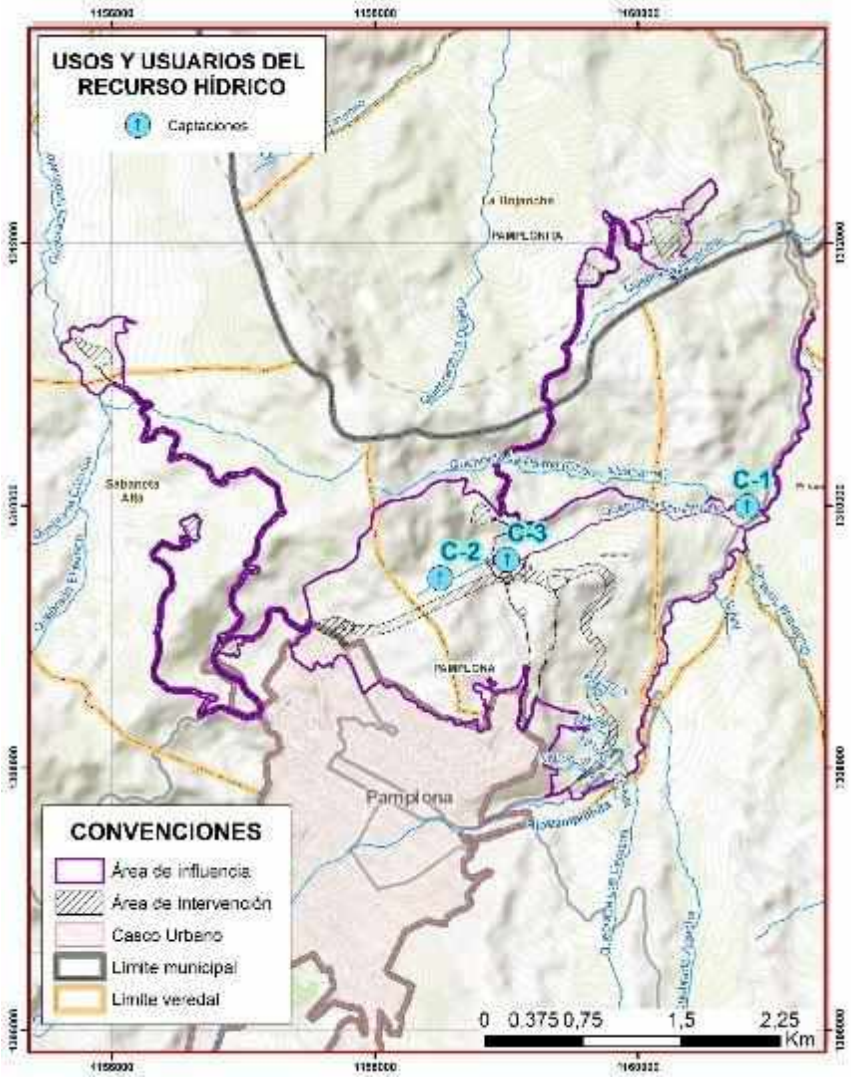
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7.2.1 Captaciones

Como resultado del inventario de usos y usuarios del agua se identificaron tres captaciones en las fuentes hídricas del área de intervención de la UF1 (Tabla 5.85 y Figura 5.84). Estas registran captaciones relacionadas con uso doméstico. Esta condición, de pocos usuarios de los cuerpos lóticos se da debido a que las captaciones en la zona son generalmente de puntos de agua hidrogeologicos.

De esta manera, las personas que habitan en el área de estudio por lo general toman el agua para consumo y riego de cultivos por captación directa de puntos hidrogeológicos (Ver numeral 5.1.8 Hidrogeología).

Figura 5.84 Ubicación cartográfica de las captaciones identificadas en las fuentes hídricas que serán interceptadas



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.85 Inventario de captaciones

Nombre Geográfico	Nombre local	Nombre	Ubicación del usuario		Uso: Captación					
			Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción:	Registro Fotográfico
							Este	Norte		
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	Quebrada La Palma	Sra. Lucía Benavides	Pamplona	El Naranjo	C-1	CH	1160832,82	1309996,79	La captación se da directamente sobre la quebrada con mangueras de 3/4 de pulgada. Su uso es únicamente para consumo humano de 7 personas.	
Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Varios-No identificado	Pamplona	Alcaparral	C-2	CH	1158496,84	1309450,69	La captación es realizada por un grupo de usuarios de los barrios Cristo Rey, Juan 23 y Simón Bolivar para consumo humano y doméstico. Esta es una fuente de agua altera al acueducto del municipio de Pamplona del cual hacen uso.	
Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Varios-No identificado	Pamplona	Alcaparral	C-3	CH	1159005,97	1309590,79	No identificado el uso, se presume que los usuarios no residen en cercanías al punto de captación.	

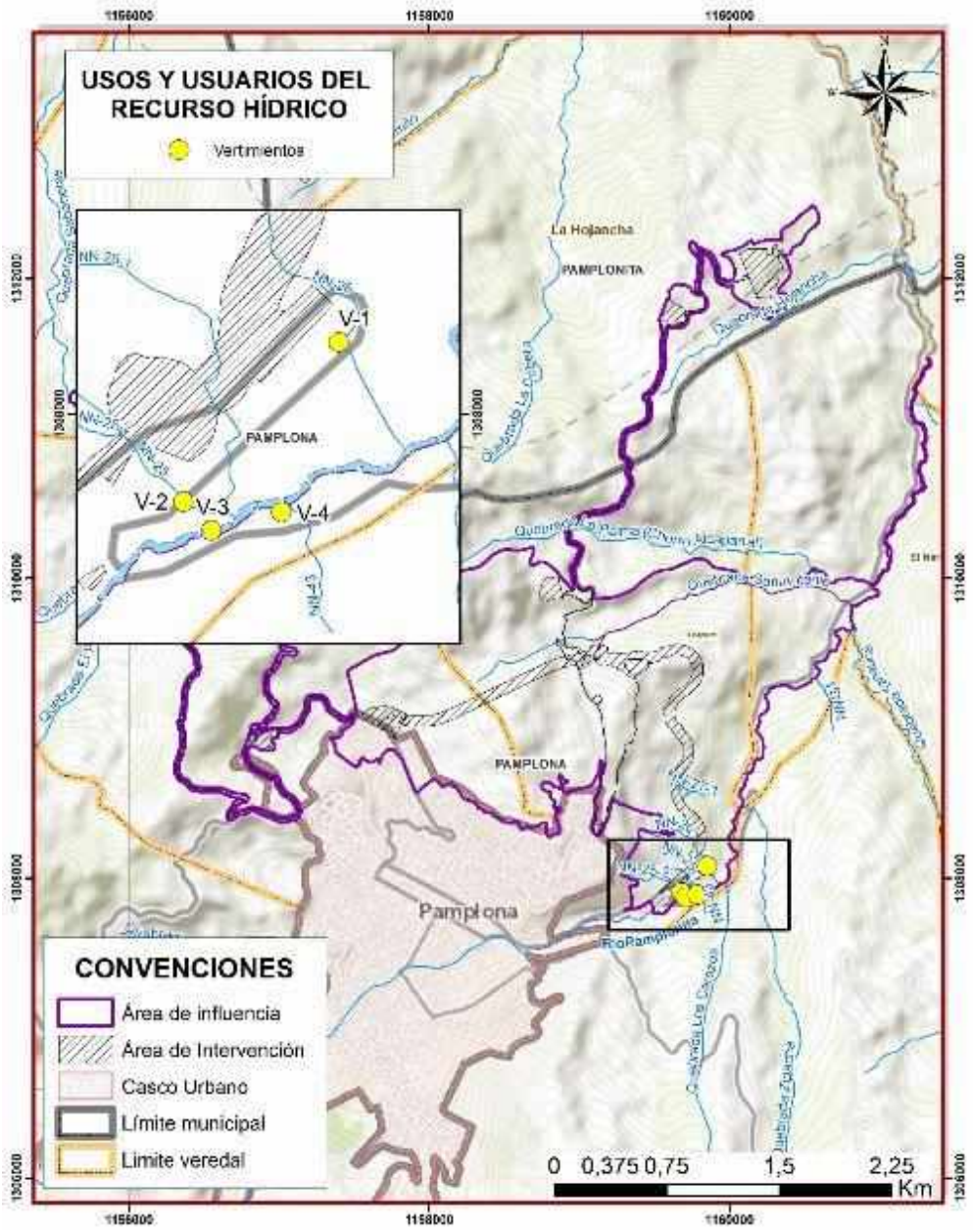
ID: Identificación CH: Consumo Humano

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7.2.2 Vertimientos

Respecto a vertimientos, se identificaron cuatro (4) vertimientos sobre los cuerpos NN-25 y NN-26 los cuales desembocan pocos metros después sobre el río Pamplonita, estos se presentan en la Tabla 5.86 y la Figura 5.85.

Figura 5.85 Ubicación cartográfica de los vertimientos identificados en las fuentes hídricas que serán interceptadas



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.86 Inventario de vertimientos

Nombre Geográfico	Nombre local	Ubicación del usuario			Uso: Vertimiento					
		Nombre	Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción:	Registro Fotográfico
							Este	Norte		
NN-26	No identificado	Corresponde a establecimiento comercial "Grasa Azul"	Pamplona	Alcaparral	V-1	Ind D	1.159.853,5	1.308.079,8	Vertimiento de aguas residuales tanto domésticas como industriales producto de mantenimiento y lavado de carros en la curva Los Adioses. Además de las viviendas ubicadas en el sector.	
NN-25	No identificado	Corresponde a viviendas en el sector curva Los Adioses y restaurantes ubicados en la misma zona.	Pamplona	Alcaparral	V-2	D Cm	1.159.681	1.307.902	Vertimiento de aguas residuales domésticas provenientes de las viviendas ubicadas en el sector y los establecimientos comerciales como restaurantes.	

Nombre Geográfico	Nombre local	Ubicación del usuario			Uso: Vertimiento					
		Nombre	Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción:	Registro Fotográfico
							Este	Norte		
Rio Pamplonita	Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral	V-3	D	1.159.712,2	1.307.870,6	Vertimiento de aguas residuales domésticas y aguas de cunetas ubicadas en la vía existente.	
Rio Pamplonita	Rio Pamplonita	Taller montallantas ubicado sobre la vía existente	Pamplona	Alcaparral	V-4	D	1159787,9	1307899,29	Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales producto de montallantas y vivienda.	

ID: Identificación
D: Domestico
Ind. Industrial
Cm: Comercial
Pc: Pecuario

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los vertimientos son de origen doméstico provenientes de viviendas ubicadas en la vereda Alcaparral en el sector denominado curva Los Adioses, y generadas básicamente durante las actividades de limpieza de instalaciones, baño, preparación de alimentos y lavado de utensilios; también se trata de vertimientos de origen industrial producto de actividades de lavado de vehículos y mantenimiento mecánicos de los mismos, éstas aguas tienen altos contenidos de detergentes, materia orgánica microorganismos y grasas y aceites.

Ninguno de los vertimientos identificados cuenta con un sistema de tratamiento previo a la descarga, los tubos de conducción llegan directamente a la corriente. Se aclara que el resto de las viviendas o locales comerciales ubicados cerca o sobre la ronda de las fuentes hídricas interceptadas por el proyecto, hacen sus vertimientos sobre el suelo, algunos son descargados a pozos sépticos mientras que otros con vertidos directamente.

En el capítulo de calidad del agua se presenta el compilado de los resultados de análisis para cada una de las corrientes hídricas que son interceptadas por la UF1 y que fueron monitoreadas. En la Tabla 5.88 se resalta en color gris los datos correspondientes al río Pamplonita, lo cuales comprueban las altas concentraciones de Coliformes Fecales (24196 NMP/100ml) y Coliformes Totales (573000 NMP/100 ml), DBO5 (34 mg/l), DQO (112 mg/l) y Grasas y Aceites (6,3 mg/L).

Los usos: recreativo, pesca, transporte fluvial, aprovechamiento de material de arrastre y riego, no fueron identificados para las fuentes hídricas que serán interceptadas por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR

Con el fin de conocer los usos y usuarios del recurso hídrico en el área de influencia e intervención de la UF1, la Concesión Unión Vial Río Pamplonita S.A.S consultó a CORPONOR, mediante comunicación radicada No. 8378 de junio 30 de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados entidades), sobre los permisos otorgados (concesiones y vertimientos) en el área de influencia del proyecto. En repuesta a dicha comunicación, CORPONOR entregó mediante radicado No. 7807 del 10 de agosto de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados. R. R7807_CORPONOR), un listado de concesiones de agua superficial y vertimientos que había autorizado en los municipios que hacen parte del área de influencia de la UF1.

Sin embargo tal listado no presenta coordenadas que permitan ubicar de manera puntual los permisos dentro del área de influencia físico-biótica, por lo tanto en comunicación radicada No. 1393 del 30 de octubre de 2017(ver Anexo 2 – Certificados entidades), se consultó nuevamente pero la respuesta entregada mediante radicado 12867 del 11 de diciembre de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados entidades) sólo correspondió a las concesiones otorgadas, sin coordenadas de ubicación del punto de captación y no se aclara si los permisos se encuentran vencidos o renovados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procesó la información de CORPONOR y sólo se tuvo en cuenta los datos de concesiones de agua que fueron otorgadas desde el año 2012, para usuarios ubicados en las veredas que hacen parte del área de influencia físico-biótica de la UF1, y para las cuales se asume que aún están vigentes o renovadas (Tabla 5.87).

Tabla 5.87 Concesiones de agua otorgadas por CORPONOR

Solicitante	Vereda	Municipio	Caudal l/s	Número de resolución	Descripción	Tipo de concesión	Fuente abastecimiento	Uso
Luis Modesto Mogollón Mogollón	Alcaparral	Pamplona	2,1	0219 del 27/08/2013	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada NACIENTE ALCAPARRAL, para beneficio del PREDIO DOS (LOS ADIOSES)	Aguas Superficiales	Naciente Alcaparral	Agropecuario
Hermanas Bethlemitas Provincia del Sagrado corazón de Jesús	Pamplona	Pamplona	0,5	0050 del 15/05/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada QUEBRADA BRIGHTON, para beneficio de Quinta Brigthon	Aguas Superficiales	Quebrada Brighton	Agropecuario
Carlos Arnulfo Rueda Pérez	Alcaparral	Pamplona	0,3	0615 del08/08/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada Laguna Carrizal, para beneficio del predio LA CHIGUAGUA	Aguas Superficiales	Chorro La Laguna carrizal	Agropecuario
María Esperanza Pedraza	Alcaparral	Pamplona	0,3	0113 del14/05/2014	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada EL PEDREGAL, para beneficio del predio CURTIEMBRE HOY VILLA VERSALLES	Aguas Superficiales	Naciente El pedregal	Agropecuario
Cristóbal Villamizar Villamizar	Pamplona	Pamplona	0,26	0675 del22/08/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de dominio público La Piedad, para beneficio del predio b (Agua Clara)	Aguas Superficiales	Chorro La Piedad	Agropecuario

Fuente: Corponor, 2017

De acuerdo con las concesiones reportadas, el agua es destinada para uso agropecuario con un consumo aproximado de 3,46 l/s y las fuentes abastecedoras son de tipo quebrada, chorro y naciente. Se resalta que no se identifican captaciones sobre el río Pamplonita para las veredas que hacen parte del área de influencia de la UF1.

Además de lo anterior se revisó el anexo 8 Inventario Reglamentaciones del tomo III del ‘’Ajuste al plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del rio Pamplonita en el departamento de Norte de Santander, en el área de jurisdicción de la corporación autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 00036 de 2011’’; este anexo presenta una lista de usuarios reglamentados para las fuentes hídricas de la cuenca del río Pamplonita. De acuerdo con las ubicaciones presentadas en tal documento, se evidenció que no se presentan usuarios reglamentados para el área de influencia de la UF1.

En cuanto a vertimientos, no se identificaron permisos en las veredas que hacen parte del área de influencia de la UF1.

5.1.7.4 Demanda actual de las fuentes a intervenir

De acuerdo con el capítulo 5 del Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010) “La demanda hídrica es igual al volumen total de agua extraída. Este volumen de agua extraído es igual a los consumos más el agua extraída no consumida”. Y se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Css + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Donde

- Dh: demanda hídrica
- Ch: consumo humano o doméstico
- Csp: consumo del sector primario
- Csm: consumo del sector manufacturero
- Css: consumo del sector servicios
- Cea: caudal ecológico y ambiental
- Ce: consumo del sector energía (hidroeléctrica y termoeléctrica)
- Ca: consumo del sector acuícola
- Aenc: agua extraída no consumida

Pese a lo anterior y teniendo en cuenta que en los recorridos de campo sólo se identificó una (1) captación de uso masivo (Tabla 5.85) en los tramos de las fuentes hídricas que serán interceptados por la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Sector Pamplona y que la información de captaciones entregada por CORPONOR no cuenta con los datos de coordenadas, el desarrollo del presente numeral, se realizó con base en la información registrada en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011”.

En la Tabla 5.88 se registra la demanda hídrica sectorial de la cuenca del río Pamplonita, sin embargo, para efectos del presente estudio de impacto ambiental, se resaltó en color gris la información del municipio de Pamplona, el cual hace parte de manera parcial del área de influencia físico-biótica de la UF1.

Los datos que se exponen corresponden a los presentados en el numeral 1.1.4.3 del Tomo III del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014).

Tabla 5.88 Demanda hídrica sectorial, Cuenca del río Pamplonita

Municipio	Demanda Doméstica	Demanda Agrícola	Demanda Pecuaria	Demanda Industrial	Demanda Total
	m³/año				
Bochalema	373.100,0	11.057.649,0	285.079,0		11.715.828,0
Chinácota	1.028.120,0	4.644.330,0	159.958,0		5.832.434,0
Cúcuta	44.244.328,0	13.045.112,0	1.483.842,0	1.495.7333,0	60.272.014,0
Harrán	287.331,0	159.267,0	104.608,0		551.206,0
Los Patios	5.216.922,0	5.343.382,0	179.241,0	210,0	10.739.755,0
Pamplona	***1.523.242,0***	***4.948.563,0***	***133.564,0***	***1.584,0***	***6.606.957,0***
Pamplonita	291.565,0	10.120.853,0	93.625,0		10.506.043,0
Puerto Santander	71.804,0	2.439.541,0	196.146,0		2.707.491,0
Ragonvalia	447.235,0	279.861,0	88.805,0		815.901,0
Villa del Rosario	5.531.457,0	14.488.504,0	531.705,0		20.551.666,0
Tota	**59.015.457,0**	**66.527.061,0**	**3.256.603,0**	**1.500.528,0**	**130.299.295,0**

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014)

En la tabla anterior, se puede observar que el sector agrícola representa el mayor consumo de agua así: 4.948.563,0 m³/año para Pamplona. En segundo lugar, se ubica el sector doméstico con demanda de agua correspondiente a 1.523.242,0 m³/año en Pamplona. El tercer lugar se tiene el sector pecuario con una demanda de 133.564,0 m³/año. La demanda hídrica para el sector industrial se ubica en el cuarto lugar con un consumo de 1.584,0 m³/año. De acuerdo con lo anterior la demanda hídrica en el municipio de Pamplona correspondió a 6.066.957,0 m³/año.

Por otra parte, y a partir de los caudales otorgados por CORPONOR en las veredas que hacen parte de manera parcial del área de influencia e intervención de la UF1 (ver Tabla 5.85) y para los cuales se asume que el permiso se encuentra vigente, se concluye que el agua fue destinada para el sector agropecuario y que la demanda correspondió a 3,46 l/s o 109.114,56 m³/año.

5.1.7.5 Conflictos por uso

5.1.7.5.1 Análisis de frecuencia de caudales mínimos

Teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos realizado a nivel mensual, se realizó el análisis de caudales mínimos de las corrientes principales, puntos de captación y vertimiento para diferentes periodos de retorno. Para el análisis se tuvieron en cuenta los periodos de estiaje para la UF1, los cuales comprenden los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre de acuerdo con el análisis de precipitaciones realizado en el capítulo 5.1.10 Atmósfera.

En la

Tabla 5.89 los análisis de frecuencias de caudales mínimos mensuales en la estación La Donjuana para cada mes de estiaje y su respectiva distribución probabilística a la cual se ajustan los datos analizados.

Tabla 5.89 Caudales mínimos mensuales probables para cada periodo de retorno

PERIODO DE RETORNO	Enero	Febrero	Junio	Julio	Agosto	Diciembre
	GUMBEL	GUMBEL	LOG-NOR	GUMBEL	GUMBEL	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1.33	6,27	6	6,66	5,19	4,33	8,58
2.0	4,39	4,13	4,05	3,76	3,23	5,4
5	2,62	2,36	2,18	2,41	2,17	3,04
10	1,86	1,6	1,58	1,83	1,73	2,25
25	1,15	0,899	1,12	1,29	1,31	1,64
50	0,742	0,488	0,897	0,981	1,07	1,33
100	0,398	0,144	0,735	0,718	0,862	1,11
PRUEBA CHI CUADRADO	5,5	3,6	4,68	6,32	9,18	5,91

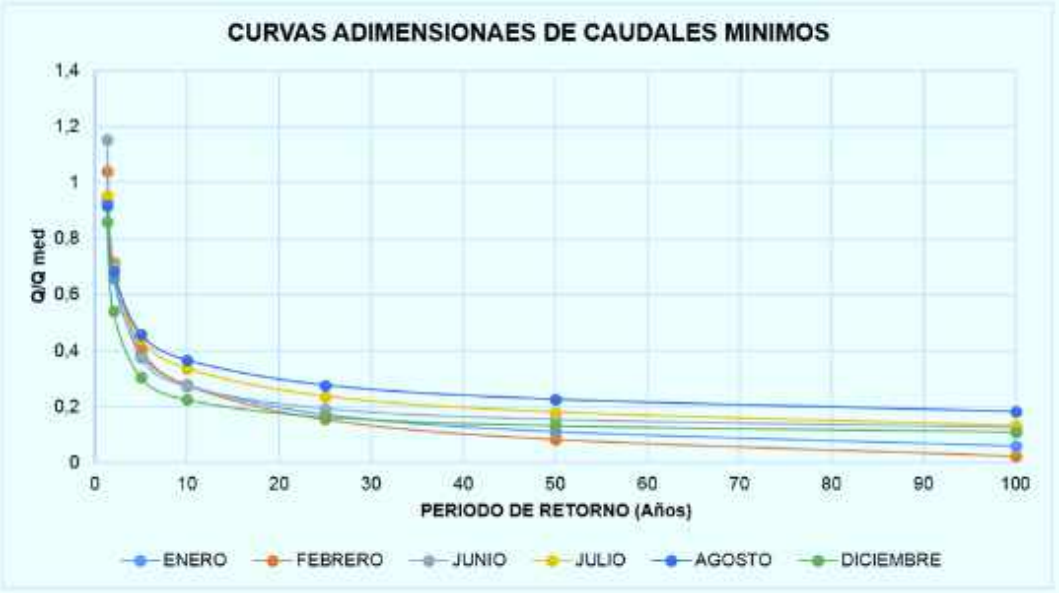
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Con base en la información de la

Tabla 5.89 se realiza la curva adimensional de caudales mínimos mensuales en función del caudal medio mensual para cada periodo de estiaje, las cuales son necesarias para determinar los rendimientos normalizados de cada cuenca. En la Figura 5.86 se presenta la curva para cada mes de estiaje y diferentes periodos de retorno.

Entre la Tabla 5.90 y la Tabla 5.95, se presentan los caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en los meses de estiaje para los drenajes que son interceptados por la vía y los puntos de captación y vertimiento.

Figura 5.86 Curvas adimensionales de Qmin para diferentes Tr y mes de estiaje



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.90 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje enero

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr ENERO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	18,15	12,71	7,59	5,38	3,32	2,14	1,14
Hojancha	10,16	7,11	4,25	3,01	1,86	1,20	0,64
La Palma	25,25	17,68	10,56	7,48	4,62	2,98	1,59
NN27	7,49	5,24	3,13	2,22	1,37	0,88	0,47
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	410,15	287,15	171,44	121,47	74,96	48,43	25,75

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.91 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje febrero

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr FEBRERO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	20,11	13,85	7,91	5,36	3,01	1,63	0,48
Hojancha	11,25	7,75	4,43	3,00	1,68	0,91	0,27
La Palma	27,98	19,27	11,01	7,46	4,19	2,27	0,66
NN27	8,30	5,71	3,26	2,21	1,24	0,67	0,20
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	454,36	312,90	178,75	121,09	68,04	36,90	10,76

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.92 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje junio

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr JUNIO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	22,33	13,57	7,30	5,29	3,74	2,99	2,45
Hojancha	12,50	7,60	4,08	2,96	2,09	1,68	1,37
La Palma	31,08	18,89	10,15	7,36	5,21	4,17	3,41
NN27	2,13	1,30	0,70	0,50	0,36	0,29	0,23
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	504,72	306,75	164,91	119,55	84,57	67,65	55,35

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.93 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje julio

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr JULIO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	18,49	13,39	8,57	6,52	4,59	3,49	2,55
Hojancha	10,35	7,49	4,80	3,65	2,57	1,95	1,43
La Palma	25,73	18,63	11,93	9,06	6,39	4,85	3,55
NN27	7,63	5,52	3,54	2,69	1,90	1,44	1,05
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	417,84	302,52	193,74	147,23	103,79	78,80	57,66

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.94 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje agosto

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr AGOSTO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	17,78	13,25	8,90	7,09	5,38	4,39	3,54
Hojancha	9,95	7,41	4,98	3,97	3,01	2,46	1,98
La Palma	24,73	18,44	12,38	9,87	7,48	6,11	4,92
NN27	7,34	5,47	3,67	2,93	2,22	1,81	1,46
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	401,70	299,45	201,04	160,29	121,47	99,18	79,96

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.95 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje diciembre

N CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr DICIEMBRE						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	16,65	10,48	5,89	4,35	3,18	2,59	2,14
Hojancha	9,32	5,86	3,29	2,44	1,78	1,45	1,20
La Palma	23,17	14,58	8,19	6,06	4,43	3,60	2,98
NN27	6,87	4,32	2,43	1,80	1,31	1,07	0,88
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	376,33	236,79	133,00	98,41	71,88	58,43	48,43

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Debido a que la demanda del recurso tanto para las captaciones como para los vertimientos, es mucho menor a la disponibilidad del recurso, no se presentan conflictos por el uso del agua. Es necesario tener en cuenta que además del balance de aguas naturales contra la demanda sobre estas, los usuarios de las captaciones indicadas poseen a su vez conexión a los acueductos de la zona.

5.1.7.6 Índices de calidad ambiental del uso del agua

Dando cumplimiento a lo establecido en los Términos de Referencia M-M-INA-02 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015, a continuación, se presentan los índices de: Uso del Agua (IUA), Retención - regulación Hídrica (IRH) y Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento (IVH); los cuales son una herramienta fundamental para hacer seguimiento a la dinámica del recurso hídrico.

Teniendo en cuenta que las Hojas Metodológicas de Indicadores Ambientales (3.05-Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento –IVH, 3.01-Índice de uso del agua e 3.04-Índice de Regulación Hídrica) del IDEAM (ver Anexo 5.1.2 Hidrología - carpeta C Usos del agua) indican que: “La cobertura del indicador es por subzonas hidrográficas y unidades hidrográficas abastecedoras de cabeceras municipales con antecedentes de desabastecimiento”. La información que se presenta a continuación corresponde a los resultados que CORPONOR presentó en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y a los valores obtenidos por el IDEAM para el Estudio Nacional del Agua correspondiente a los años 2010 y 2014.

5.1.7.6.1 Índice de Uso del Agua (IUA)

Según la publicación: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación Regional del Agua 2013 (IDEAM, 2013), el índice de Uso del agua se define como la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible (OHRD) neta para las mismas unidades de tiempo y espaciales.

El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos.

Su cálculo se realiza mediante la relación porcentual de la demanda de agua y la oferta hídrica regional y ecuación se presenta a continuación:

$$\mathrm{IUA} = \frac{dH}{Oh} * 100$$

Donde:

- IUA: Índice de uso del agua
- Dh: Σ (Volumen de agua extraída para usos sectoriales en un periodo determinado)

$$\mathrm{Dh} = Ch + Csp + Csm + CSS + Ce + Ca + Aenc$$

Donde:

Dh: demanda hídrica sectorial
Ch: consumo humano o doméstico
Csp: consumo del sector agrícola
Csm: consumo del sector industrial
Css: consumo del sector servicios

Ce: consumo del sector energía
Ca: consumo del sector acuícola
Aenc: agua extraída no consumida
Oh: oferta hídrica superficial regional disponible

$$\mathrm{Oh} = Ohtotal - Oqamb$$

Donde:

Ohtotal: es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

OQamb: es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

La interpretación de los resultados arrojados por el índice se realizó de acuerdo con la categorización y significado que se presenta a continuación en la Tabla 5.96 y la

Tabla 5.97:

Tabla 5.96 Categoría y descriptos del IUA

Rango IUA	Categoría IUA		Significado
≤ 1	Muy Bajo		La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.
1 -10	Bajo		La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
10.01 - 20	Moderado		La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
20.01 - 50	Alto		La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
>50	Muy Alto		La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.

Fuente: (IDEAM, 2013)

Tabla 5.97 Rangos y Categorías índice de uso de agua

Rango IUA	Categoría IUA		Significado
≤ 1	Muy Bajo		La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.
1 -10	Bajo		La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
10.01 - 20	Moderado		La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
20.01 - 50	Alto		La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
50,1 - 100	Muy Alto		La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
>100	Crítico		La presión supera las condiciones de la oferta

Fuente: (IDEAM, 2014)

El Índice Uso del Agua que se presenta a continuación en la Tabla 5.98, corresponde a los datos de la Subzona Hidrográfica del Río Pamplonita, los cuales fueron calculados por el Estudio Nacional del Agua 2010 y 2014, y se encuentran publicados en la página web del Sistema de Información del Recuso Hídrico (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014).

Tabla 5.98 Clasificación del IUA en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Año	Oferta media Mmc	Oferta seca Mmc	Demanda Mmc	IUA Año medio	IUA Año seco
Caribe	Catatumbo	Río Pamplonita	ENA 2010	745,0	218,0	168,49	22,62	77,46
			ENA 2014	21,61	7.283	No registra	25,21	66,98

Fuente: (IDEAM, 2014)

Según el Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010) la subzona hidrográfica del río Pamplonita sufre presiones de demanda del agua Alta en año medio y Muy alta en año seco, mientras que Estudio Nacional del Agua 2014 (IDEAM, 2014) registró que la presión de la demanda es Alta con respecto a la oferta disponible para Año Medio y Crítica en año seco ya que supera las condiciones de la oferta.

Sin embargo, los análisis realizados por CORPONOR y presentados en el Tomo III del documento de Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, muestran los IUA para la subcuenca 25 El Volcán y la subcuenca 24 Batagá. De acuerdo con lo anterior, se registra índice de Uso del Agua Alto para año medio y Muy Alto para año seco, tal como se presenta en la

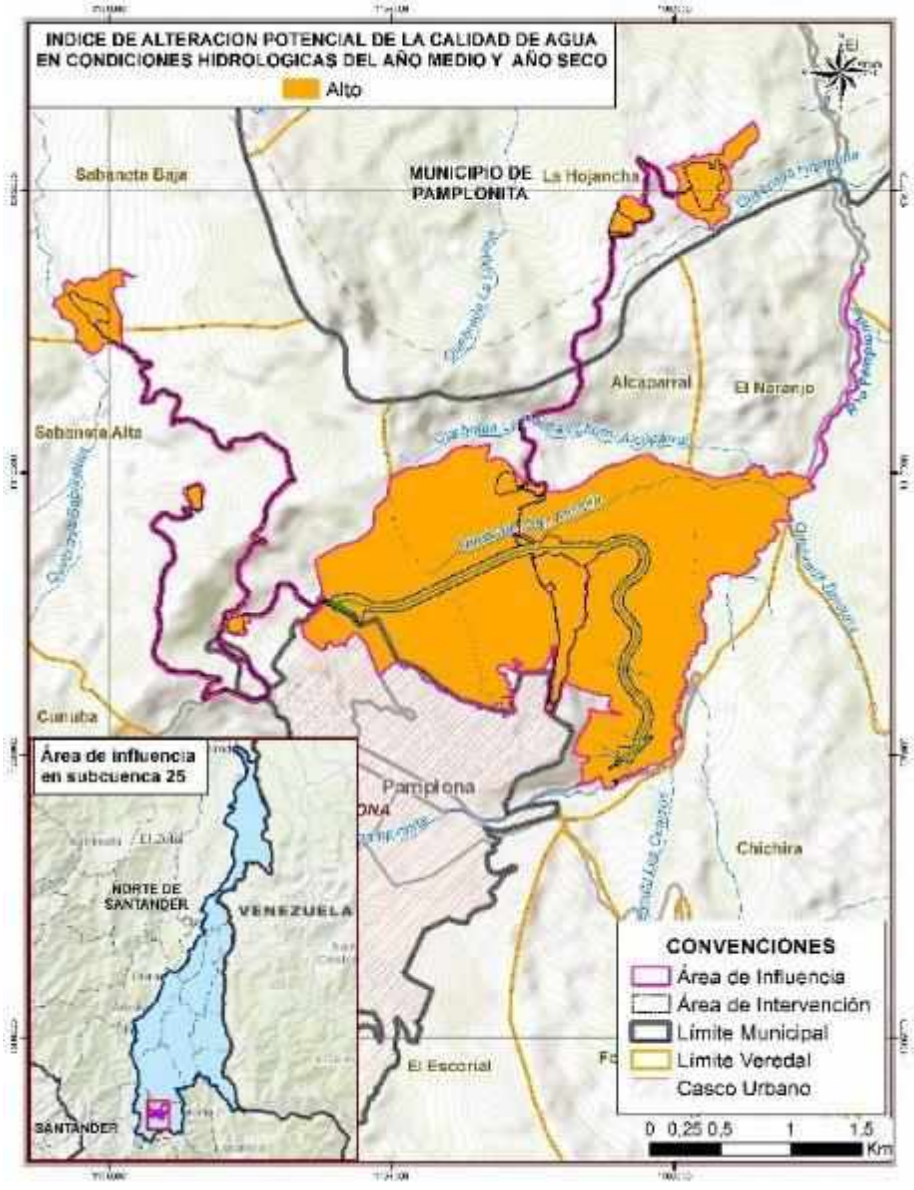
Tabla 5.99, Figura 5.87 y Figura 5.88.

Tabla 5.99 Valores y categorías del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita

Subcuenca	Año Medio		Año Seco	
	IUA	Categoría	Categoría	IUA
24	37	Alto	100	Muy alto
25	37	Alto	100	Muy alto

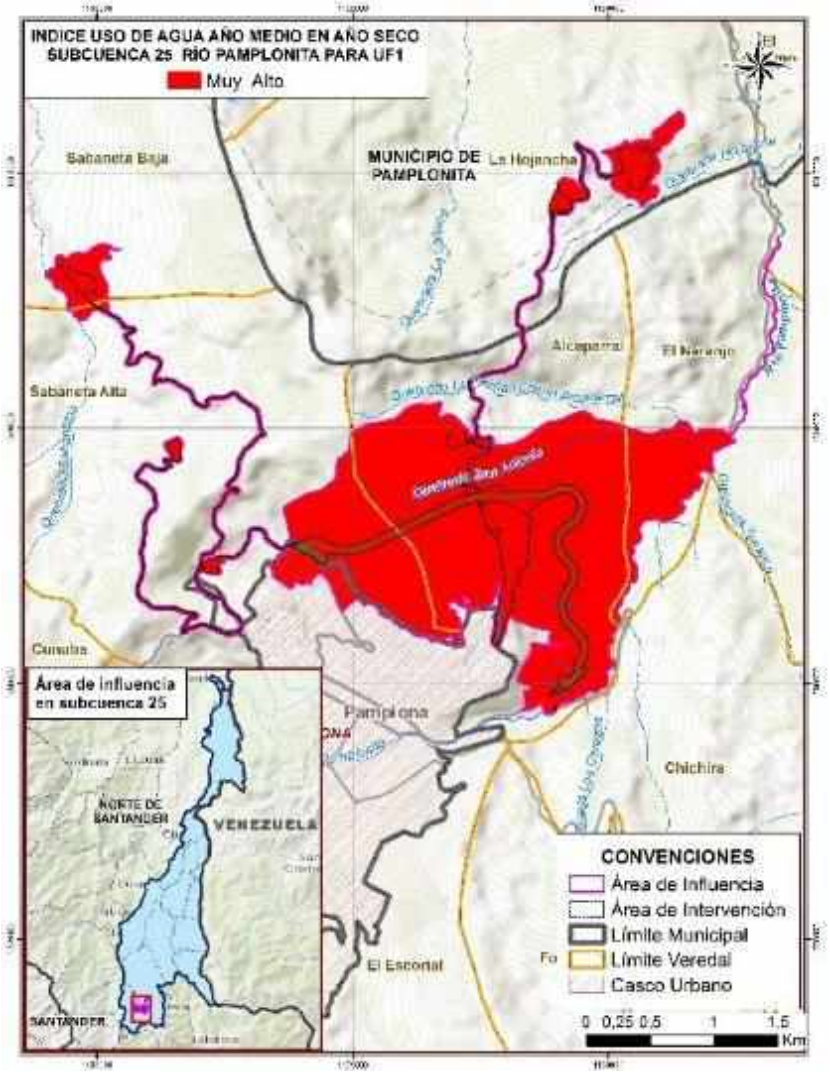
Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.87 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.88 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicadas en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año seco



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

5.1.7.6.2 Índice de regulación Hídrica (IRH)

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua 2014 (IDEAM, 2014), el índice de retención y regulación hídrica mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, y los valores más bajos son los que se interpretan como de menor regulación.

Para la calcular el IRH se emplea la siguiente ecuación

$$\mathrm{IRH} = \frac{Vp}{Vt}$$

Donde:

IRH: Índice de retención y regulación hídrica
Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios
Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Los valores obtenidos con la estimación del IRH se agrupan en rangos para facilitar las comparaciones entre áreas y subzonas hidrográficas. A cada rango se le asigna una calificación cualitativa, tal como se presenta en la Tabla 5.100.

Tabla 5.100 Categoría y descriptos del IRH

Rangode valores del indicador	Categoría IUA		Significado
>0,80	Muy Alta		Muy alta retención y regulación de humedad
0,75 – 0,85	Alta		Alta retención y regulación de humedad
0,65 – 0,75	Moderada		Media retención y regulación de humedad media
0,50 – 0,65	Baja		Baja retención y regulación de humedad
<0,50	Muy Baja		Muy baja retención y regulación de humedad

Fuente: (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014)

Teniendo en cuenta lo anterior, el Índice de Retención y Regulación Hídrica que se presenta a continuación corresponde a los datos de la Subzona Hidrográfica Pamplonita, los cuales fueron calculados por el Estudio Nacional del Agua 2010 y 2014.

Tabla 5.101 Clasificación del IRH en el área de estudio

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Año	Índice de Regulación
Caribe	Catatumbo	Río Pamplonita	ENA 2010	0,67
			ENA 2014	0,68

Fuente: (IDEAM, 2014)

De acuerdo con la información anterior, el Índice de Regulación Hídrica que registra el Estudio Nacional del Agua (2010) refleja que la subzona hidrográfica del río Pamplonita se ubica en un índice Moderado de regulación y retención hídrica con tendencia a ser Baja, lo cual indica que esta subzona tiene tendencia a disminuir su capacidad de mantener los regímenes de caudales.

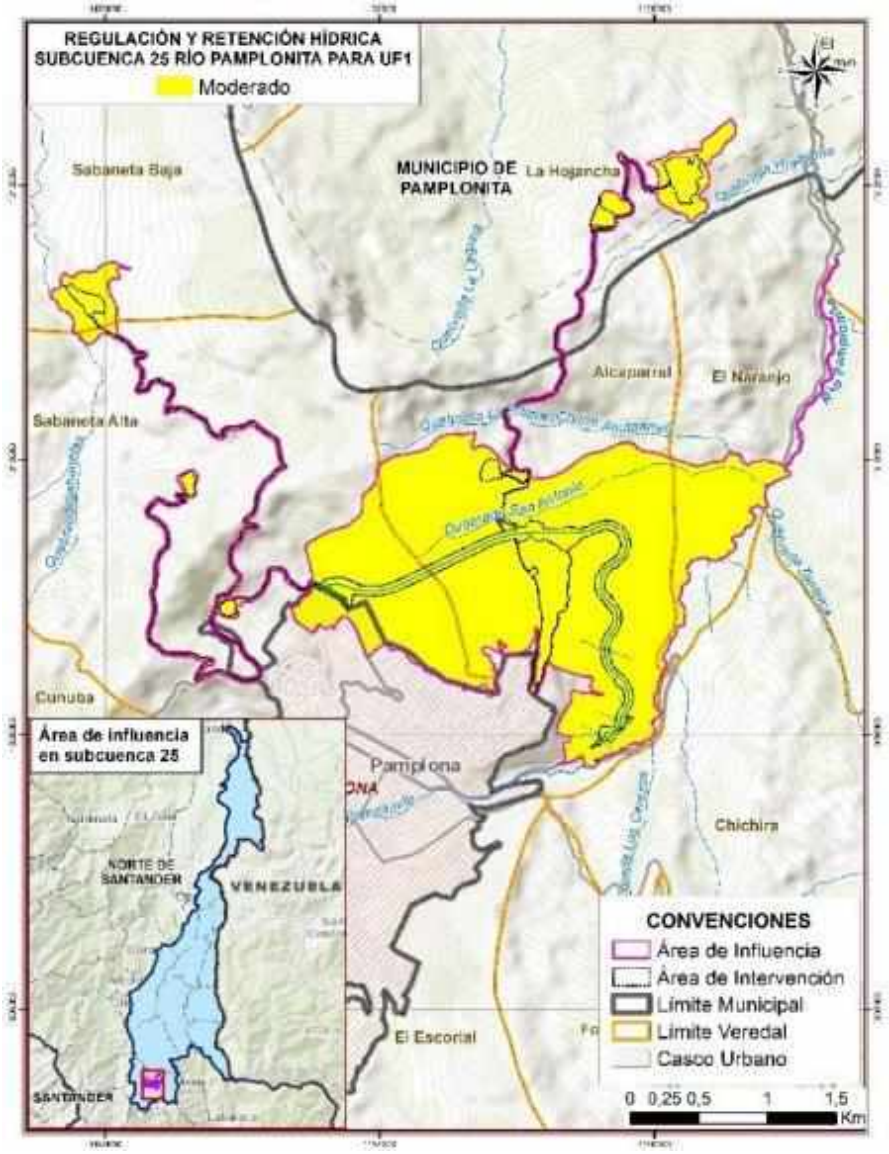
Respecto a los resultados reportados por CORPONOR, el índice de regulación hídrica para las subcuencas 24 y 25 correspondió a Moderada retención y regulación de humedad media, tal como se registran en la Tabla 5.102 y en la Figura 5.89.

Tabla 5.102 Valores y categorías del IRH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del río Pamplonita

Subcuenca	Año Medio	
	IRH	Categoría
24	0,75	Moderado
25	0,75	Moderado

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.89 Ubicación cartográfica del IRH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita en el área de influencia físico-biótica de la UF1



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

5.1.7.6.3 Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento

Es el Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)– podría generar riesgos de desabastecimiento (IDEAM, 2010)

La vulnerabilidad hídrica se determina por la relación entre el Índice de Uso del agua y el Índice de retención y regulación hídrica, tal como se presenta en la Tabla 5.103.

Tabla 5.103 Relación para categorizar el IVH, ENA 2010

Índice de Uso de agua	Índice de regulación y retención hídrica	Categoría de Vulnerabilidad
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo
Muy Bajo	Moderado	Bajo
Muy Bajo	Bajo	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy Bajo	Muy Alto

Fuente: (IDEAM, 2010)

Adicionalmente en función de lo relacionado en la Tabla 5.104 y teniendo en cuenta los resultados de los índices de Uso del agua y de Regulación hídrica, la Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento reportados por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua 2010, la Subzona Hidrográfica del río Pamplonita se clasifica como Alto en año medio y Alto en año seco.

Tabla 5.104 Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH, ENA 2014

Vulnerabilidad del recurso hídrico relación IRH - IUA					
IUA Extremo = porcentaje (Oferta/demanda)		Índice de regulación			
Rango	categoría	Alta	moderado	Baja	Muy baja
<1	Muy bajo	Muy baja	Baja	Media	Media
1-10	Bajo	Baja	Baja	Media	Media
10-20	Moderado	Media	Media	Alta	Alta
20-50	Alto	Media	Alta	Alta	Muy Alta
50-100	Muy Alto	Media	Alta	Alta	Muy Alta
>100	Crítico	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: (IDEAM, 2014)

En los indicadores del año 2014, el Estudio Nacional de Agua reportó que el Índice de Vulnerabilidad Hídrica para la Subzona Hidrográfica del río Pamplonita se clasifica como Alto en año medio y año seco.

Tabla 5.105.

Tabla 5.105 Valores y categorías del IVH en la subzona hidrográfica del río Pamplonita. ENA 2010

Subzona hidrográfica	Año Medio			Año Seco		
	IUA	IRH	IVH	IUA	IRH	IVH
Río Pamplonita	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

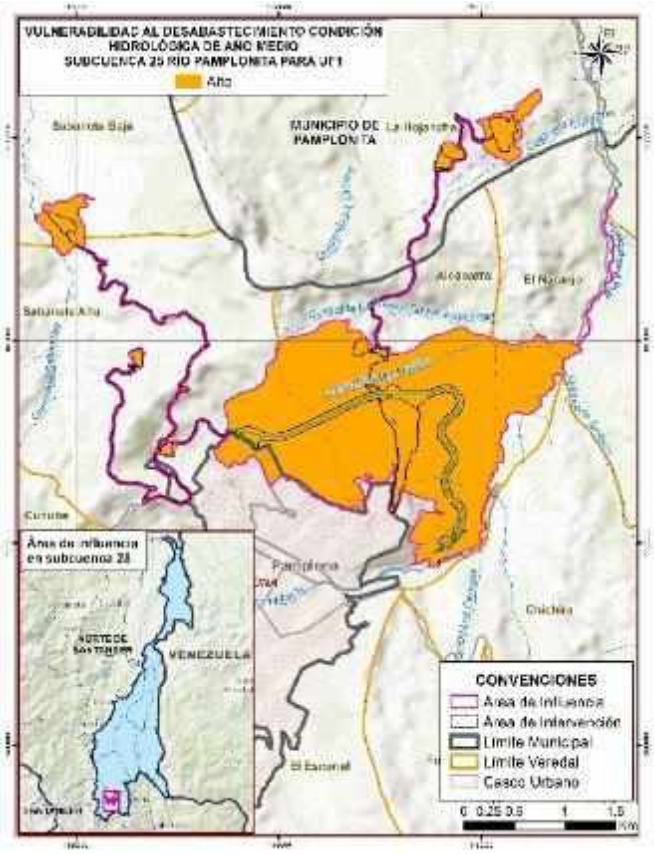
En cuanto a los resultados reportados por CORPONOR, el índice de vulnerabilidad hídrica para las subcuencas 24 y 25 correspondió a alto en año medio y alto en año seco, tal como se presenta en la Tabla 5.106, Figura 5.90 y Figura 5.91.

Tabla 5.106 Valores y categorías del IVH para las subcuencas y un tramo del rio Pamplonita correspondiente al área de influencia de la UF1

Subcuenca	Año Medio			Año Seco		
	IUA	IRH	IVH	IUA	IRH	IVH
24	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto
25	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto

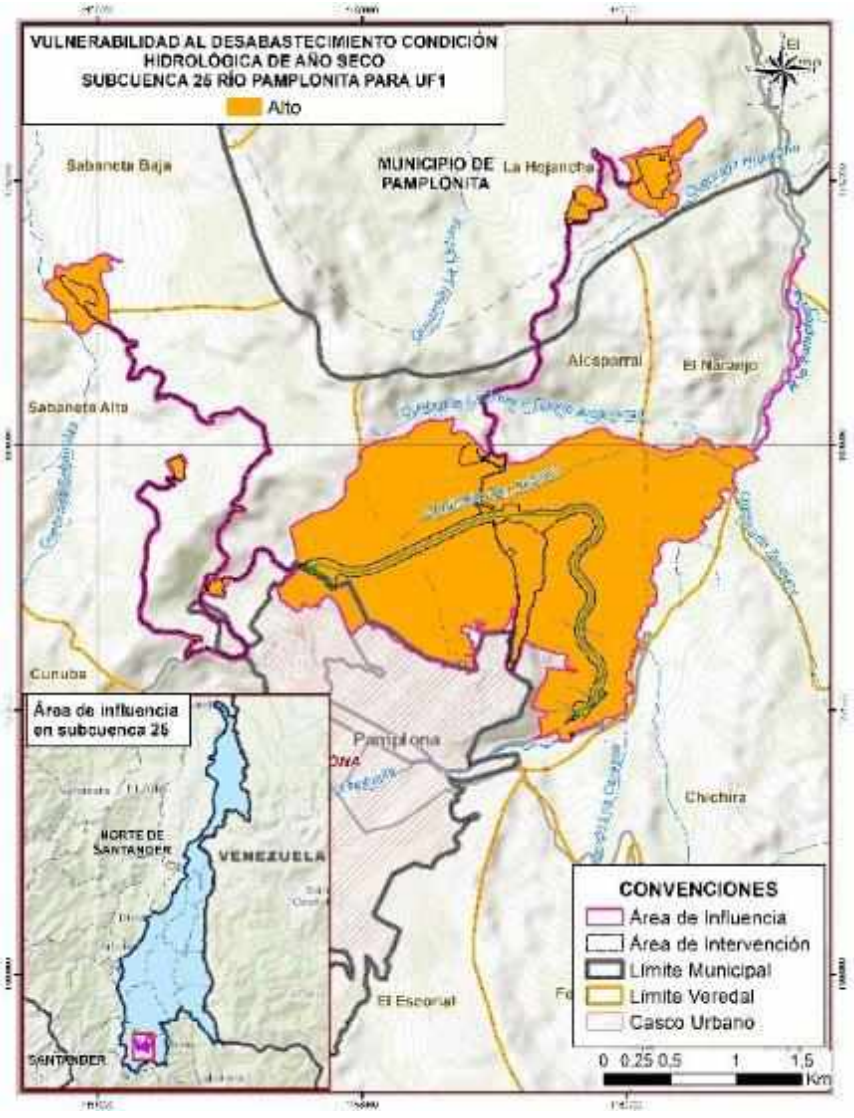
Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.90 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del Rio Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Medio



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.91 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Seco



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

5.1.8 Hidrogeología

El estudio hidrogeológico del corredor vial Cúcuta - Pamplona, se enmarca en los términos de referencia con códigos M-M-INA-02, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 26 de marzo del 2015, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) en proyectos de construcción de carreteras, las especificaciones técnicas del proyecto vial Cúcuta – Pamplona. De forma adicional en el desarrollo del presente estudio se emplea literatura hidrogeológica especializada.

En el Capitulo 5.1 Abiotico - Tomo II, se presenta la caracterización del componente hidrogeológico de la unidad funcional 1 (UF1) de la vía Cúcuta-Pamplona.

5.1.9 Geotecnia

Para el área de influencia de la Unidad Funcional 1 se realizó la zonificación geotécnica considerando aspectos de litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes, morfodinámica, precipitación y sismicidad. Además, se realizó una zonificación específica para el túnel, identificando sectores con potenciales comportamientos geomecánicos e hidrogeológicos homogéneos y la estabilidad del macizo en cada sector. En este numeral se presenta en primer lugar la zonificación geotécnica del túnel y luego la zonificación geotécnica generalizada para toda el Área de Influencia de la Unidad Funcional 1.

5.1.9.1 Geotecnia para tramo túnel

La sectorización geotécnica del túnel de Pamplona corresponde a la realizada por la empresa SACYR INGENIERIA E INFRAESTRUCTURA dentro de los estudios y diseños de detalle realizados para la CONCESIÓN UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA.

5.1.9.1.1 Materiales afectados por la excavación del túnel

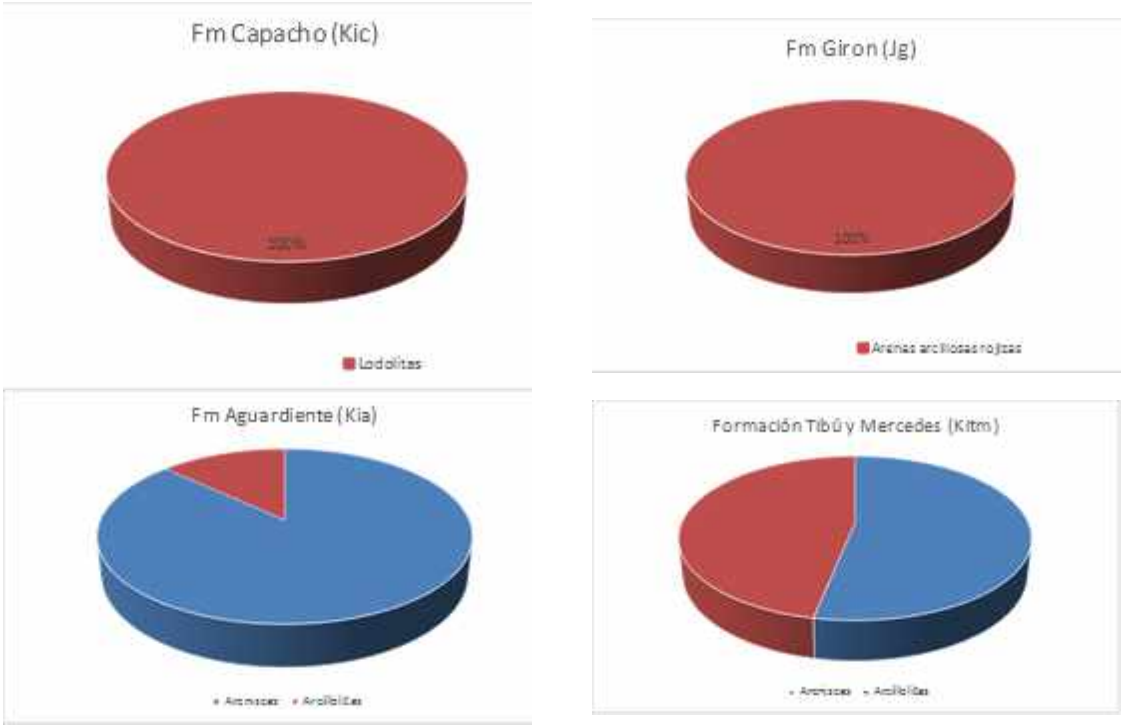
El túnel se sitúa entre las progresivas K58+745 y K60+075, presenta una montera máxima de 225 m sobre el rasante entorno del K59+380, y una longitud de túnel de 1330 m.

Los materiales que se verán afectados por la excavación del trazado del túnel y la galería de evacuación corresponden a 3 formaciones de edad cretácica y una jurásica, concretamente a la formación Capacho, hasta la progresiva K58+885, a la formación Aguardiente, desde la anterior progresiva y hasta la K59+200, desde este punto y hasta K59+930 a la formación Tibú y Mercedes, y, a partir del K59+930 a la formación Girón de edad jurásica. Estos materiales fueron reconocidos tanto por estaciones geomecánicas como por sondeos realizados a lo largo del trazado del túnel. También se afectará a materiales cuaternarios y horizontes de meteorización del sustrato, en especial en los portales.

Según los materiales muestreados en los sondeos, los materiales de la formación Capacho a intervenir con excavación en el túnel están compuestos en un 100% por lodolitas, la formación Aguardiente presenta un 87% de areniscas frente a un 13% de arcillolitas, en la formación Tibú y Mercedes los porcentajes de arcillolitas aumentan considerablemente, siendo un 58 % de arcillolitas frente a un 42% de areniscas.

Figura 5.92

Figura 5.92 Porcentajes de litologías por formación geológicas



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

La formación Girón en el espesor investigado está compuesta por material tipo suelos en un 100%, que constituye el horizonte de meteorización de la formación. Desde un punto de vista granulométrico está compuesta por arenas arcillosas rojizas. Los materiales cuaternarios corresponden con arcillas y gravas en porcentajes variables, pueden presentar gravas y bloques.

Para realizar la caracterización de estos materiales se ha considerado adecuado diferenciar niveles compuestos mayoritariamente por tramos granulares de areniscas de los compuestos mayoritariamente por fracción fina. Además, dado que el comportamiento geotécnico de las formaciones cretácicas Aguardiente y Tibú y Mercedes presentan características similares caracterizaron conjuntamente los tramos areniscosos de ambas formaciones y los arcilloliticos. Así, a continuación se presentan los siguientes grupos geotécnicos:

- Lodolitas de la formación Capacho.
- Niveles de areniscas de la formación Aguardiente + Tibú y Mercedes
- Niveles de arcillolitas de la formación Aguardiente + Tibú y Mercedes
- Nivel de meteorización de la Formación Girón
- Suelos cuaternarios

5.1.9.1.2 Metodología para el análisis de resultados

5.1.9.1.2.1 Metodología para la caracterización de suelos

La afección a suelos dentro del tramo en estudio es importante, especialmente en el portal de salida.

Para la caracterización de los suelos se analizaron los ensayos disponibles desestimando para adopción de los parámetros característicos de cada unidad geotécnica analizada aquellos que se consideron anómalos.

En los casos en los que no se contó con suficientes ensayos a modo de aproximación se consideró posible seguir la propuesta de parámetros recogida en la figura adjunta, para diferentes tipos de terreno, tomada las Recomendaciones para obras marítimas R.O.M 05 editado por el ministerio de fomento español. Figura 5.93 y Figura 5.94.

Figura 5.93 Parámetros tipo para suelos cohesivos

Tabla 2.4.3. ***Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas*** *(Continuación)*

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros (2)	Resis. al corte sin drenaje (6) (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa)	(ϕ^o)	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	40	10^{-6}
		Media	0,60	60	20	25	15	
		Blanda	0,80	20	10	20	7	
		Muy blanda	1	10	0	18	2	
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50	10^{-8}
		Media	0,50	80	20	23	20	
		Blanda	0,70	40	10	19	5	
		Muy blanda	1	20	0	15	1	

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

(1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
(2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
(3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.
(4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
(5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
(6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

Fuente (ROM.05)

Figura 5.94 Parámetros tipo para suelos granulares

*Tabla 2.4.3. **Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas***

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros (2)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento (ϕ^0)	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos granulares (1)	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	10^{-2}
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) (4)	Densa	0,20	10	40	50	10^{-3}
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) (4)	Densa	0,15	20	35	50	10^{-4}
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	
Rellenos artificiales	Banquetas de todo-uno vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	1
		Muy floja	0,70	0	35	5	

Fuente (ROM.05)

De los ensayos triaxiales en suelos consolidados y drenado (CD) o consolidados y con medidas de presión de poro (CU+U), para la obtención de los parámetros de corte c y ϕ, se realizaron ajustes mediante gráficos p-q. Estos diagramas p-q corresponden a una manera diferente de representar los resultados de una serie de ensayos triaxiales frente a la representación de todos los círculos de Mohr obtenidos en cada prueba, resultando más sencillo ajustar una recta a una serie de puntos que ajustar una recta tangente a distintos círculos. Los puntos dan los valores de p y q correspondientes a los puntos máximos de las curvas esfuerzo-deformación. La curva trazada a través de estos puntos se denomina línea Kf. Al igual que la envolvente de Mohr, esta línea Kf también es curva, pero puede sustituirse por una recta para la gama de esfuerzos que interese.

De este modo, para la obtención de cada punto p-q se debe aplicar la siguiente formulación:

$$q = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right); p = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \right)$$

Una vez obtenidos todos los puntos p-q y ajustada la recta Kf, se obtuvieron los parámetros de corte c y Φ según las expresiones siguientes:

$$\text{sen } \phi = \tan \alpha \; ; \quad c = a / \cos \phi;$$

Siendo:

α la pendiente de la línea

Kf ($q=a + p \cdot \tan \alpha$)

a la intersección de la Línea Kf con el eje q (eje y).

De los ensayos presiométricos (Ep) se pudo estimar el módulo edométrico (Em) mediante la siguiente expresión:

$$Ep=\alpha Em$$

Adoptando α los siguientes valores

Tabla 5.107 Valores α

Suelo	Arcilla	Limo	Arenas	Gravas
α	2/3	1/2	1/3	1/4

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.1.2.2 Metodología para la caracterización de rocas

5.1.9.1.2.3 Caracterización roca intacta

Los parámetros resistentes de la roca matriz se determinan a partir de los ensayos de laboratorio efectuados, utilizándose ensayos a compresión simple o uniaxial, ensayos de tracción indirecta (brasileño), y ensayos de compresión triaxial en roca. De esta manera, si se representan los resultados de estos ensayos en el plano [σ3 - σ1] se obtiene un punto para cada ensayo. Los diferentes criterios de rotura determinan una relación funcional entre estos puntos. Los dos criterios fundamentales son el de Mohr-Coulomb y el de Hoek-Brown.

El criterio de Mohr-Coulomb supone una relación lineal entre σ3 y σ1:

Siendo la □c la resistencia a compresión simple del litotipo y λ un parámetro relacionado con el ángulo de fricción según la ecuación:

$$\lambda = \frac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi} = \operatorname{tg}^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)$$

A partir de σ_c y σ3 se pueden obtener el ángulo de fricción (Φ) y la cohesión del litotipo (C) mediante la expresión:

$$\phi = 2 \cdot \operatorname{atg}\sqrt{\lambda} - 90$$

$$c = \sigma_c \frac{1-\operatorname{sen}\phi}{2\cos\phi}$$

El criterio de Hoek-Brown supone una relación no lineal entre σ1 y σ3 de la forma:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c^i \cdot (m_b \cdot \sigma 3/\sigma_c^i + s)^a$$

Donde:

- mb= mi ·e(GSI-100/24-14D)
- s = e(GSI-100/9-3D)
- a =1/2+1/6(e –GSI/15 - e -20/3)

Siendo m_i una constate del material y D un factor que depende del grado de alteración o daño ocasionado por el método de excavación (factor de disturbancia). El GSI es el índice de calidad del macizo rocoso denominado Geological Strengh Index e introducido recientemente por Hoek.

Al estudiar la roca intacta $m_b = m_i$; $s = 1$ y $a = ½$, pudiendo expresarse la relación como

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c^i \cdot (m_i . \sigma 3/\sigma_c^i + 1)^{1/2}$$

En primer lugar, cada uno de los litotipos fue caracterizado a nivel de roca intacta, asignando un valor σ_{ci} y de mi deducido de los ajustes realizados a partir de los ensayos de laboratorio.

Los valores obtenidos de m_i según el criterio de Hoek y Brown deben ajustarse de modo aproximado a los rangos establecidos por Hoek y Marinos en 2.000, los cuales se muestran en la Figura 5.95. En caso de no disponer de un ajuste adecuado por no disponer de datos, es posible tomarlos como bibliográficos.

En cuanto al módulo de deformación de la roca intacta, para su determinación es posible recurrir al denominado Módulo Relativo (MR), basado en Deere y en Palmstrom y Singh, según el cual el módulo de deformación a nivel de roca intacta se puede estimar como el producto de la resistencia a compresión simple por el Módulo Relativo.

En la

Figura 5.96 se muestran los diferentes valores del Módulo Relativo establecidos para cada litología y a partir de la cual se le ha asignado a cada litotipo un valor.

Figura 5.95 Valores de la constante m_i para rocas intactas tomadas de la bibliografía

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerate (22)	Sandstone 19 — Greywacke (18)	Siltstone 9	Claystone 4
	Non-Clastic	Organic		Chalk 7 — Coal (8-21)		
		Carbonate	Breccia (20)	Sparitic Limestone (10)	Micritic Limestone 8	
		Chemical		Gypstone 16	Anhydrite 13	
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9	Hornfels (19)	Quartzite 24	
	Slightly foliated		Migmatite (30)	Amphibolite 25 - 31	Mylonites (6)	
	Foliated*		Gneiss 33	Schists 4 - 8	Phyllites (10)	Slate 9
IGNEOUS	Light		Granite 33		Rhyolite (16)	Obsidian (19)
			Granodiorite (30)		Dacite (17)	
	Dark		Diorite (28)		Andesite 19	
			Gabbro 27	Dolerite (19)	Basalt (17)	
			Norite 22			
	Extrusive pyroclastic type		Agglomerate (20)	Breccia (18)	Tuff (15)	

* These values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if failure occurs along a weakness plane.

Fuente (Hoek y Marinos, 2.000 “Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rock masses”)

Figura 5.96 Valores del Módulo Relativo para diferentes litologías según Deere y Palmstrom y Singh

Rock type	Class	Group	Texture			
			Course	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerates 300–400 Breccias 250–350	Sandstones 200–350	Siltstones 350–400 Greywackes 350	Claystones 200–300 Shales 150–250[a] Marls 150–200
	Non-clastic	Carbonates	Crystalline limestones 400–600	Spuritic limestones 600–800	Micritic Limestones 800–1000	Dolomites 350–500
		Evaporites		Gypsum (350)[b]	Anhydrite (350)[b]	
		Organic				Chalk 1000 +
Metamorphic	Non-foliated		Marble 700–1000	Hornfels 400–700 Metasandstone 200–300	Quartzites 300–450	
	Slightly foliated		Migmatite 350–400	Amphibolites 400–500	Gneiss 300–750[a]	
	Foliated[a]			Schists 250–1100[a]	Phyllites/Mica Schist 300–800[a]	Slates 400–600[a]
Igneous	Plutonic	Light	Granite[c] 300–550 Granodiorite[c] 400–450	Diorite[c] 300–350		
		Dark	Gabbro 400–500 Norite 350–400	Dolerite 300–400		
	Hypabyssal		Porphyries (400)[b]		Diabase 300–350	Peridotite 250–300
	Volcanic	Lava		Rhyolite 300–500 Andesite 300–500	Dacite 350–450 Basalt 250–450	
		Pyroclastic	Agglomerate 400–600	Volcanic breccia (500)[b]	Tuff 200–400	

[a]Highly anisotropic rocks: the value of MR will be significantly different if normal strain and/or loading occurs parallel (high MR) or perpendicular (low MR) to a weakness plane. Uniaxial test loading direction should be equivalent to field application.
[b]No data available, estimated on the basis of geological logic.
[c]Pyroclastics coarser grained or altered (high MR); fine grained (low MR).

Fuente (Deere y Palmstrom y Singh)

5.1.9.1.2.4 Caracterización macizo rocoso

Una vez determinadas las propiedades de cada litotipo, a nivel de la roca intacta, es preciso estimar sus propiedades a nivel del macizo rocoso. Para ello a cada unidad se le ha asociado un Rock Mass Ratio (RMR), aplicando la clasificación de Bieniawski.

Los macizos rocosos, como medios discontinuos, presentan un comportamiento geomecánico complejo que, de forma simplificada, puede ser estudiado y categorizado en función de su aptitud para distintas aplicaciones. Con este objetivo surgieron las clasificaciones geomecánicas que aportan mediante la observación directa de las características de la matriz y del macizo rocoso en su conjunto, índices de calidad relacionados con los parámetros geomecánicos, tales como.

- Resistencia de la matriz
- Índice RQD
- Espaciado de las discontinuidades
- Orientación de las discontinuidades
- Condiciones de las discontinuidades

- Estructura geológica y fallas
- Filtraciones y presencia de agua
- Estado tensional

Una de las clasificaciones geomecánicas más utilizadas en la actualidad es el RMR de Bieniawski; el cual se emplea tanto para la caracterización de los macizos rocosos y sus propiedades como para su aplicación en túneles y taludes.

Para la caracterización de los macizos rocosos que se verán afectados por la infraestructura proyectada se realizaron estaciones geomecánicas y sondeos de reconocimiento ejecutados a lo largo del trazado del túnel. En cada una de ellas se estimaron las siguientes Clasificaciones de Geomecánicas de uso común para la caracterización de macizos rocosos tanto en túneles como en taludes:

- Índice Rock Mass Rating. RMR de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial).

Esta clasificación fue desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en los años 1979 y 1989. Constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo y de excavación y sostenimiento en túneles. El índice RMR (Rock Mass Ratio) varía desde los 0 a los 100 puntos, siendo 0 el valor mínimo de un suelo y 100 el de una roca sin meteorizar, sin apenas discontinuidades y en estado seco. Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa, pudiéndose emplear también la resistencia obtenida en el ensayo PLT (Point Load Test). Este parámetro equivale al subíndice RMR-1 y tiene valores desde 0 a 15 puntos.
- Grado de fracturación en términos de RQD. Este parámetro equivale al subíndice RMR-2 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Espaciado de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR-3 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Juntas por metro. Este parámetro unifica los subíndices RMR2 y RMR3 y equivale al parámetro de frecuencia de discontinuidades□□ (RMR2+RMR3), pudiendo alcanzar valores de 0 a 34 puntos.
- Condiciones de las discontinuidades, incluyendo persistencia o continuidad, abertura, rugosidad, relleno y alteración de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR4, pudiendo alcanzar valores de 0 a 30 puntos.
- Condiciones hidrogeológicas a definir bien mediante estimación del caudal que sale del macizo rocoso, presión de agua o estado general. Este parámetro equivale al subíndice RMR5 y puede alcanzar valores de 0 a 15 puntos.

La suma de estos 5 subíndice (RMR1+RMR2+RMR3+RMR4+RMR5) constituyen el valor del RMR básico (RMRb) o sin corregir, ya que no se tiene hasta ahora en cuenta la orientación de las discontinuidades respecto a la actuación prevista, túneles, desmontes o cimentaciones.

De este modo, para la obtención del índice RMR corregido se debe aplicar una reducción del índice RMR básico según la incidencia de la orientación de las familias más importantes de discontinuidades existentes en el macizo, para lo cual será imprescindible conocer la orientación longitudinal del túnel, talud, o cimentación.

A continuación, en la Tabla 5.108 se presenta la clasificación geomecánica RMR de Bieniawski de 1989, incluyéndose los valores de corrección para la obtención del RMR corregido. Finalmente, en el mismo cuadro se incluye las distintas calidades del macizo rocoso en función del índice RMR obtenido.

Tabla 5.108 Clasificación del índice RMR de Bieniawski, 1989

RMR (1) RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE LA ROCA INTACTA																
VALOR (kg/cm²)	>2.500		1.000-2.500		500-1.000		250-500		50-250		10-50		<10			
VALORACIÓN	15		12		7		4		2		1		0			
RMR (2) RQD																
índice R.Q.D.	90-100%			75-90%			50-75%			25-50%			< 25%			
VALORACIÓN	20			17			13			6			3			
RMR (3) SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																
Espaciado de diaclasas	>2000 mm			600-2000 mm			200-600 mm			60-200 mm			<60 mm			
VALORACIÓN	20			15			10			8			5			
RMR (2+3) RQD Y SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																
JUNTAS POR METRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VALORACIÓN	40	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	16	17
JUNTAS POR METRO	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VALORACIÓN	17	16	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	
JUNTAS POR METRO	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
VALORACIÓN	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	4	
RMR (4) ESTADO DE LAS DIACLASAS																
PERSISTENCIA	<1 m		1-3 m		3-10 m		10-20 m		20 m							
	6		4		2		1		0							
APERTURA	0		<0,1 mm		0,1-1 mm		1-5 mm		>5 mm							
	6		5		4		1		0							
RUGOSIDAD	Muy rugosa		Rugosa		Liger. rugosa		Lisa		Espejo falla							
	6		5		3		2		0							
RELLENO	NO HAY		DURO CON ESPESOR <5mm		DURO CON ESPESOR >5mm		BLANDO CON ESPESOR <5mm		BLANDO CON ESPESOR >5mm							
	6		5		3		2		0							
GRADO DE METEORIZACIÓN	NO AFECTADO		LIGERO		MODERADO		ALTO		DESCOMPUESTO							
	6		5		3		1		0							
RMR (5) EFECTO DEL AGUA																
ESTADO	SECO		LIG. HÚMEDO		HÚMEDO		GOTEANDO		AGUA FLUYENDO							
VALORACIÓN	15		10		7		4		0							

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Tabla 5.109 Corrección del índice RMR de Bieniawski, 1989 en función de la orientación

DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				**DIRECCIÓN PARALELA AL EJE DEL TÚNEL**		**Cualquier Dirección**
Excavación hacia buzamiento		**Excavación contra buzamiento**				
Buzam. 45-90	Buzam.20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 0-20
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Desfavorable
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

En función del RMR obtenido, los macizos rocosos se clasifican en las cinco categorías siguientes:

- Roca Muy Buena (RMR entre 81 y 100).
- Roca Buena (RMR entre 61 y 80).

- Roca Media (RMR entre 41 y 60).
- Roca Mala (RMR entre 21 y 40).
- Roca Muy Mala (RMR menor que 20).
- Índice de Resistencia Geológica GSI (Índice Geological Strength Index de Hoek, 1994)

El Índice de Resistencia Geológica, traducción de Geological Strength Index (GSI), fue desarrollado por Hoek et al. (1995). A diferencia del RMR, es un índice que se obtiene de forma simplificada y visual a partir de dos parámetros: la estructura de la matriz rocosa y el estado superficial de la misma.

La estructura de la matriz rocosa es función del grado de fracturación (o discontinuidades). Para ello, se definen cinco categorías en función del grado de trabazón de los bloques de la roca. El estado superficial de la matriz rocosa, es relación de la resistencia de la roca sana y las características de las discontinuidades en cuanto a resistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración; definiéndose cinco subcategorías en función de la calidad de la superficie.

El GSI, presenta una puntuación final comprendida dentro del intervalo 0-100. Con idéntica ponderación entre los distintos parámetros que lo componen. La Tabla 5.110, muestra, de forma esquemática, la idea expresada en el presente párrafo

Tabla 5.110 Influencia de la parametrización en el GSI

Parámetro	GSI
Resistencia a compresión simple	0
RQD y espaciado de las discontinuidades	50
Condición de las discontinuidades	50
Presencia de agua subterránea	0

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Tal y como se extrae de los párrafos anteriores, el GSI introduce un mayor empirismo en una clasificación de por si empírica, opinión compartida por diversos autores. Sin embargo, es el punto de unión entre la descripción visual realizada en los trabajos de campo y el modelo constitutivo de rotura no lineal desarrollado por sus mismos autores e implementado en una gran gama de software empleados en el diseño de obras de ingeniería.

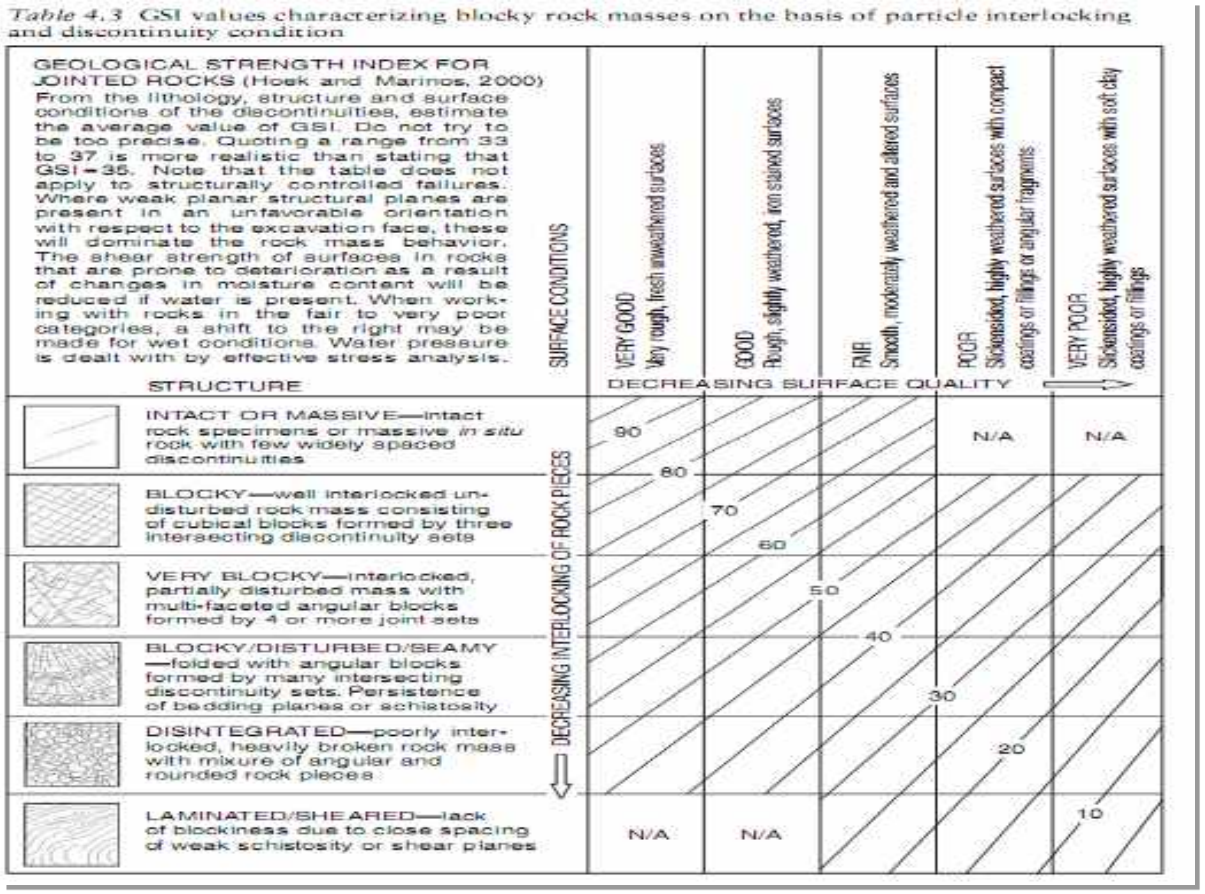
La evaluación del GSI se hace por comparación del caso que interesa con las condiciones típicas, y el mismo puede variar de 0 a 100, lo que permite definir 5 clases de macizos rocosos en analogía al índice RMR:

- Macizos de calidad MUY MALA (Clase V, GSI 0-20).
- Macizos de calidad MALA (Clase IV, GSI 21-40).
- Macizos de calidad REGULAR (Clase III, GSI 41-60).
- Macizos de calidad BUENA (Clase II, GSI 61-80).
- Macizos de calidad MUY BUENA (Clase I, GSI 81-100).

Para su determinación se pueden usar los ábacos que se muestran en la

Figura 5.97 para rocas fracturadas.

Figura 5.97 Ábaco para estimación del índice GSI en rocas fracturadas



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Respecto al uso del índice GSI para caracterizar geotécnicamente el macizo rocoso, es conveniente indicar lo siguiente:

- No es aplicable en aquellos casos en que el comportamiento del macizo rocoso presenta un claro control estructural. De hecho, cuando el macizo presenta sólo dos sets de estructuras el criterio de Hoek-Brown (para el cual fue desarrollado el GSI) debe aplicarse con sumo cuidado.
- No considera la resistencia en compresión uniaxial de la roca intacta, ya que al evaluar la resistencia del macizo se incluyen los parámetros que definen el criterio de Hoek-Brown.
- No considera el espaciamiento entre estructuras, ya que éste está implícitamente incluido al evaluar los bloques del macizo rocoso (a mayor espaciamiento el macizo es más masivo y a menor espaciamiento presenta bloques más pequeños).

El índice GSI debe definirse en un rango y no como un valor específico. En la práctica es usual definir un rango de unos 10 puntos.

Por otro lado, también se puede obtener a partir del índice RMR el ya mencionado valor de GSI a partir de la formulación:

GSI=RMRseco-5

Donde RMR corresponde al índice RMR obtenido a partir de la clasificación de Bieniawski de 1989, y seco se refiere a que se le suman los 15 puntos correspondientes al factor del agua (RMR5).

A partir del valor de GSI también existen múltiples estimaciones del módulo del macizo (Em) a partir de formulaciones empíricas, tales como la expresión de Diederichs, que considera GSI según la siguiente expresión

$$E_{rm}(\text{MPa}) = 100,000\left(\frac{1 - D/2}{1 + e^{((75+25D-\text{GSI})/11)}}\right).$$

Donde:

D = factor de disturbancia

Otras expresiones como la de Serafín y Pereira modificada por Hoek (2002), expresan el módulo como:

$$\text{Em (GPa)} = (1\text{-}D/2)\cdot(\sigma_c^i/100)^{1/2}\cdot 10^{(\text{RMR-}10/40)}$$

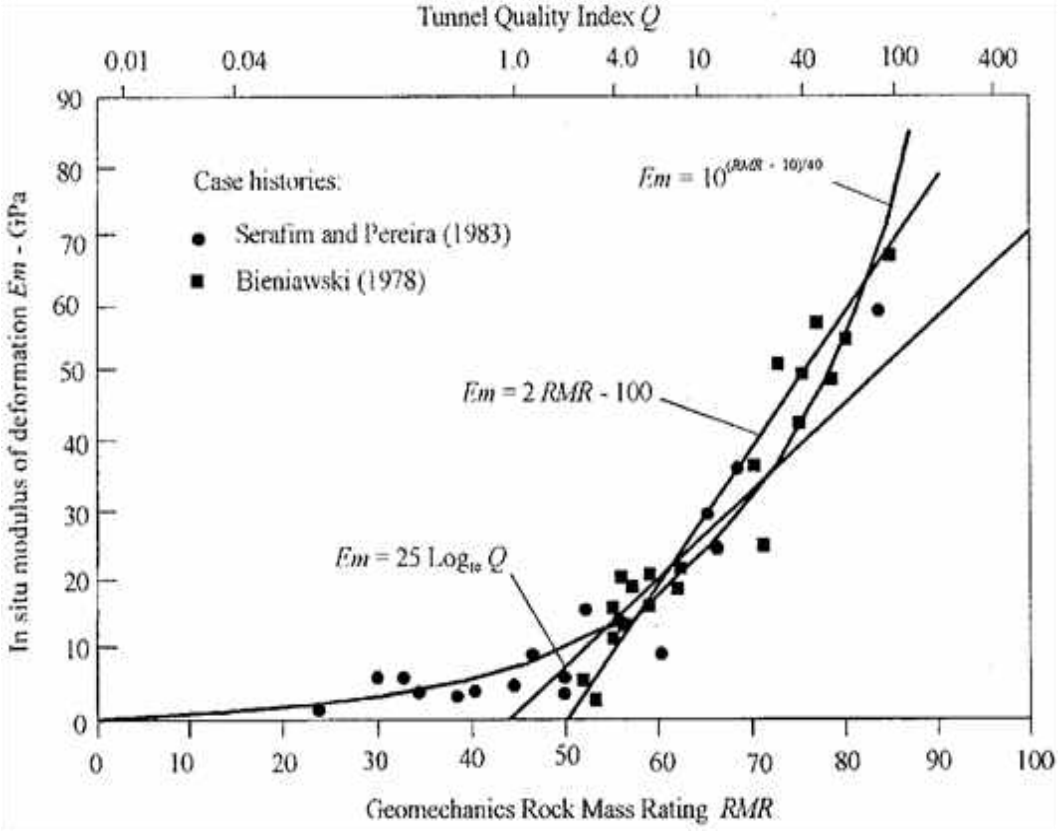
Por su parte, Bieniawski (2005) permite estimar el módulo a partir del de la roca intacta y del RMR. Éste expresa el módulo como:

$$\text{Em} = E^i \cdot e^{(\text{RMR-}10)/36}$$

A partir del índice RMR también puede estimarse a partir de expresiones empíricamente el módulo elástico in situ del macizo (ver

Figura 5.98).

Figura 5.98 Correlaciones empíricas entre el índice RMR y Q y el módulo de deformación in situ Em.



- Em (GPa)=2·RMR-100 para RMR>50
- Em (GPa)= 10(RMR89-15) /40 para RMR<50 Serafín y Pereira (1983) y Bieniawski (1978)
- Em = [(RCS)1/2/10]·10(RMR89-15) /40 Hoek y Brown (1997), donde RCS= Resistencia a Compresión Simple
- Em (GPa)=0,3·H·α·10(RMR-20) /38 Verman (1993), donde H = profundidad y α=0.16-0.3 (disminuye con la resistencia de la roca).
- Em = Ei/100·(0.0028·RMR2+0.9·exp·(RMR/22.82)), Ei=50 GPa, Nicholson & Bieniawski
- Em = Ei·(0.5·(1-cos(πRMR/100))), Ei = 50 GPa, Mitri et al.
- Em = 0.1·(RMR/10)3, Read et al.

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.1.3 Sectorización geotécnica del túnel

En el presente acápite se presenta sectorización del túnel de acuerdo con la clasificación geomecánica por tramos homogéneos.

Dicha clasificación se ha realizado a partir de los levantamientos geomecánicos realizados en las estaciones geomecánicas y perforaciones ejecutadas, habiendo realizado un

levantamiento estadístico de los datos obtenidos y que han servido para obtener la calidad geomecánica de cada tramo.

También se ha considerado el levantamiento estadístico de las orientaciones de las discontinuidades obtenidas en las estaciones geomecánicas y que han permitido, mediante el análisis estereográfico de las mismas, la definición de tres dominios estructurales. En la clasificación geomecánicas por tramos se ha considerado la clasificación geomecánica, Índice Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial).

Se ha establecido el RMR básico para cada tramo, habiendo corregido posteriormente el mismo según la orientación de la discontinuidad principal, considerándose esta como la estratificación al ser la discontinuidad más penetrativa y que pueden tener una mayor incidencia durante la excavación del túnel.

La corrección del RMR realizada se ha elaborado de acuerdo con los criterios establecidos por Bieniawski los cuales se muestran en la Tabla 5.109 y la Tabla 5.111.

Tabla 5.111 Corrección por orientación de las discontinuidades

Dirección y buzamiento		Muy Favorable	Favorable	Medio	Desfavorable	Muy Desfavorable
Puntuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentac.	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

En el Túnel de Pamplona, se aplica una corrección de -5 puntos hasta la progresiva K58+890, dado que la dirección de la estratificación es paralela al túnel con buzamientos entre 20-45º orientación media; y de -10 en el resto del trazado del túnel, donde la dirección de la estratificación es contraria al sentido de excavación con buzamientos entre 20-45º, orientación desfavorable. Tabla 5.112.

Tabla 5.112 Sectorización del Túnel

Parámetro	Sector																					
Pk	58730	58850	58860	58900	58910	58930	58965	58976	59031	59047	59070	59120	59149	59211	59223	59240	59290	59301	59319	59333	59353	59360
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm Aguardiente (Kia). Areniscas						Fm Aguardiente (Kia). Arcillolitas	Fm Aguardiente (Kia). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas					Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras
Longitud	120	10	40	10	20	35	11	55	16	23	50	29	62	12	17	50	11	18	14	20	7	30
Montera	56	56	54	60	174						198	218				224	228					230
Dominio estructural	Dominio 1 (E:252/30)		Dominio 2 (E:343/37)		Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)																	
RMR Básico	<30 (100%)		60-50 (12%), 50-40 (21%), 40-30 (44%), <30 (23%)	<30 (100 %)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (34%), 40-30 (21%)						60-50 (21%), 50-40 (20%), 40-30 (38%), <30(21)	80-60(14%),70-60 (23%), 60-50 (22%),50-40 (34%), 40-30 (7%)				60-50 (36%), 50-40 (54%), 40-30 (10%)	70-60 (20%), 60-50 (54%), 50-40 (21%),40-30(5%)					60-50 (45%), 50-40 (55%)
Corrección RMR	-5				-10 (excavación en sentido avance progresivas)											-10 (excavación en sentido avance progresivas)						
RMR Corregido	<30 (100%)		60-50 (8%), 50-40 (25%), 40-30 (41%), <30 (26%)	<30 (100 %)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)						50-40 (21%), 40-30 (19%), <30(60)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				50-40 (22%), 40-30 (35%), <30(43%)	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)					50-40 (22%), 40-30 (29%), <30(49%)
Densidad aparente (KN/m^3)	25				26						24,4	26				24,4	26					24,4
Resistencia a compresión simple (MPa)	7				70						10	70				10	70					10
σ_{cm} (MPa)	0,414	0,414	0.414-0.917	0,414	7.664-19.275						0.848-1.76	9.937-24.93				0.848-1.76	9.937-19.275					1.111-1.76
E_m (MPa)	131,68	131,68	131.68-898.22	131,68	1197.11-12634.39						793.09-5409.72	2268.14-16327				793.09-5409.72	2268.14-12634.39					1502.64-5409.72
σ_{cm}/P_0	0,296	0,296	0.307-0.679	0,276	1.694-4.261						0.176-0.364	1.753-4.398				0.155-0.322	1.676-3.252					0.198-0.314

Párametro	Sector																				
Pk	59390	59400	59420	59436	59460	59470	59500	59518	59528	59550	59560	59630	59640	59660	59700	59715	59733	59753	59776	59920	59935	59960-60120
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas					Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas, calizas y conglomerados					Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas muy alteradas	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas/ Zona de fractura		Fm Giron (Jg). Arena rojiza (GM IV)
Longitud	10	20	16	24	10	30	18	10	22	10	70	10	20	40	15	18	20	23	144	15	25	160
Montera	230					218	224				222	210	206	200					160	70		70
Dominio estructural	Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)																					
RMR Básico	70-60 (20%), 60-50 (54%), 50-40 (21%),40-30(5%)					60-50 (50%), 50-40 (40%), 40-30(10%)	70-60 (15%), 60-50 (50%), 50-40 (15%),40-30(20%)				60-50(35%), 50-40(45%), 40-30 (20%)	<30 (100 %)	40-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (25%),40-30 (68%)					<30 (100%)	60-50 (50%), 50-40 (10%), 40-30 (20%), <30(20%)		<30(100 %)
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivas)																					
RMR Corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)					50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	60-50 (10%), 50-40 (50%), 40-30 (10%), <30(30%)				50-40 (28%), 40-30 (27%), <30(45%)	<30 (100 %)	<30 (100%)	50-40 (15%), 40-30 (20%), <30(65%)					<30 (100%)	50-40 (30%), 40-30 (25%), <30(45%)		<30(100 %)
Densidad aparente (KN/m3)	26					24,4	26				24,4	26	24,4	26					24,4	26		19,4
Resistencia a compresión simple (MPa)	70					10	70				10	70	10	70					10	70		
σcm (MPa)	9.937-19.275					0.848-1.76	7.664-19.275				0.848-1.76	7,664	0.848-1.111	7.664-15.398					0,848	7.664-15.398		
Em (MPa)	2268.14-12634.39					793.09-5409.72	1197.11-12634.39				793.09-5409.72	1197,11	793.09-1502.64	1197.11-8165.61					793,09	1197.11-8165.61		
σcm/P0	1.662-3.223					0.159-0.331	1.316-3.31				0.157-0.325	1,404	0.169-0.221	1.474-2.961					0,217	4.211-8.46		

Párametro	Sector																				
Pk	50	165	175	205	215	235	266	296	306	335	360	405	424	457	511	540	590	618	639	660
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm Aguardiente (Kia). Areniscas						Fm Aguardiente (Kia). Arcillolitas	Fm Aguardiente (Kia). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas			Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras
Longitud	115	10	30	10	20	31	30	10	29	25	45	19	33	54	29	50	28	21	21	40
Montera	64	64	68	74	180						204	230				232	234			234
Dominio estructural	Dominio 1 (E:252/30)		Dominio 2 (E:343/37)								Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)									
RMR Básico	<30 (100%)		60-50 (12%), 50-40 (21%), 40-30 (44%), <30 (23%)	<30 (100%)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (34%), 40-30 (21%)						60-50 (15%), 50-40 (18%), 40-30 (22%),>30(45%)	80-60(14%),70-60 (23%), 60-50 (22%),50-40 (34%), 40-30 (7%)				60-50 (35%), 50-40 (40%), 40-30 (25%)	70-60 (20%), 60-50 (60%), 50-40 (20%)			60-50 (45%), 50-40 (55%)
Corrección RMR	-5				-10 (excavación en sentido avance progresivas)											-10 (excavación en sentido avance progresivas)				
RMR Corregido	<30 (100%)		60-50 (8%), 50-40 (25%), 40-30 (41%), <30 (26%)	<30 (100%)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)						50-40 (21%), 40-30 (19%), >30(60)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				50-40 (22%), 40-30 (35%), <30(43%)	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)			50-40 (22%), 40-30 (29%), <30(49%)
Densidad aparente (KN/m^3)	25				26						24,4	26				24,4	26			24,4
Resistencia a Compressio n simple (MPa)	7				70						10	70				10	70			10
σ_{cm} (MPa)	0,414	0,414	0,414	0,414	7.664-19.275						0.848-1.76	9.937-24.93				0.848-1.76	9.937-19.275			1.111-1.76
E_m (MPa)	131,68	131,68	131,68	131,68	1197.11-12634.39						793.09-5409.72	2268.14-16327				793.09-5409.72	2268.14-12634.39			1502.64-5409.72
σ_{cm}/P_0	0,259	0,259	0,244	0,224	1.638-4.119						0.17-0.354	1.662-4.169				0.15-0.311	1.633-3.168			0.195-0.308

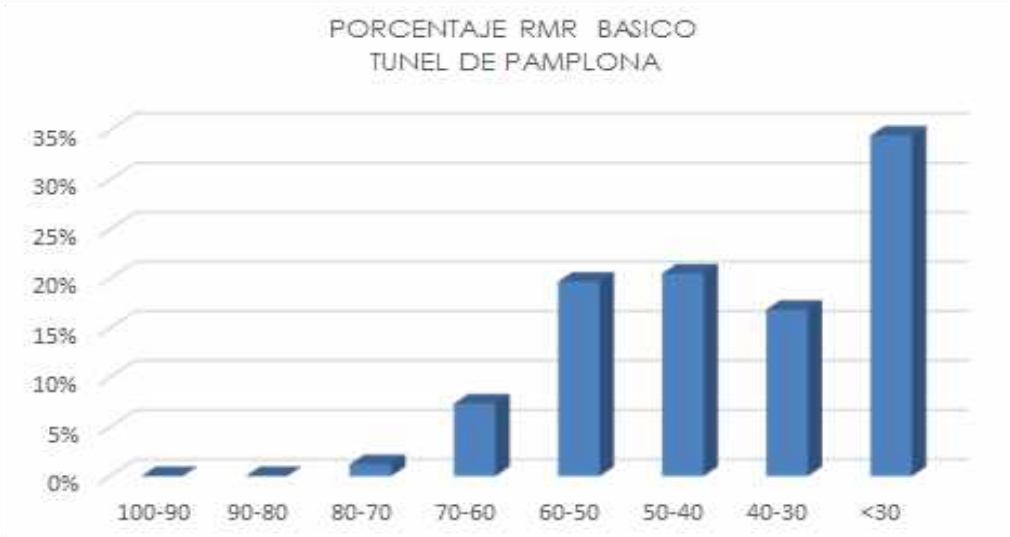
Párametro	Sector							
Pk	700	721	745	760	815	850	860	940
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas			Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas	Zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas, calizas y conglomerados
Longitud	21	24	15	55	35	10	80	26
Montera	234			228	226	222	220	210
Dominio estructural	Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)							
RMR Básico	70-60 (20%), 60-50 (60%), 50-40 (20%)			60-50 (50%), 50-40 (50%)	60-50 (10%), 50-40 (50%), 40-30 (10%), <30(30%)	<30 (100%)	40-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (25%),40-30 (68%)
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivas)							
RMR Corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)			50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	50-40 (40%), 40-30 (60%)	<30 (100%)	<30 (100%)	50-40 (15%), 40-30 (20%), <30(65%)
Densidad aparente (KN/m^3)	26			24,4	26	26	24,4	26
Resistencia a compresión simple (MPa)	70			10	70	70	10	70
σ_{cm} (MPa)	9.937-19.275			1.111-1.76	7.664-15.398	7,664	0.848-1.111	7.664-12.429
E_m (MPa)	2268.14-12634.39			1502.64-5409.72	1197.11-8165.61	1197,11	793.09-1502.64	1197.11-4473
σ_{cm}/P_0	1.633-3.168			0.2-0.316	1.304-2.62	1,328	0.158-0.207	1.404-2.276

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

El perfil geológico de dicho túnel se puede observar en las Figura 5.14 a la Figura 5.16 del ítem de Geología, y la sectorización detallada en el **Anexo A "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018.**

A lo largo de túnel los porcentajes de RMR básico obtenidos se pueden observar en la Figura 5.99 presentada a continuación:

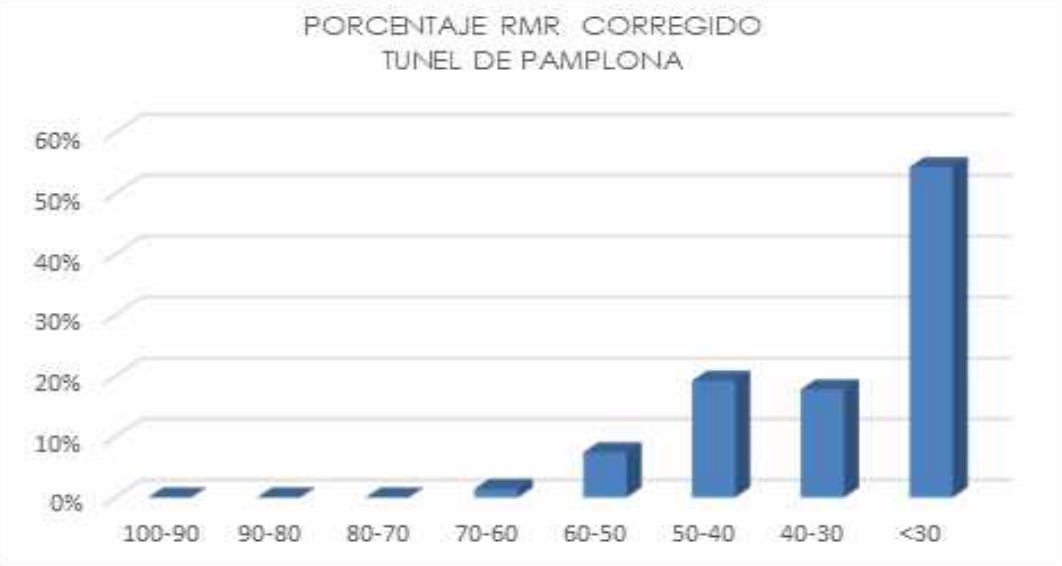
Figura 5.99 Porcentaje RMR básico a lo largo del túnel de Pamplona



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Los porcentajes de RMR Corregido se presentan en la Figura 5.100.

Figura 5.100 Porcentaje RMR corregido a lo largo del tunel de Pamplona



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.2 Geotecnia para Unidad Funcional 1

Para la Unidad Funcional 1, la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción y operación de la vía, para lo cual en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999)[11]

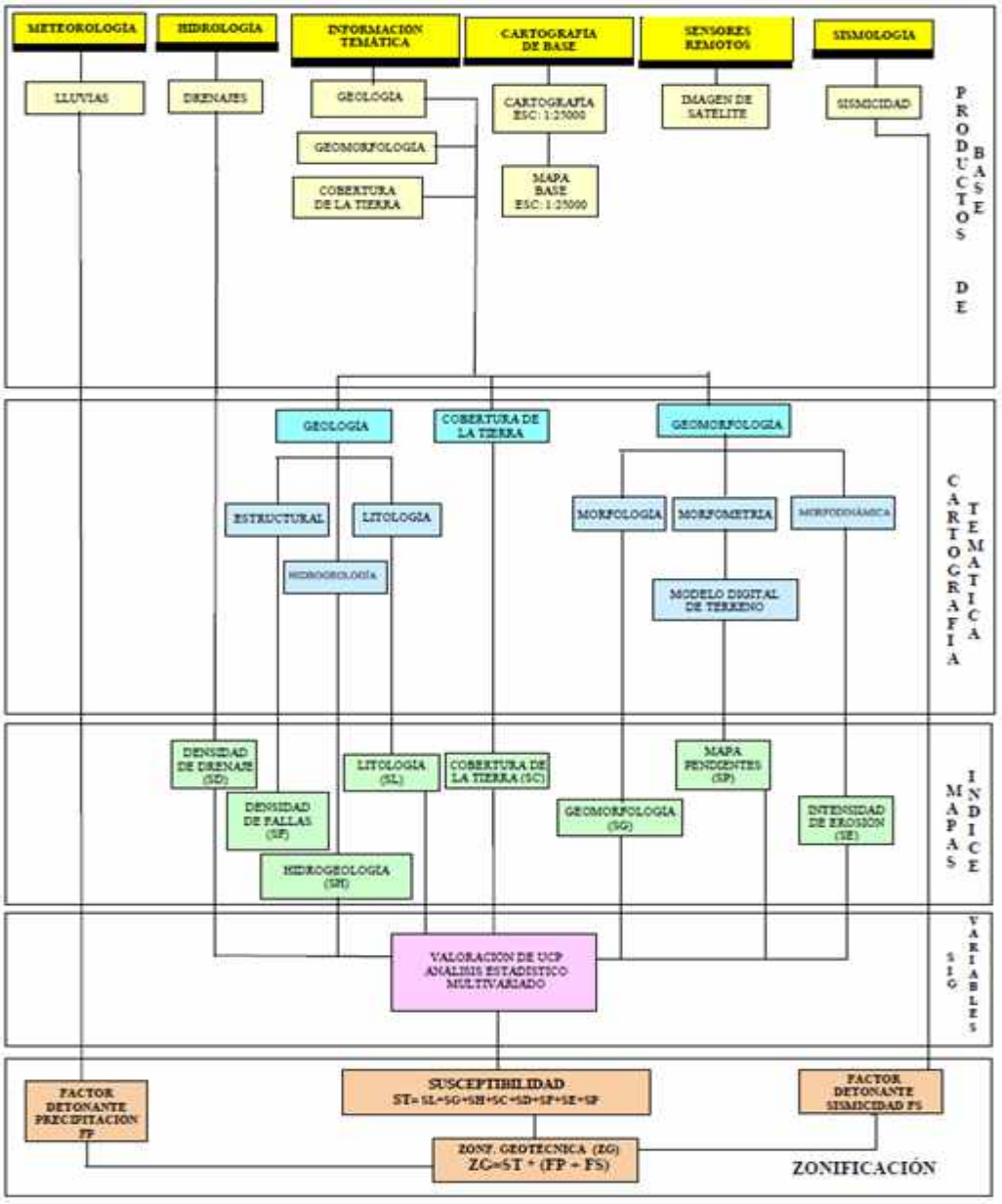
[11] Estudio Geoambiental y Zonificación de Amenazas por Erosión y Remoción en Masa en la Cuenca del Río Teusacá. Sabana de Bogotá. Colombia. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería. Sociedad Colombiana de Ingenieros, Santa Fe de Bogotá, D.C., Noviembre de 1999.

Figura 5.101.

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).
- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluyendo curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.
- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
- Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
- Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semicuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.
- Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

Figura 5.101 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad.

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semicuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 5.113.

Tabla 5.113 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3 Modelación de Variables

Una vez establecidos semicuantitativamente los diferentes valores de susceptibilidad para cada UCP en cada una de las ocho variables que se incorporaron al análisis, se obtuvieron los mapas de susceptibilidad temática. Este proceso se realizó en un formato raster en el cual cada UCP está conformada por un conjunto de pixeles de igual valor.

Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se remplazó en un SIG (ArcGis10), por el valor asignado en las tablas de susceptibilidad, de tal forma que las imágenes mapas de susceptibilidad temática resultantes representan un rango de valores entre 1 y 5. A continuación se presentan los valores de susceptibilidad para cada una de las variables.

5.1.9.3.1 Litología (SL)

Es uno de los principales factores a considerar en la determinación de la estabilidad, debido a que la génesis, composición y estructura de las rocas, incide en la susceptibilidad del terreno a la meteorización y desarrollo de procesos erosivos y/o procesos de remoción en masa.

En la Tabla 5.114 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia, su descripción, peso y justificación.

Tabla 5.114 Valores de susceptibilidad por litología

Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qant	Depósito antrópico	5	Ksl	Formación La Luna	3
CA	Cauce activo	5	Kic	Formación Capacho	3
Qc	Depósito coluvial	5	Kitm	Formación Tibú y Mercedes	2
Qca	Depósito coluvioaluvial	5	Jg	Formación Girón	2
Qal	Depósito aluvial	4	Kia	Formación Aguardiente	1
Qt	Depósito de terraza	4	PDo	Ortoneis	1
Qft	Depósitos fluviotorrenciales	4	Tpb	Formación Barco	1
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3			

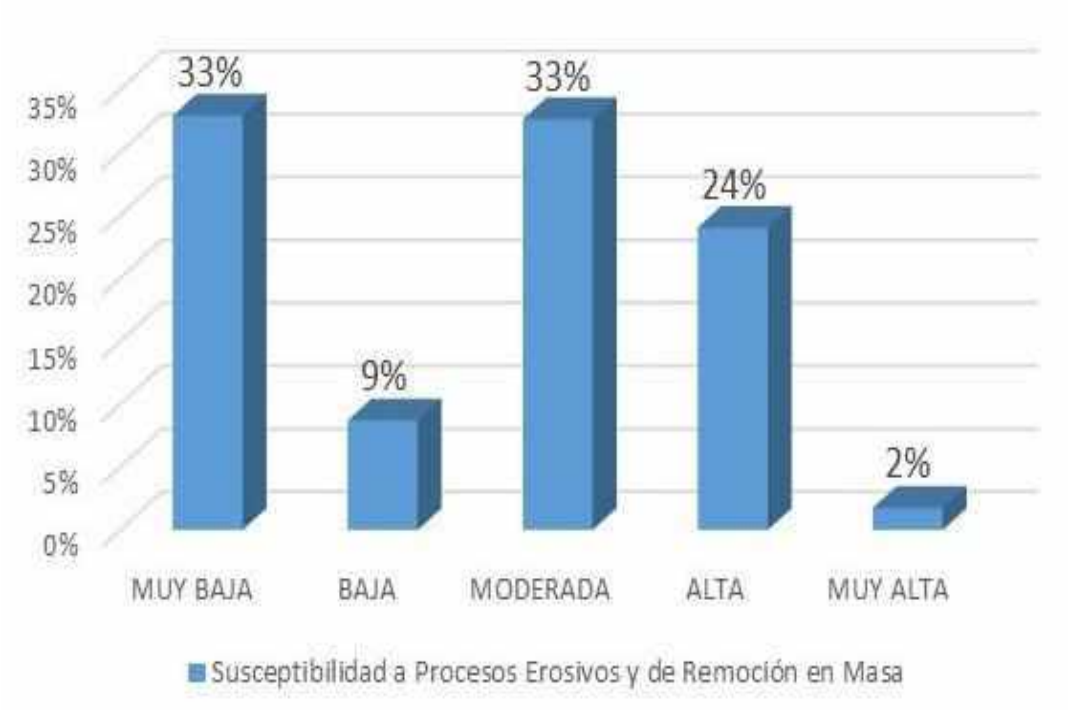
Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.102 se grafican los resultados porcentuales de la sectorización del área de influencia según los pesos establecidos para las litologías presentes.

El 33% del área se determina como de muy baja susceptibilidad a procesos de erosión y remoción en masa, correspondiendo a las formaciones geológicas Aguardiente (Kia), y Girón (Jg); un 9% del área, con litología de la formación Tibú Mercedes (Kitm), presenta susceptibilidad baja; un 33%, conformado por materiales de las formaciones La Luna (Ksl), Colón y Mito Juan (Kscm), Capacho (Kic), Barco (Tpb), y de depósitos de terraza (Qt),

presenta susceptibilidad moderada; un 24% del área de influencia presenta susceptibilidad alta en relación con la litología, correspondiente a depósitos antrópicos (Qant), depósitos coluviales (Qc), depósitos coluvioaluviales (Qca) y depósitos fluviotorrenciales (Qft); el 2% del área de influencia restante presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción en masa, correspondiente a depósitos aluviales (Qal).

Figura 5.102 Susceptibilidad por litología

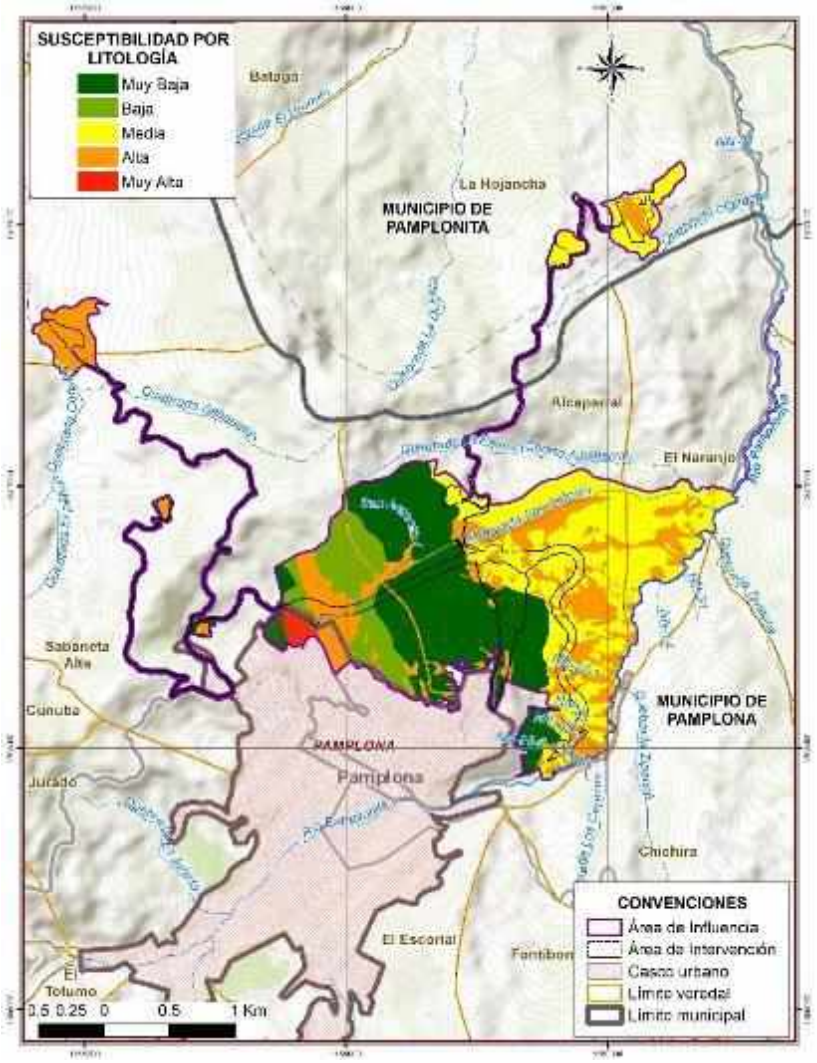


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.103 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por litología.

Figura 5.103 Mapa de susceptibilidad por litología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.2 Geomorfología (SG)

La calificación de susceptibilidad para las diferentes unidades geomorfológicas, se infiere sobre la base de dos factores que favorecen la remoción, los cuales corresponden a la topografía, entendida como la pendiente del terreno y los aspectos edáficos, representados por los procesos erosivos de los suelos, que se presentan de forma generalizada o focalizada.

La remoción en masa incluye de forma integral un conjunto de factores adicionales que favorecen su generación, los cuales están relacionados con la naturaleza de los materiales, clima y vegetación; éstos no son tenidos en cuenta para esta calificación de susceptibilidad desde esta perspectiva, pero implícitamente son evaluados desde otras temáticas que entran en concurso para la zonificación.

Teniendo en cuenta lo anterior y sobre la base de los dos factores caracterizados en las unidades geomorfológicas (pendiente del terreno y erosión), se estableció la susceptibilidad del área de influencia frente a los procesos de remoción en masa.

Las unidades geomorfológicas calificadas de mayor susceptibilidad a movimientos en masa corresponden a cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), cono de talus (SDct), cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (SDdtr), y de cauce aluvial (Fca); considerados de muy alta susceptibilidad. En segundo lugar, considerados de susceptibilidad alta se encuentran las geoformas de flancos de canteras (Afc), por la conformación de taludes de corte. En tercer lugar, con carácter de susceptibilidad moderada se encuentran las geoformas de espolón moderado (SDefesmc, SDefesmm y SDefesml), los conos de deyección (Fcdy), las superficies de explanación (Asp), las terrazas de acumulación (Fta) y las laderas de contrapendiente (Slcp). Las áreas con geoformas de ladera campos y llenos antrópicos (Ar), altiplano (Sda), lomo denudado bajo de longitud larga, y de ladera estructural, presentan susceptibilidad baja. Finalmente, con susceptibilidad baja asociada a la alta estabilidad del terreno debida a su suave pendiente se encuentran las geoformas de glacis de acumulación (SDga) y de terraza o berma de fallamiento.

En la Tabla 5.115 se presenta la calificación de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, de acuerdo con las unidades geomorfológicas en el área de influencia.

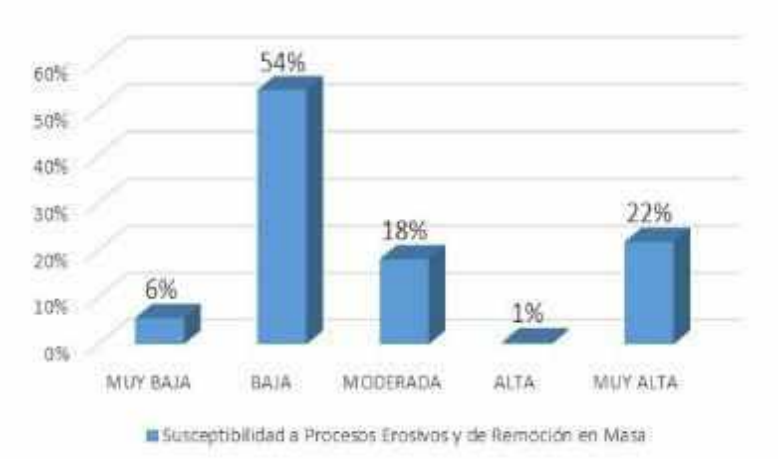
Tabla 5.115 Valores de susceptibilidad por geomorfología

SIMBOLO	Unidad Geomorfológica	Peso
SDco	Cono o Lóbulo coluvial y de solifluxión	5
SDct	Cono de Talus	5
SDdrt	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	5
SDdtr	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	5
Fca	Cauce aluvial	5
Afc	Flancos de Canteras	4
SDefesmc	Espolón festoneado moderado de longitud corta	3
SDefesml	Espolón festoneado moderado de longitud larga	3
SDefesmm	Espolón festoneado moderado de longitud media	3
Fcdy	Cono de deyección	3
Asp	Superficies de explanación	3
Fta	Terraza de Acumulación	3
Slcp	Ladera de Contrapendiente	3
Ar	Campos y llenos antrópicos	2
Sda	Altiplano	2
SDldebl	Lomo Denudado bajo de longitud larga	2
SDle	Ladera estructural	2
SDlo	Ladera Ondulada	2
SDga	Glacis de Acumulación	1
SDbf	Terraza o berma de fallamiento	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 5.104 muestra que por la variable de Geomorfología el 22% del área de influencia se localiza en terrenos de muy alta susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa; el 18% de la zona se encuentra en terrenos de moderada susceptibilidad a dichos procesos; el 54% del área presenta susceptibilidad baja, y el 6% susceptibilidad muy baja.

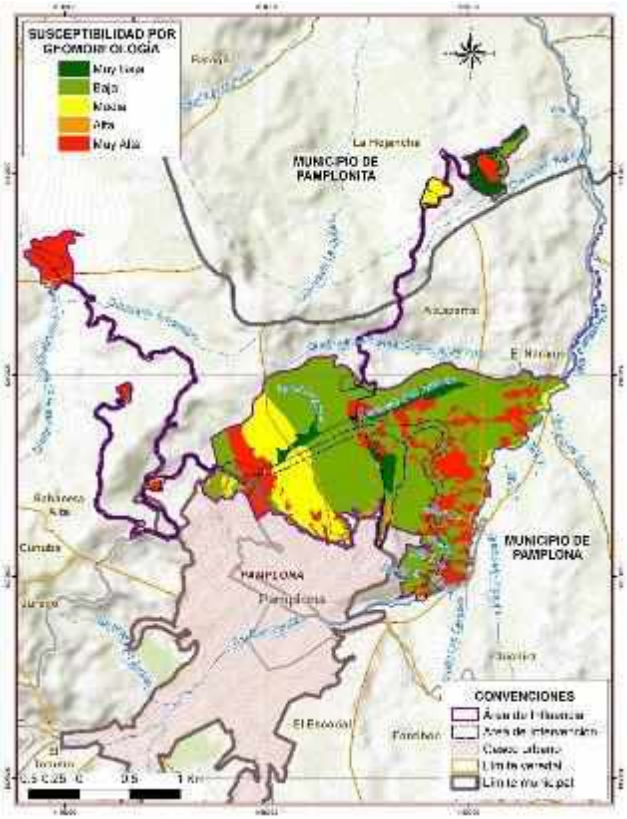
Figura 5.104 Susceptibilidad por Geomorfologia



Fuente: AECOM – ConCol, 2018

En la Figura 5.105 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por geomorfología.

Figura 5.105 Mapa de susceptibilidad por geomorfología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.3 Hidrogeología (SH)

Las diferentes formaciones geológicas se consideran a nivel de este estudio como complejo hidrogeológico independiente; luego, cada uno de estos complejos se agrupa de acuerdo con su comportamiento hidrogeológico más probable frente a las actividades que se deriven de la construcción y operación de la vía.

Los valores de susceptibilidad por hidrogeología tienen en cuenta además del tipo de porosidad de las formaciones (primaria o secundaria), su grado de consolidación, su resistencia a la degradación por presencia de agua y su permeabilidad. En la Tabla 5.116 se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.

Tabla 5.116 Valores de susceptibilidad por hidrogeología

Símbolo	(UCP)	Peso
Qal	Depósito aluvial	5
Qc	Depósito coluvial	4
Qca	Depósito coluvioaluvial	4
Qft	Depósito fluviotorrencial	4
Qt	Depósito de terraza	4
Qant	Depósito antrópico	3
Kic	Formación Capacho	3
Kitm	Formación Tibú y Mercedes	3
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3
Ksl	Formación La Luna	3
Tpb	Formación Barco	3
Kia	Formación Aguardiente	2
Jg	Formación Girón	2
PDo	Ortoneis	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

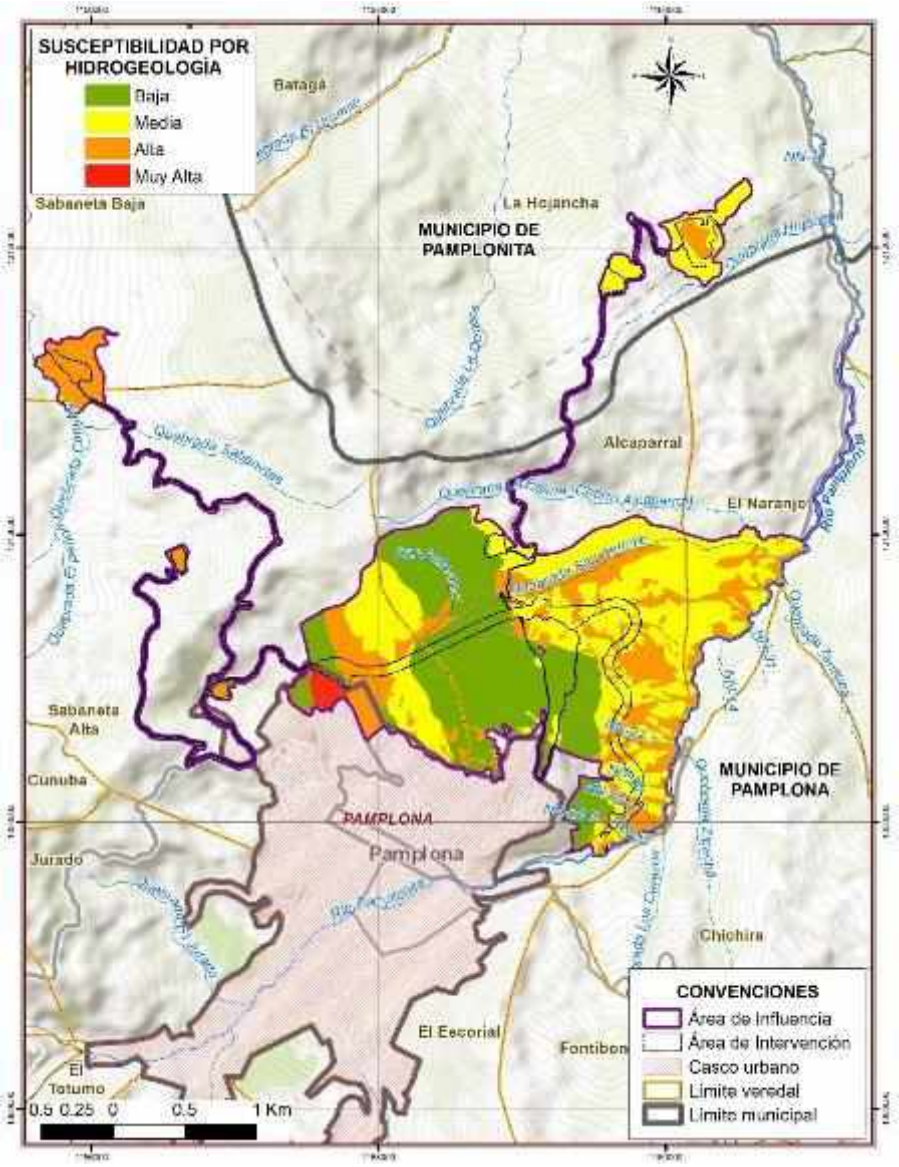
En la Figura 5.106 se muestra la susceptibilidad a movimientos en masa por la variable hidrogeología. El 34% del área presenta susceptibilidad por factores hidrológicos baja; el 40% del área presenta susceptibilidad moderada; el 24% del área presenta susceptibilidad alta; y el 2% del área de influencia presenta susceptibilidad muy alta.

Figura 5.106 Susceptibilidad por hidrogeología

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.107 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la variable hidrogeología.

Figura 5.107 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.4 Cobertura de la tierra (SC)

Las coberturas vegetales son elementos naturales de protección del suelo contra la erosión; según Roldan (2.005; citado por Lianes, 2.008), la vegetación juega un papel muy importante en el proceso de erosión hídrica, pues controla la energía de las gotas de lluvia, mejora la capacidad de infiltración del suelo y disminuye la escorrentía. Los componentes aéreos como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en

movimiento y del viento, de esta manera, su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo.

De igual forma, los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Morgan, 1.997; citado por Lianes, 2.008); de este modo, la cantidad y calidad de la cobertura vegetal (protección vertical) disminuye notablemente los procesos erosivos (Marchamalo, 2.004; citado por Lianes, 2.008).

Por lo anterior, zonas que presentan coberturas boscosas muestran más estabilidad del relieve y menor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, que otras con suelos expuestos sin cobertura vegetal (canteras y lechos de ríos) o que áreas de cobertura dominada por pastos usualmente utilizadas en labores de ganadería extensiva.

Tabla 5.117 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra

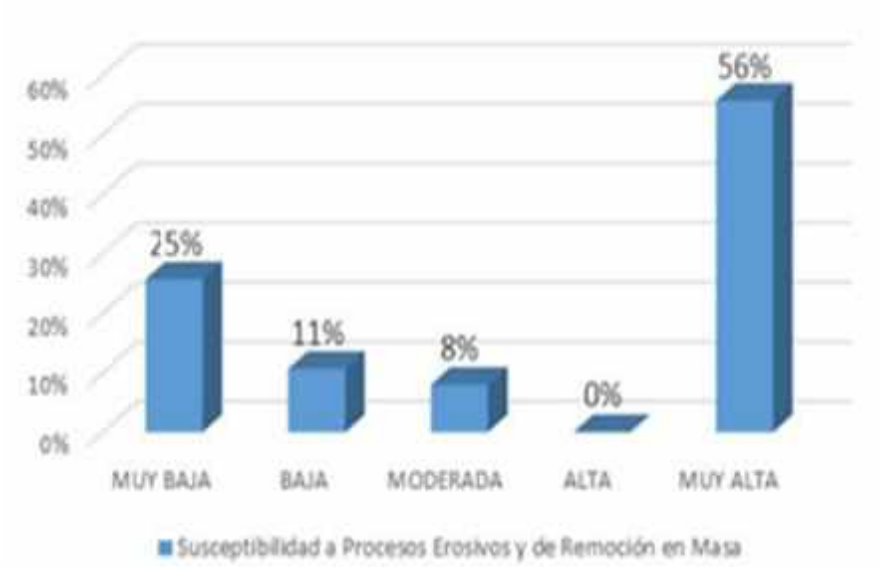
Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Mosaico de pastos y cultivos	5
Pastos arbolados	5
Pastos enmalezados	5
Pastos limpios	5
Río	5
Zonas de extracción de material de construcción	5
Construcciones Rurales	3
Red vial	3
Tejido urbano continuo	3
Tejido urbano discontinuo	3
Zonas comerciales	3
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2
Otros cultivos permanentes arbustivos	2
Arbustal denso alto	1
Arbustal denso bajo	1
Bosque de galería y ripario	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La

Figura 5.108 muestra que el 56% de la UF1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por cobertura de la tierra, correspondiente a las áreas dominadas por pastos; el 26% presenta susceptibilidad muy baja, relacionada con áreas boscosas; el 11% del área presenta susceptibilidad baja mientras que el 8% presenta susceptibilidad moderada a dichos procesos.

Figura 5.108 Susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.109 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por cobertura de la tierra.

5.1.9.3.5 Densidad de drenajes (SD)

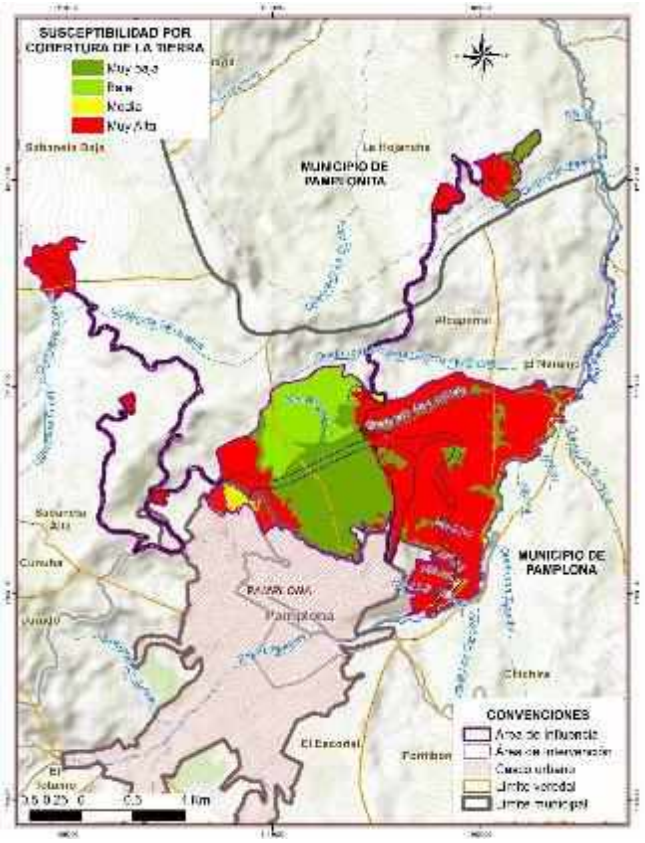
El cálculo de densidad de drenaje se realizó mediante procesamiento de la red en SIG; calculando la densidad de drenajes por unidad de área (m/m²), con un radio de influencia de 100 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera (ver Tabla 5.117).

Tabla 5.118 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m²)	Peso
0 – 0,005	1
0,006 – 0,015	2
0,016– 0,025	3
0,026 – 0,035	4
> 0.035	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

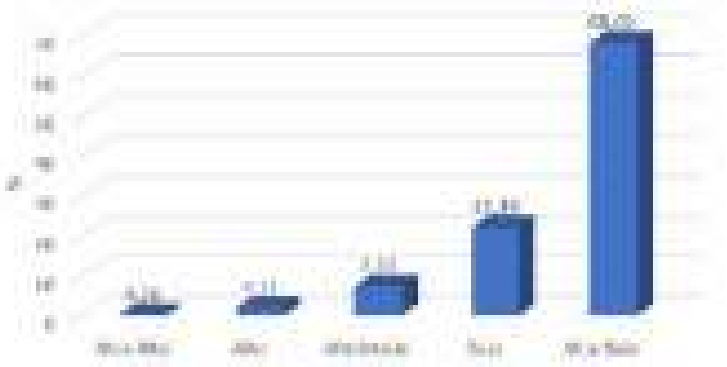
Figura 5.109 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.110 se muestra que el 68% del área de influencia presenta muy baja susceptibilidad a fenómenos de remoción por densidad de drenajes, el 22% es de susceptibilidad baja, el 7% es de susceptibilidad moderada y el 2% del área presenta susceptibilidad alta.

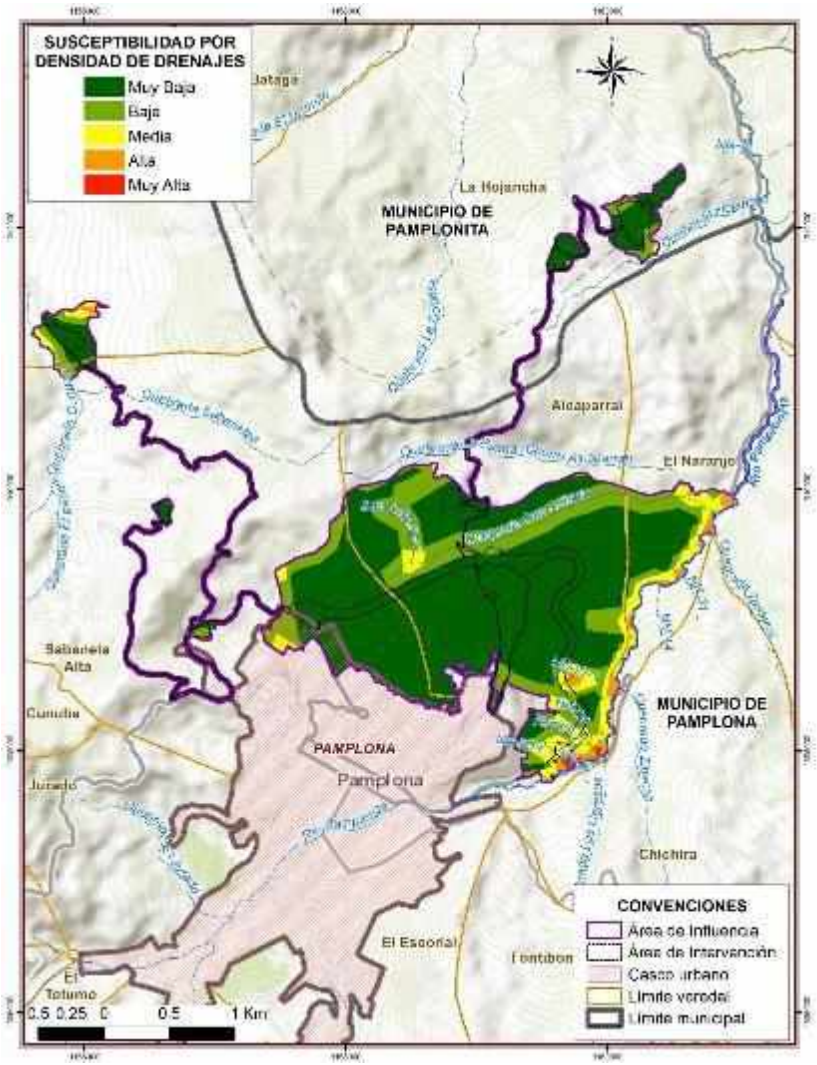
Figura 5.110Susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.111 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por densidad de drenajes.

Figura 5.111 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.6 Densidad de Fallas Geológicas (SF)

El estado de fracturación de las rocas depende de la presencia y magnitud de las fallas geológicas, fracturas y sistemas de diaclasamiento, las cuales permiten en los macizos rocosos el desarrollo de procesos de meteorización, y desarrollo de zonas de debilidad de las mismas, que las hacen más susceptibles a fallamiento e inestabilización del terreno. La calificación se estableció considerando la densidad de fallas en cada punto del Área de Influencia, considerando un radio de 1000m, utilizando los valores de ponderación de la Tabla 5.119.

Tabla 5.119 Ponderación de fallas según su tipo

Tipo de fallas	Ponderación
Falla definida	4
Falla inferida	3
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	3
Lineamiento fotogeológico	3
Pliegue anticlinal	2
Pliegue sinclinal definido con cabeceo	2
Eje Sinclinal	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Mediante el procesamiento de la información en SIG se hizo el cálculo de la densidad de fallas por unidad de área (m/m²), estableciendo el radio de influencia mencionado de 1000 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera. Ver Tabla 5.120.

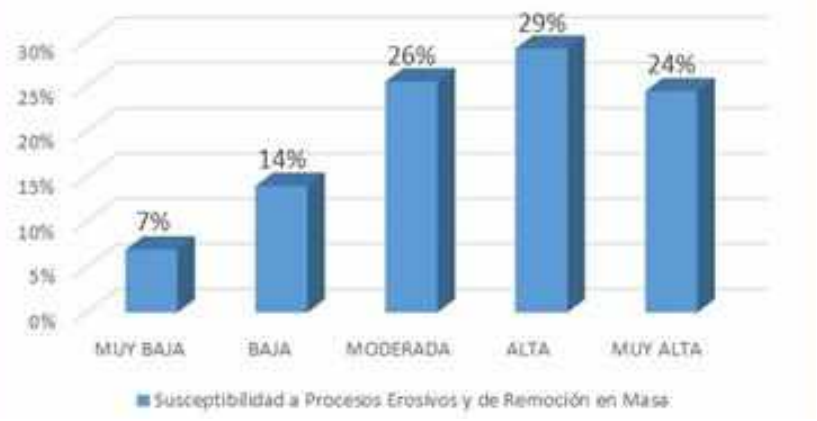
Tabla 5.120 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m²)	Peso
0.000 – 0.003	1
0,004 - 0,006	2
0,006 - 0,009	3
0,010 - 0,012	4
> 0.012	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.112 se muestra que el 24% del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por densidad de fallas geológicas; el 29% del área es de alta susceptibilidad; el 26% de moderada; el 14% de baja susceptibilidad y el 7% de muy baja susceptibilidad.

Figura 5.112 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas

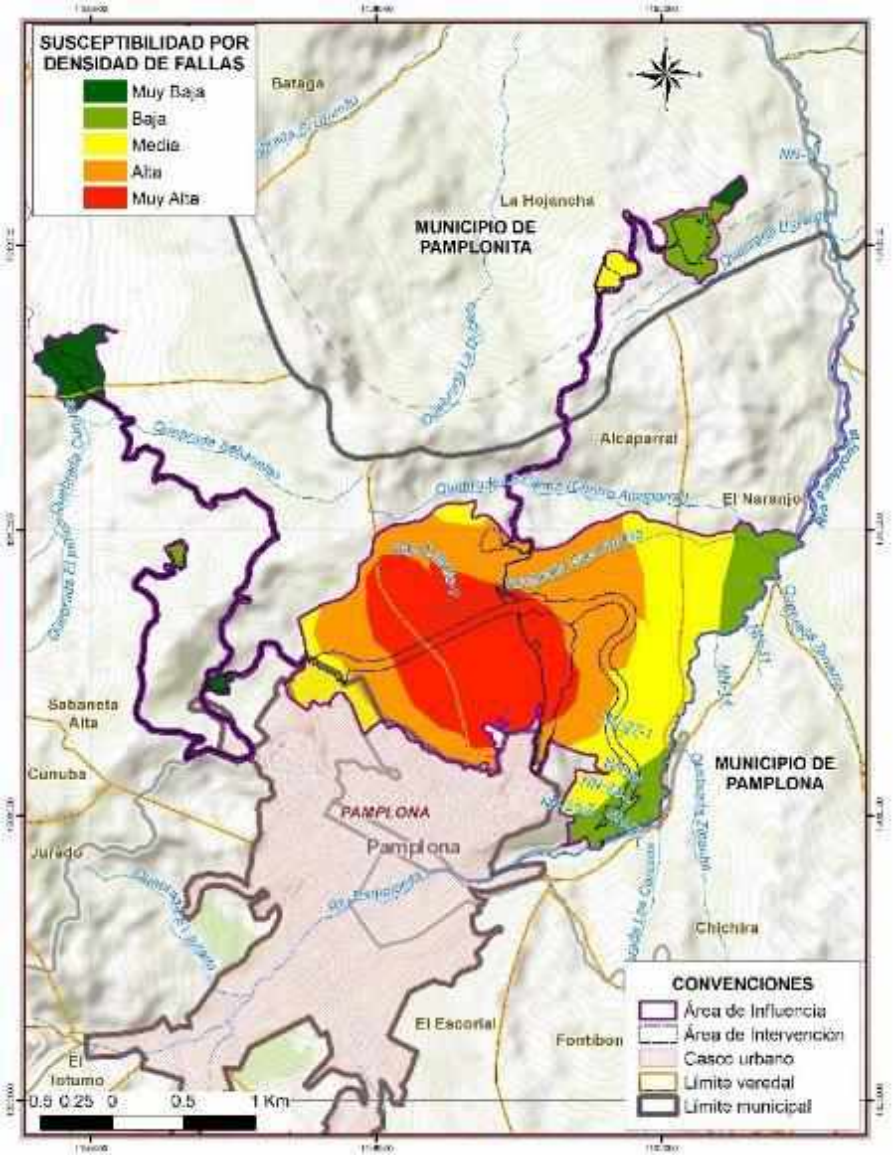


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.113 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.

Figura 5.113 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.7 Pendientes del Terreno (SP)

El grado de inclinación de las laderas naturales, favorece o disminuye la resistencia al corte de los diferentes materiales que conforman los taludes sobre el área de influencia. Se establecieron cinco categorías (con pesos de 1 a 5), donde a las pendientes escarpadas y muy escarpadas se les asignó el peso más alto, mientras que a los terrenos ligeramente planos y planos se les asignó el peso más bajo. Ver

Tabla 5.121.

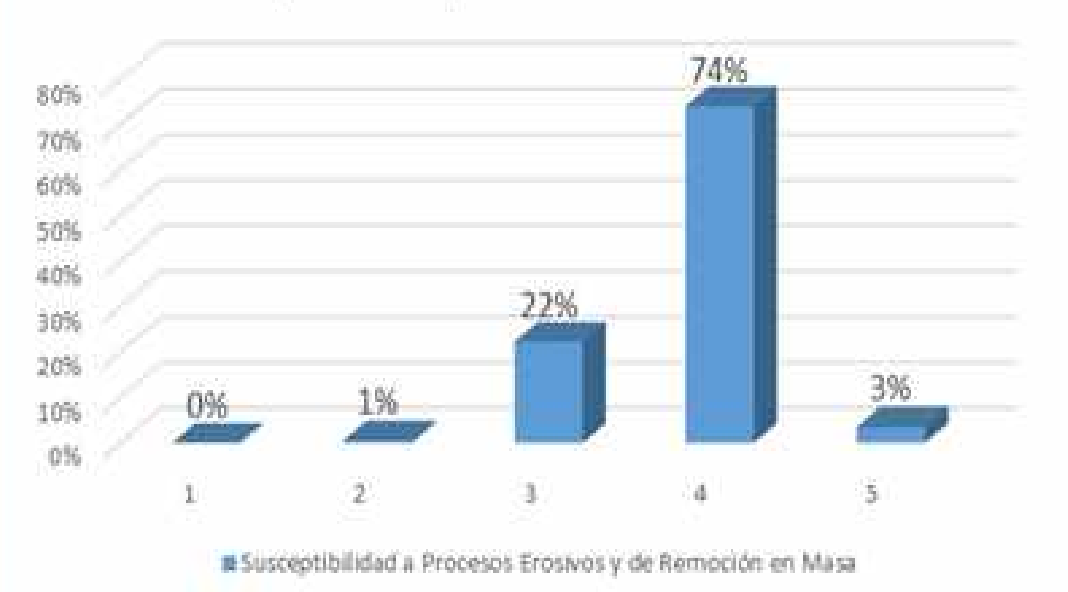
Tabla 5.121 Valores de susceptibilidad por pendientes

Unidad Cartográfica de Parámetro		Peso	Susceptibilidad
0-1%	Plano	1	Muy Baja
1-3%	Plano a Ligeramente Plano	1	Muy Baja
3-7%	Ligeramente Inclinado	2	Baja
7 -12%	Moderadamente Inclinado	3	Moderada
12 - 25%	Fuertemente Inclinado	3	Moderada
25 -50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	4	Alta
50-75%	Moderadamente Escarpado o Moderadamente Empinado	4	Alta
>75%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 5.114 muestra que el 74% del Área de Influencia de la UF 1 es de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa según la inclinación del terreno (pendientes entre 25-75%), el 22% es de susceptibilidad moderada (pendientes entre 7-25%), el 3% es de muy alta susceptibilidad (pendientes >75%) y menos del 2% presenta baja o muy baja susceptibilidad ((pendientes <7%).

Figura 5.114 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno

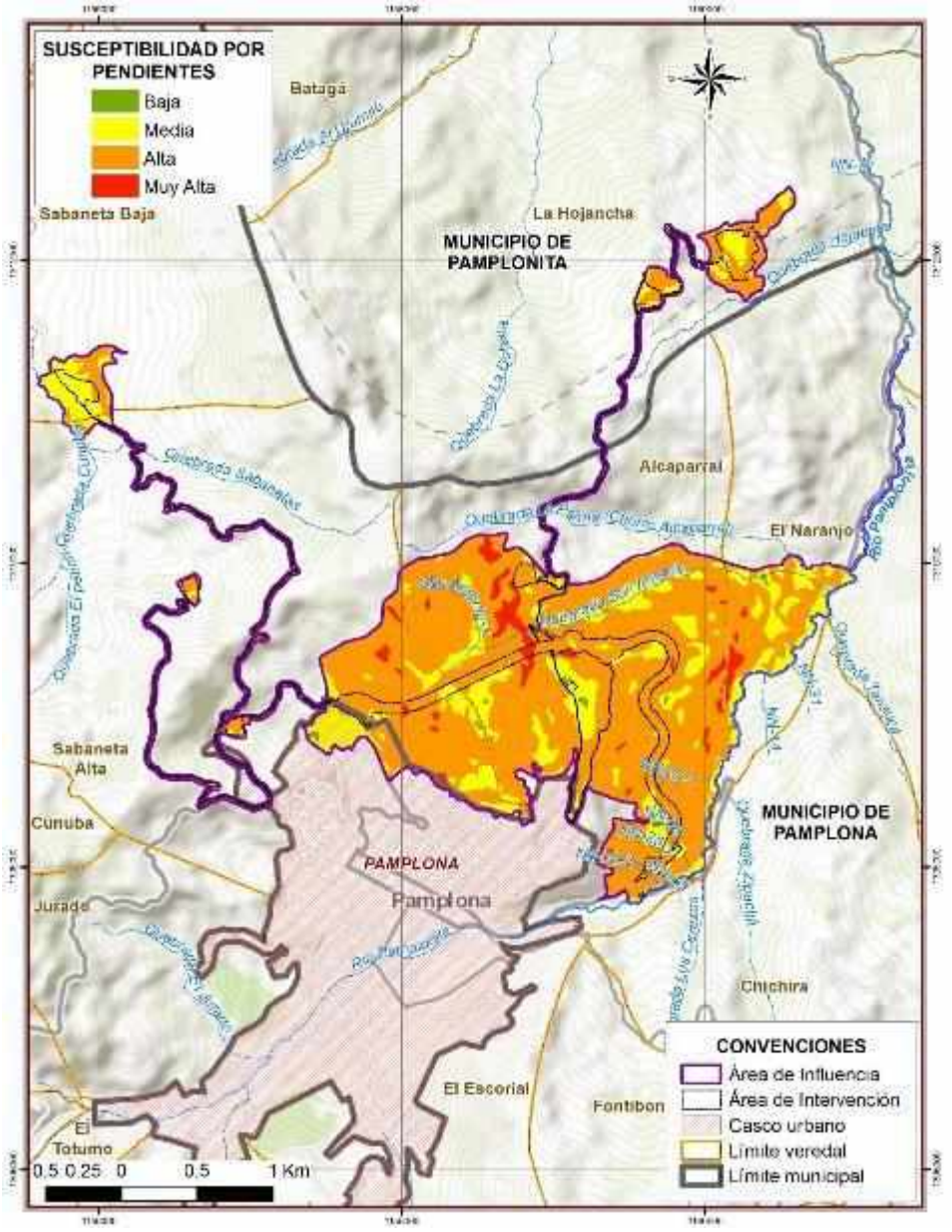


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.115 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.

Figura 5.115 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.8 Morfodinámica (SE)

Mediante la interpretación de imágenes y trabajo de campo se realizó la cartografía de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; esto permitió establecer áreas y tipos de procesos erosivos que caracterizan el área de influencia; la Unidad Funcional 1 se trabajó con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017), de Bing y fotografías aéreas del año 1992 suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Para la evaluación de la morfodinámica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Interpretación de imágenes georreferenciadas y fotografías aéreas.
- Trabajo de campo. Se hicieron recorridos de campo en el área de influencia y se obtuvo un inventario de procesos morfodinámicos, debidamente georreferenciados.
- Para la cartografía de los procesos asociados a deslizamientos activos e inactivos se obtuvieron unidades de área.
- Se identificaron procesos morfodinámicos asociados a deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados con obras de contención, desprendimientos de rocas y explotación de canteras; delimitando aproximadamente las áreas que encierran dichos procesos mediante polígonos y resaltando con líneas los escarpes y cicatrices de deslizamiento.

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos, considerados de susceptibilidad muy alta; en segundo lugar de acuerdo con la susceptibilidad del terreno se encuentran los procesos de remoción en masa inactivos, cuya susceptibilidad es alta; las áreas estabilizadas con obras civiles, que corresponden a sitios con deslizamientos estabilizados con obras como muros de concreto y anclajes, se consideran de susceptibilidad moderada; las áreas de cantera o con erosión en cárcavas también se clasifican como de susceptibilidad moderada (Ver Tabla 5.122).

Tabla 5.122 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos

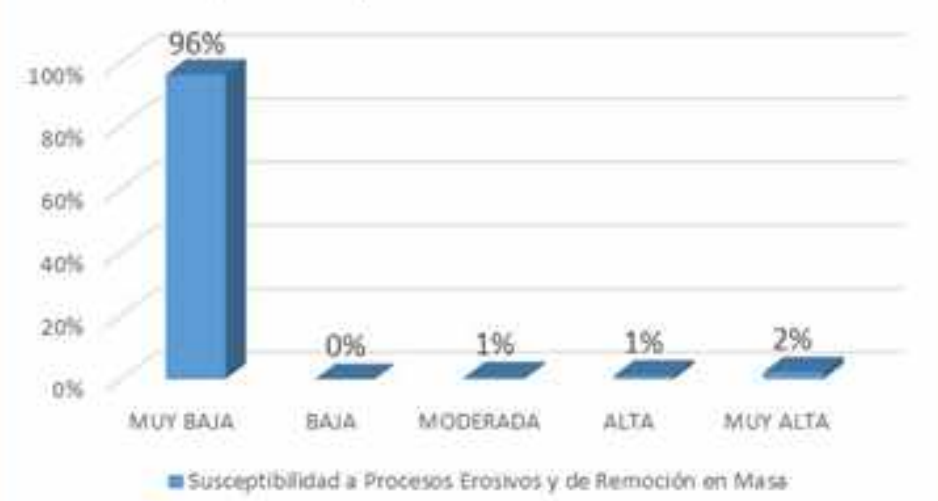
Procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa	Peso
Deslizamiento activo	5
Deslizamiento inactivo	4
Deslizamiento estabilizado	3
Desprendimiento de rocas	3
Cantera	3
Erosión en cárcavas	3

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.116 se muestra que la mayor parte del área, con un 96% del total es de muy baja susceptibilidad a procesos de remoción por influencia de procesos morfodinámicos, correspondiente a las zonas donde no existen procesos erosivos o estos se limitan a erosión laminar; y un 2% del área presenta susceptibilidad muy alta, correspondiente a las zonas afectadas por procesos de remoción en masa activos, en los que se tuvieron en cuenta incluso procesos menores de pequeños movimientos con desprendimientos superficiales originados en terracetas por sobrepastoreo. El restante 2% del área es de susceptibilidad moderada a alta, correspondiente a las zonas de erosión en cárcavas, y zonas estabilizadas con obras civiles o con rasgos de procesos inactivos.

Figura 5.116 Susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.117 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por morfodinámica.

5.1.9.4 Susceptibilidad General del Terreno (ST)

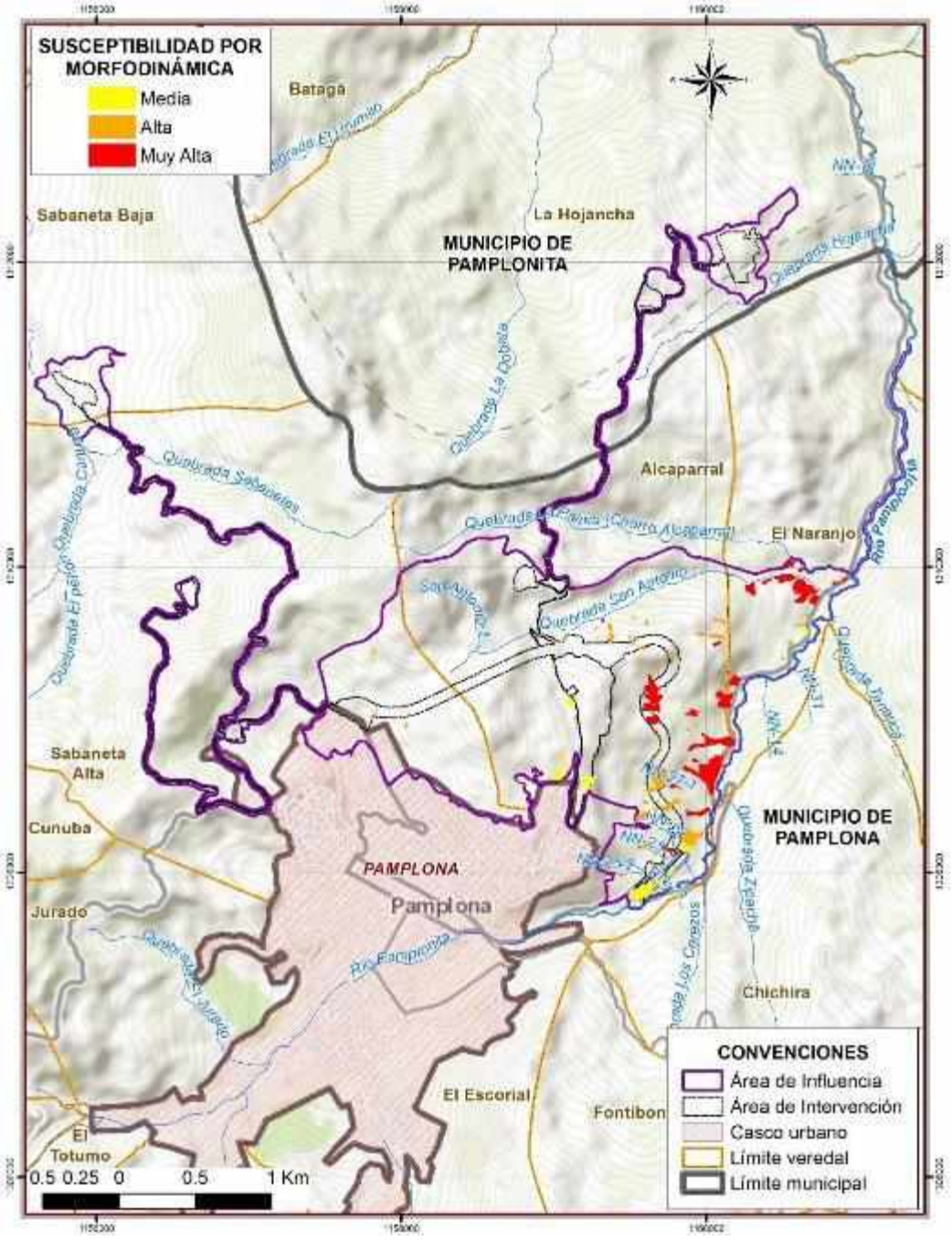
El mapa de susceptibilidad general del terreno se elaboró mediante análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), sumando digitalmente los ocho mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de procesos de erosión y remoción en masa. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, así:

ST= SL + SG + SH + SC + SD + SF + SP + SE

Dónde:

- ST = Susceptibilidad del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.
- SL = Susceptibilidad del parámetro litología.
- SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.
- SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.
- SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.
- SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.
- SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.
- SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.
- SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.

Figura 5.117 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 13 y 34. Se establecen los siguientes intervalos para la categorización del mapa de susceptibilidad

general del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa, como se muestra a continuación en la Tabla 5.123.

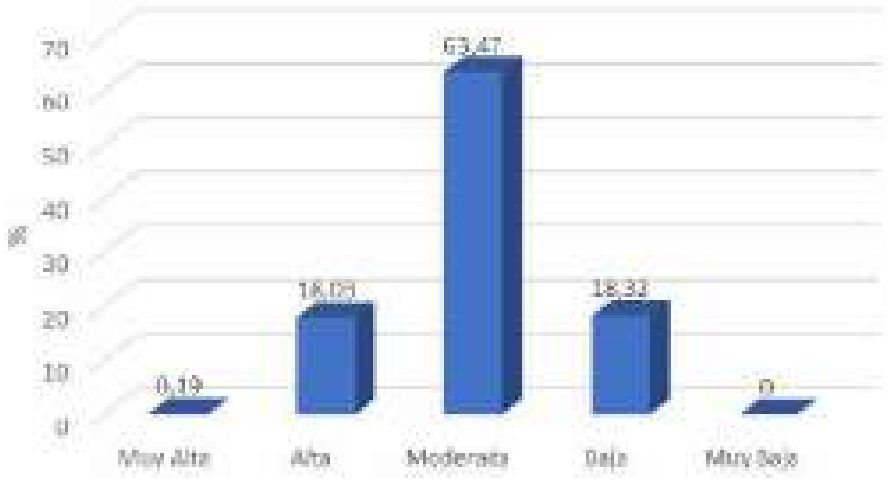
Tabla 5.123 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno

Intervalos	Peso	Categorías de susceptibilidad
1 – 8	1	Muy Baja
9 – 16	2	Baja
17 – 24	3	Moderada
25 – 32	4	Alta
> 32	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.118 se observa la distribución de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de influencia. El 63% del área es de moderada susceptibilidad a movimientos en masa, correspondiendo a zonas con procesos menores, inactivos o esporádicos de remoción en masa, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. El 18% es de baja a muy baja susceptibilidad, relacionado con zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa, en donde la combinación de parámetros como litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distanciado de fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea, favorecen la estabilidad geotécnica; finalmente, el restante 18% del Área de Influencia es de alta susceptibilidad, con zonas de depósito coluvial, de suelos residuales arcillosos húmedos o de rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.

Figura 5.118 Susceptibilidad general del terreno

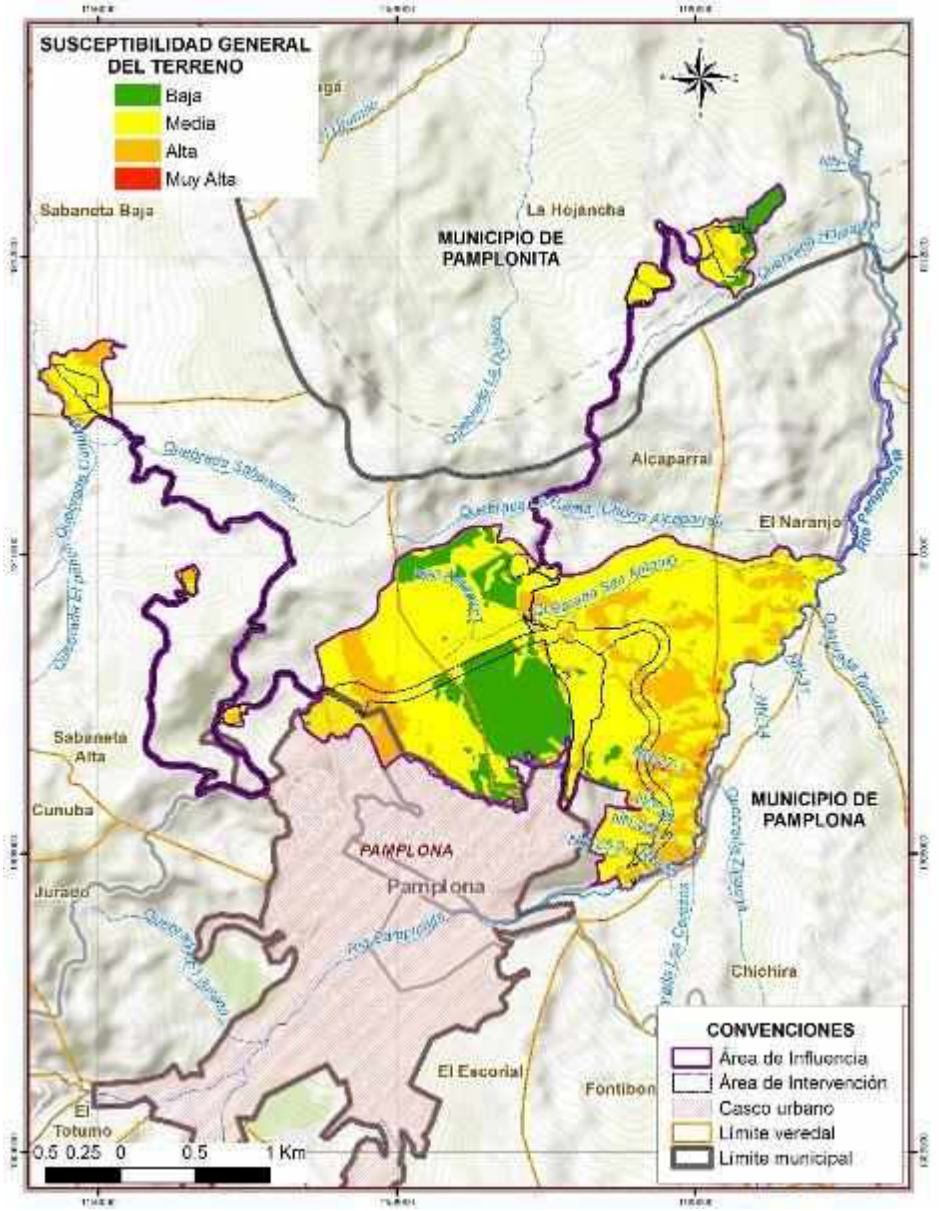


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En

Figura 5.119 se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.

Figura 5.119 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.5 Factores detonantes

Los factores desencadenantes o detonantes que se contemplaron en la ejecución del modelo son precipitación y sismicidad.

5.1.9.5.1 Precipitación (FP)

La precipitación, principalmente en periodos invernales, se define por su intensidad, duración y distribución espacial. La relación lluvia-deslizamiento varía de un sitio a otro

dependiendo de las condiciones locales de la zona, como la humedad, el tipo y uso del suelo, y topografía, entre otros.

El componente de escorrentía de la precipitación, usualmente es considerado un agente de erosión superficial o de erosión lineal con formación de surcos y cárcavas. La escorrentía tiene un efecto importante en la movilización de los materiales arrancados por los deslizamientos someros y profundos y en la generación de deslizamientos en las márgenes de las corrientes, por erosión lateral y socavación de orillas, que aumenta el valor de sus pendientes hasta hacerlas inestables. En la Tabla 5.124 se presentan los rangos de precipitación y su calificación asociados como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa.

Tabla 5.124 Intervalos de categoría de precipitación

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
0 a 200	Muy Baja	1
200 – 800	Baja	2
800 – 1500	Moderada	3
1500 – 2500	Alta	4
>2500	Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

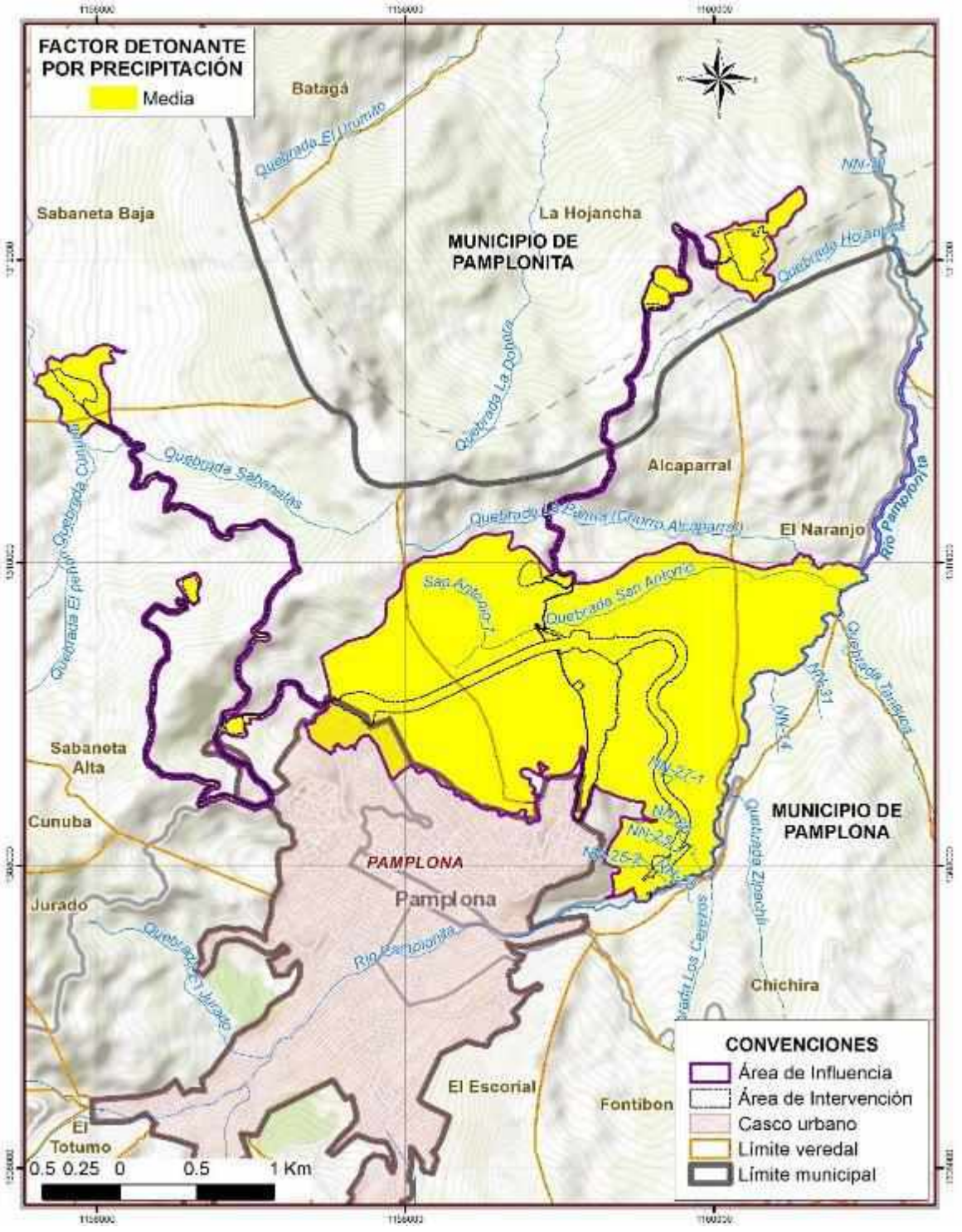
La Figura 5.120 y la

Figura 5.121 muestran la influencia de la precipitación como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa en la Unidad Funcional 1; con el 84% del área con susceptibilidad baja y el 16% con susceptibilidad moderada a movimientos en masa.

Figura 5.120 Factor detonante por Precipitación

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.121 Factor detonante por precipitación

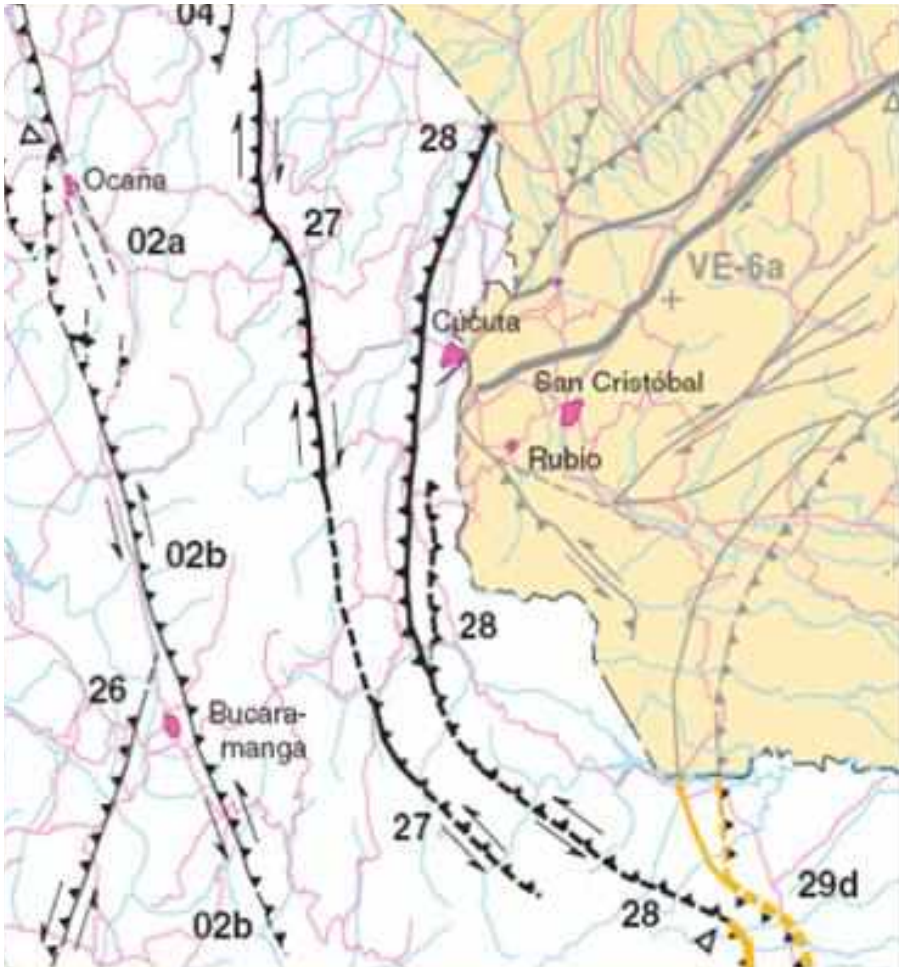


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.5.2 Sismicidad (FS)

La Unidad Funcional 1 se encuentra dentro de una región geográfica afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica, con la consecuente generación de eventos sísmicos. En la zona donde se encuentra la Unidad Funcional 1 se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N-S, que conforman bloques y pliegues en dirección NNE-SSW. El área de influencia, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectonoestratigráfica de dicho departamento, considerada subprovincia geológica de la cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Terciario-Paleoceno. En la Figura 5.122 se puede observar el fallamiento geológico de la zona, notándose que el área de estudio es cruzada por el sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

Figura 5.122 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)



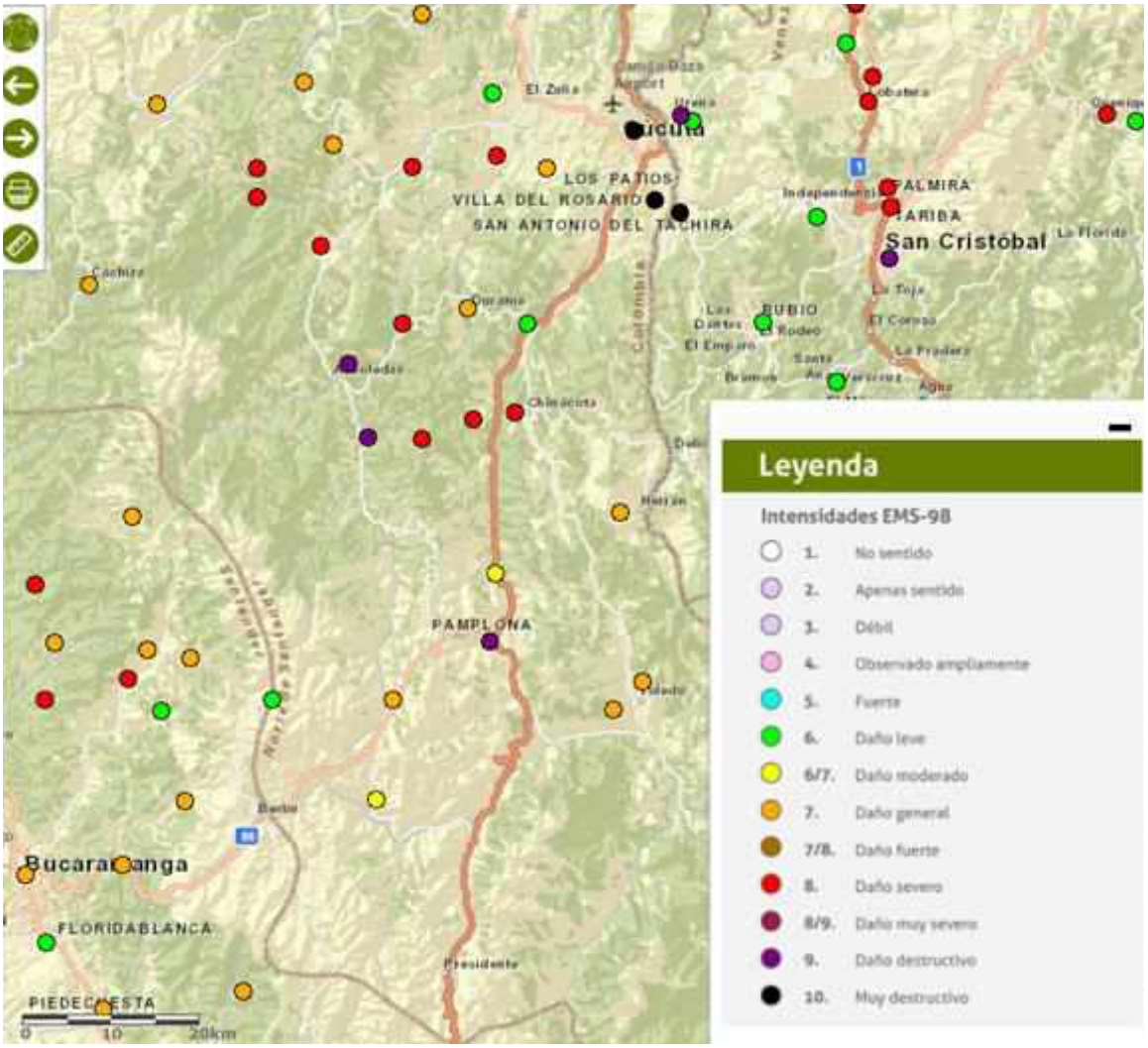
Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

La historia de Colombia registra más de un centenar de sismos destructores, ubicados principalmente en la región andina, el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y el Océano Pacífico, y con menor frecuencia en el Caribe. Las extensas fallas que delimitan

las cadenas montañosas, y las zonas de convergencia de placas litosféricas que se hallan en el territorio colombiano, muestran también evidencias de actividad sísmica en el pasado geológico reciente, sugiriendo posibles zonas de generación de sismos.

La Figura 5.123 muestra el mapa de sismicidad histórica en Colombia suministrado en su página Web por el Servicio Geológico Colombiano, en la región que cubre la zona entre Bucaramanga y Cúcuta. La Unidad Funcional 1 queda en cercanías del casco urbano del municipio de Pamplona, ubicado aproximadamente en la parte central de la Figura. Se destaca el registro histórico de sismos con intensidades de daño general, severo y destructivo en la región; especialmente el sismo de daño destructivo ocurrido en Pamplona el 15 de febrero de 1796, a escasos kilómetros de la UF1.

Figura 5.123 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta



Fuente: Mapa sismicidad histórica de Colombia – Servicio Geológico Colombiano

El Servicio Geológico Colombiano en el mapa nacional de amenaza sísmica integra los avances en el conocimiento de la tectónica regional, de la actividad de las estructuras sismogénicas en Colombia, y de los efectos de la atenuación en la transmisión de ondas sísmicas. Estos conocimientos provienen de las nuevas fuentes locales de información instrumental, de los estudios de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, de la información más completa de los efectos de sismos históricos y de la disponibilidad de bases de datos globales estandarizadas y, en general, de los avances en el conocimiento en el tema de la amenaza sísmica.

Para este estudio de impacto ambiental el factor detonante por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), el cual presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA (cm/s²) en un rango desde 50 – 250 PGA como se ilustra en la Tabla 5.125.

Tabla 5.125 Intervalos de categorías de sismicidad

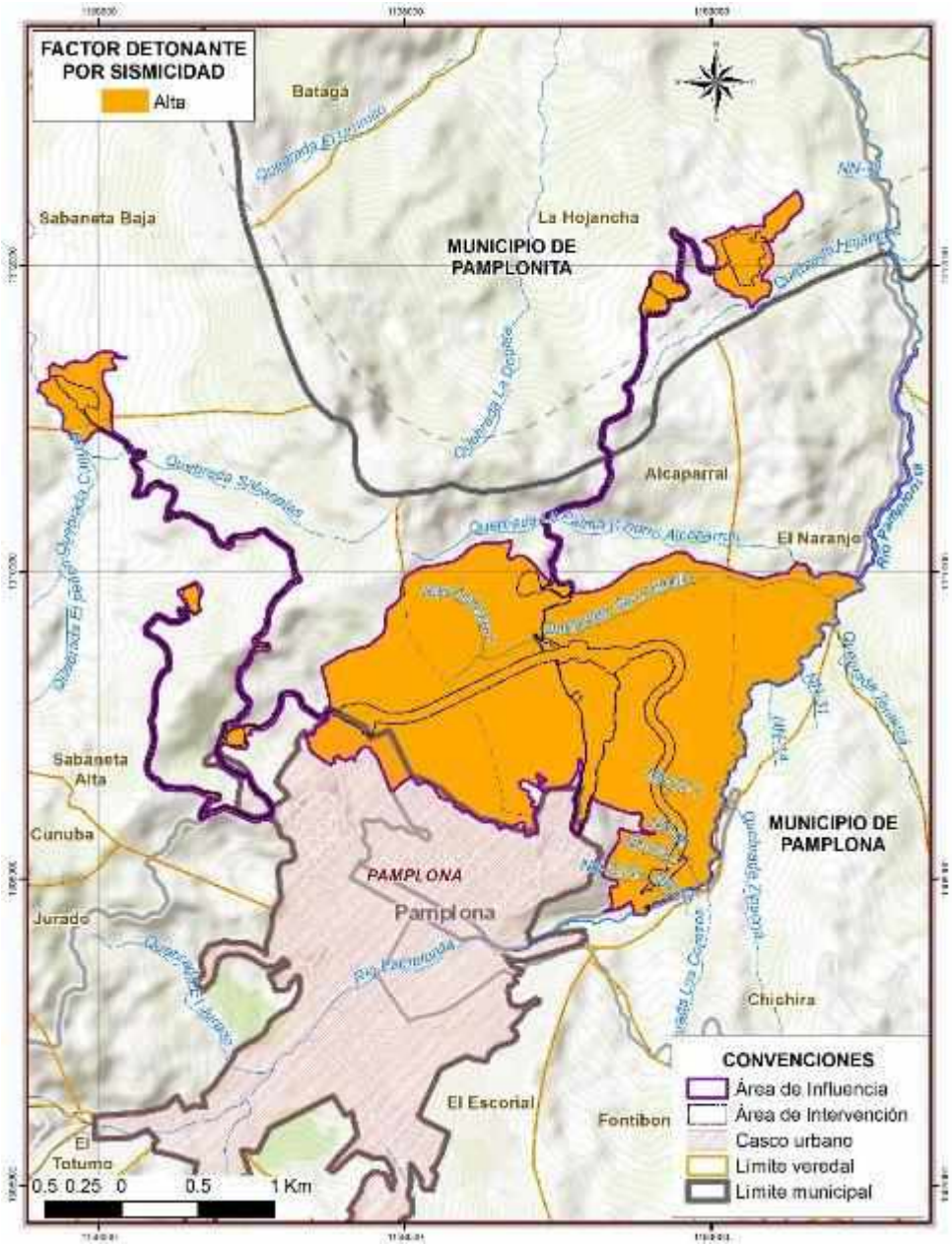
Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Susceptibilidad
0 – 50 PGA (cm/s²)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s²)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s²)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s²)	4	Alta
>350 PGA (cm/s2)	5	Muy alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La totalidad del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 se ubica en el rango de 250 a 350 PGA, que corresponde a amenaza sísmica alta (Ver

Figura 5.124)¸ lo cual va en línea con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, que cataloga el Municipio de Pamplona como de amenaza sísmica alta, con valores de aceleración horizontal pico efectiva Aa de 0.30, y de velocidad pico efectiva Av de 0.25.

Figura 5.124 Mapa de factor detonante por sismicidad



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.6 Amenaza geotécnica del terreno (ZG)

La amenaza relativa del terreno se establece considerando la interacción de los factores intrínsecos y los factores desencadenantes o detonantes que intervienen en la generación de procesos de remoción en masa y erosivos. Para la elaboración del mapa de amenaza relativa se emplearon como factores detonantes la precipitación y la amenaza sísmica, empleando el siguiente algoritmo:

$$ZG=ST * (FP + FS)$$

Donde:

- ZG = Zonificación Geotécnica (Amenaza relativa del terreno por procesos erosivos y de remoción en masa).
- ST = Susceptibilidad total del terreno a los procesos erosivos y remoción en masa.
- FP = Factor detonante por precipitación.
- FS = Factor detonante por sismicidad.

La zonificación geotécnica del área de estudio se dividió en cinco categorías de amenaza (Tabla 5.126), que van desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

Tabla 5.126 Categorías para la zonificación geotécnica

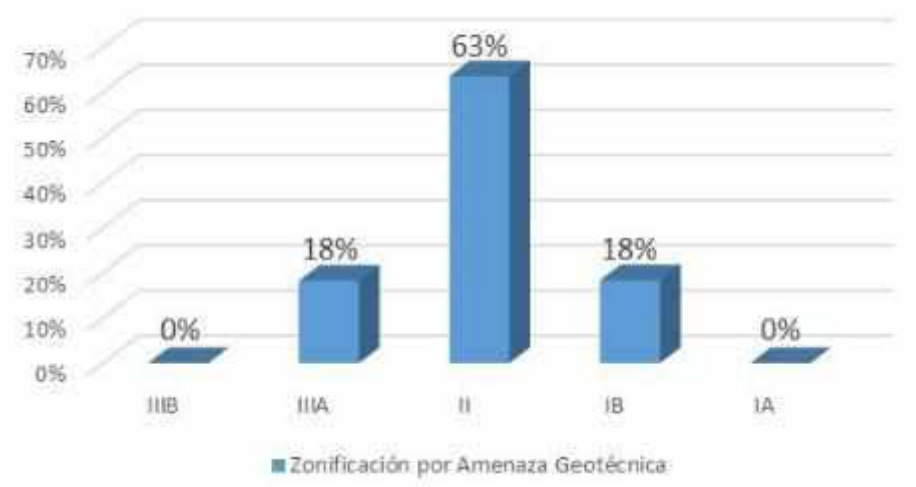
Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 5	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
6 – 15	IIIA	Baja	Alta	2
16 – 25	II	Moderada	Moderada	3
26 – 35	IB	Alta	Baja	4
>35	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.125 y en la

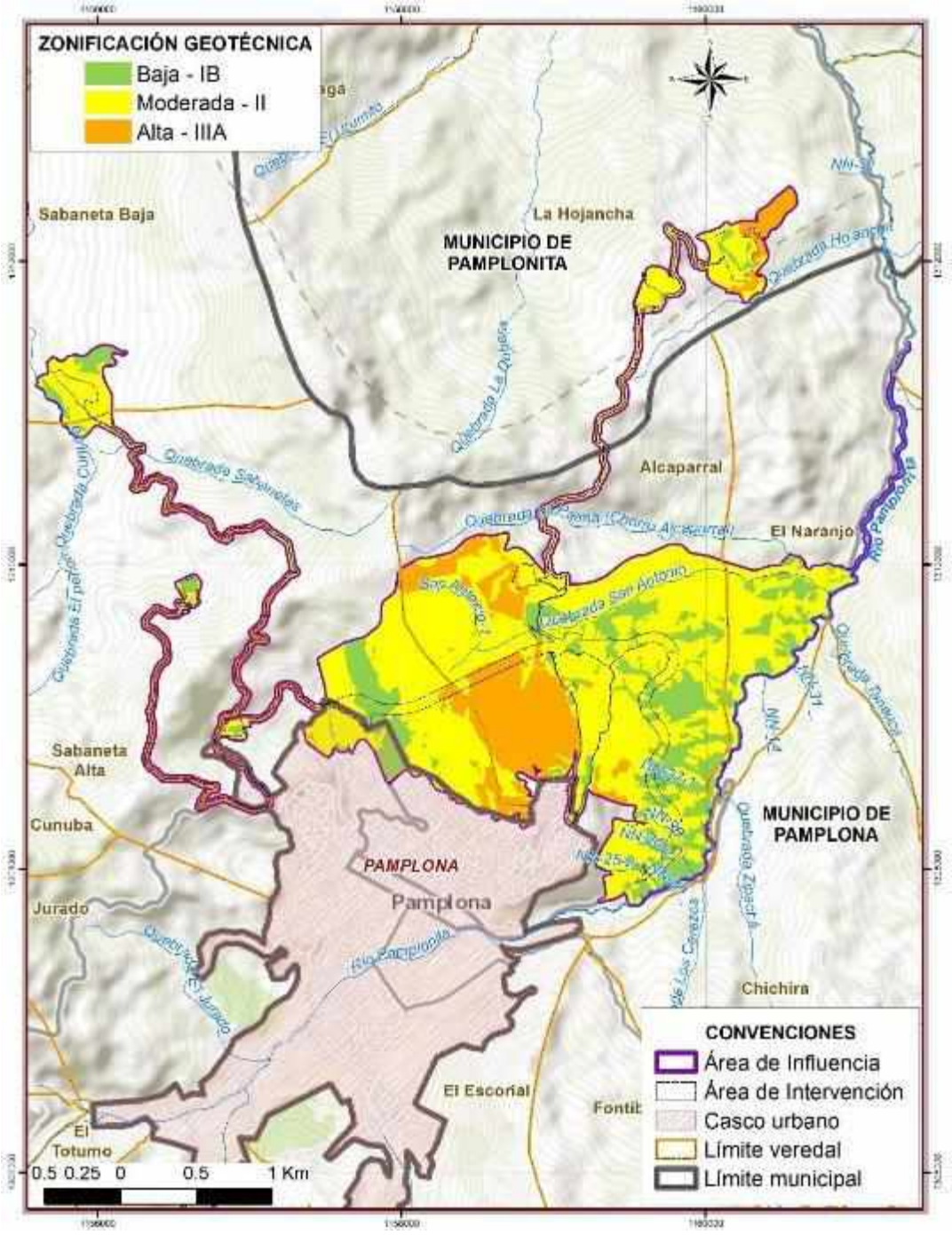
Figura 5.126 se observa la distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del área de influencia, donde el 63% es de amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18% presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

Figura 5.125 Distribución de amenaza geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.126 Mapa amenaza geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Tabla 5.127 se muestran los resultados de las características de las áreas resultantes en la clasificación de zonificación geotécnica por procesos erosivos y de remoción en masa.

Tabla 5.127 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
IIIB	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa, relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.	0
IIIA	Baja	Alta	Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorece la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	100.1
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.	347.2
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.	99.5
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.	0

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.7 Descripción geotécnica del corredor vial

La descripción geotécnica del corredor vial considera los resultados de la zonificación geotécnica a partir de procesamiento de datos en SIG relacionados con litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas geológicas, pendientes del terreno, precipitación en la zona y amenaza sísmica; como

se detalló anteriormente. El corredor se dividió para su descripción en tramos que califican con el mismo grado de estabilidad geotécnica.

5.1.9.7.1 Sector del K56+300 al K 56+500

Cruza un tramo en general de estabilidad geotécnica baja con sectores de estabilidad moderada; con litología principalmente de depósitos coluviales suprayaciendo lutitas con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris de la formación Capacho. En este sector se presenta un deslizamiento menor activo entre el K56+440 y el K56+480, originado por intervención antrópica mediante corte del terreno para la construcción de una estación de servicio.

5.1.9.7.2 Sector del K56+500 al K 56+760

Sector de estabilidad geotécnica moderada, donde el alineamiento tendrá lugar interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas (formación Capacho), de cobertura vegetal dominada por pastos y dedicación a la actividad ganadera.

5.1.9.7.3 Sector del K56+760 al K 57+240

Sector con estabilidad geotécnica baja. En este tramo la vía se conformará interviniendo una ladera con depósitos coluviales y lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); con presencia de procesos de remoción en masa ubicados principalmente en el tramo entre el K56+760 y el K57+100.

5.1.9.7.4 Sector del K57+240 al K 57+400

Sector de estabilidad geotécnica moderada, donde el alineamiento tendrá lugar interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas (formación Capacho), de cobertura vegetal dominada por pastos y dedicación a la actividad ganadera.

5.1.9.7.5 Sector del K57+400 al K 57+700

Sector con estabilidad geotécnica baja. En este tramo la vía se conformará interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); con presencia de procesos de remoción en masa afectando la superficie del terreno.

5.1.9.7.6 Sector del K57+700 al K58+880

Sector con estabilidad geotécnica moderada con pequeños tramos de estabilidad geotécnica baja. La vía en este sector se conformará interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); ocasionalmente con presencia de suelos de depósito coluvial. En sitios puntuales se presentan deslizamientos menores que afectan superficialmente el terreno.

5.1.9.7.7 Sector del K58+880 al K 59+660

Sector montañoso de estabilidad geotécnica alta en donde la vía se construirá en túnel. Superficialmente el macizo rocoso está conformado por areniscas de la formación Aguardiente; el sitio presenta cobertura vegetal protectora del suelo que lo protege ante la acción del agua lluvia; no se observan procesos de erosión acentuada ni de remoción en masa.

5.1.9.7.8 Sector del K59+660 al K 60+260

Sector de estabilidad geotécnica moderada con sitios puntuales de estabilidad baja, en donde la vía se conformará en calizas fosilíferas y arenosas, con lutitas y algunas intercalaciones de areniscas, de la formación Tibú y Mercedes (Kitm); en suelos de depósito coluvial; y en suelos residuales de Ortoneis.

5.1.9.8 Conclusiones

- La zonificación geotécnica se desarrolló siguiendo la metodología de Vargas modificada, considerando en el análisis la susceptibilidad general del terreno determinada a partir de parámetros de susceptibilidad a la generación de procesos erosivos y de remoción en masa por litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes del terreno y morfodinámica; y considerando la precipitación y la sismicidad como factores detonantes de procesos de remoción en masa.
- La zonificación geotécnica se dividió en cinco categorías de amenaza relativa y estabilidad geotécnica, que van desde muy alta a muy baja estabilidad (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.
- La Zona IA, de estabilidad muy baja y amenaza muy alta, corresponde a terrenos con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.
- La Zona IB, de estabilidad baja y amenaza alta, corresponde a zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.
- La Zona II, de estabilidad moderada y amenaza moderada, corresponde a zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.
- La Zona IIIA, de estabilidad alta y amenaza baja, corresponde a zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.

- La Zona IIIB, de estabilidad muy alta y amenaza muy baja, corresponde a áreas no sujetas a movimientos en masa, con relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.
- La distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro de la Unidad Funcional 1 indica que el 63% del Área de Influencia, correspondiente a 346.9 ha, presenta amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18%, correspondiente a 99.5 ha, presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante, correspondiente a 100 ha, presenta amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

5.1.10 Atmósfera

5.1.10.1 Meteorología

5.1.10.1.1 Ubicación de las estaciones

Las estaciones del IDEAM seleccionadas para identificar, zonificar y describir las condiciones meteorológicas del área de influencia de la Unidad Funcional 1 (en adelante UF1) fueron seleccionadas especialmente por dos motivos, el primero encontrarse activas y segundo que contaran con mínimo 10 años de registros, las estaciones seleccionadas se relacionan en la Tabla 5.128 y Figura 5.128.

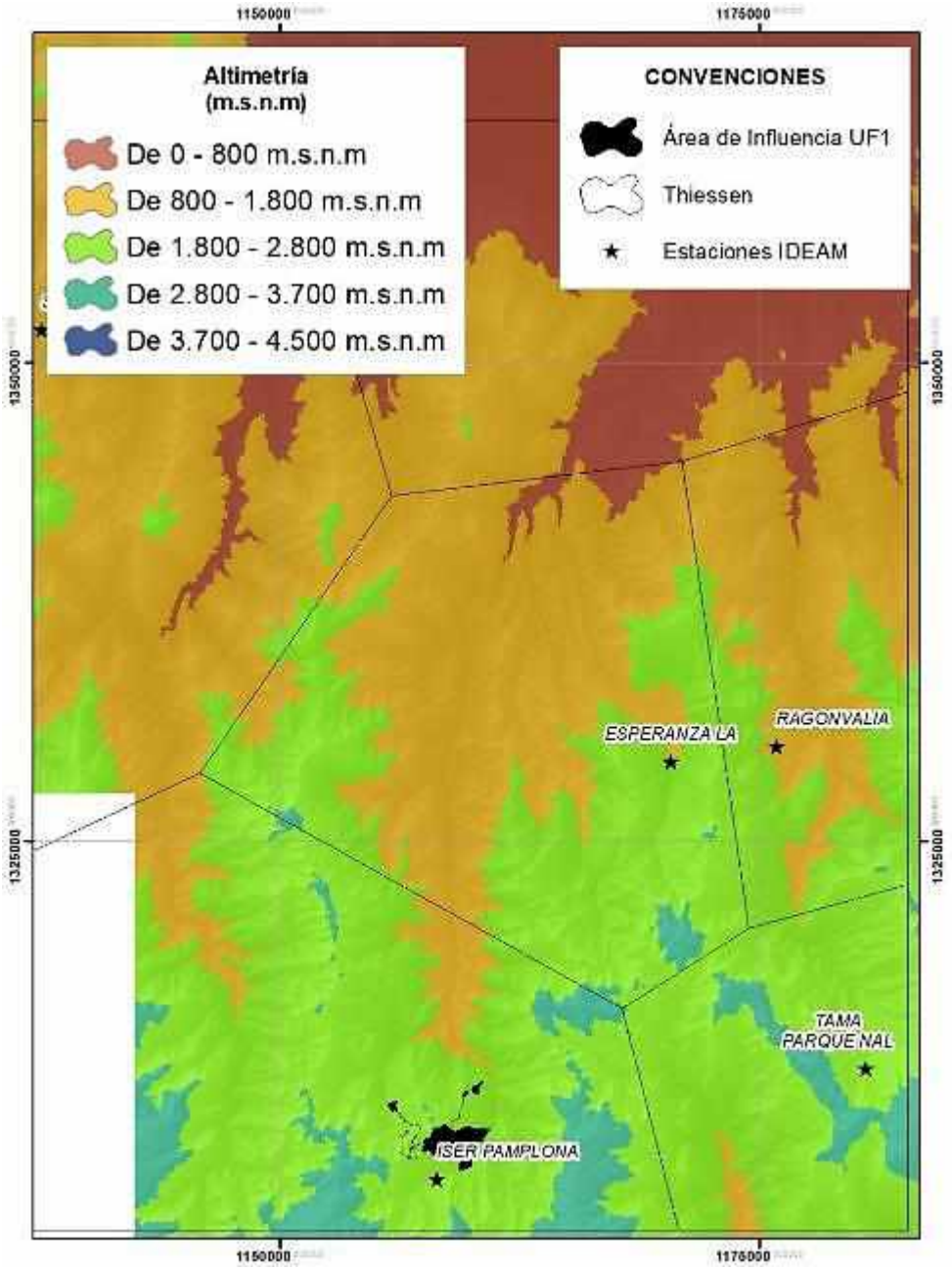
Tabla 5.128 Estaciones del IDEAM seleccionadas

Nombre	Código	Categoría	Fecha de instalación	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				ESTE	NORTE
Iser Pamplona	16015020	AM[1]	15/04/1972	1158725,57	1307000,39
Esperanza La	16015030	CO[2]	15/11/1972	1170796,52	1329167,45
Tama Parque Nal	16015090	CP[3]	15/04/1989	1180559,35	1313056,11
Ragonvalia	16015100	CP	15/07/2000	1176312,26	1330293,77
Carmen De Tonchala	16025010	CP	15/10/1968	1166271,40	1360128,74
Salazar	16025030	CP	15/03/1973	1137615,90	1351184,93

[1] Agrometeorológica, [2] Climatológica ordinaria, [3] Climatológica principal

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.127 Localización general de las estaciones IDEAM seleccionadas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Posterior a la definición de las estaciones se delimitaron los polígonos de Thiessen con el objetivo de definir el área de influencia de cada una de las estaciones, el resultado indicó que la estación ISER PAMPLONA (Ver Figura 5.127), abarca en totalidad el área de influencia de la UF1, por lo tanto la descripción de las condiciones meteorológicas en el

área del proyecto regirá con base en los registros de dicha estación, los demás registros serán utilizados con la finalidad de la zonificación climática e isolíneas.

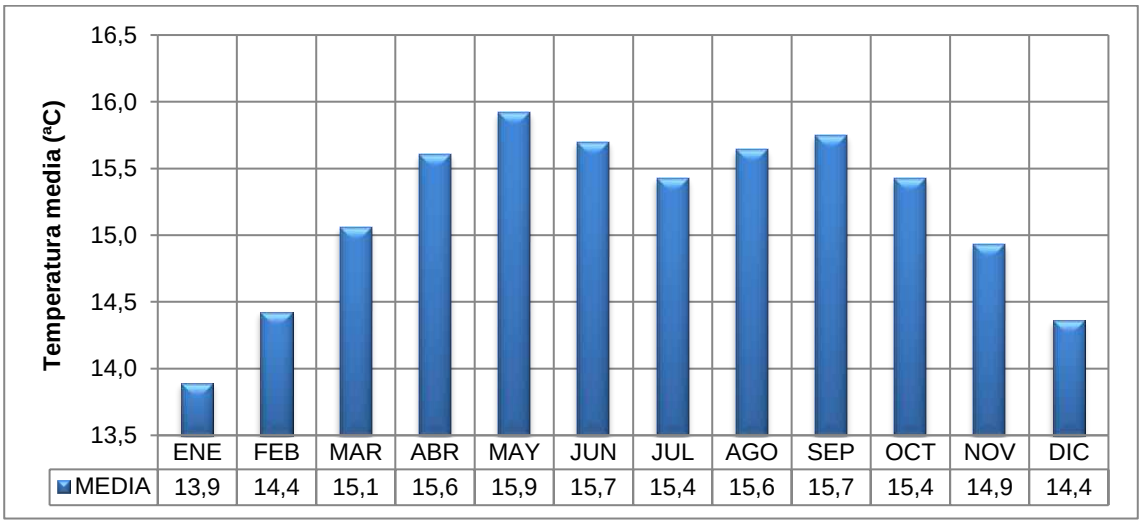
5.1.10.1.2 Temperatura

5.1.10.1.2.1 Temperatura media, máxima diaria y mínima diaria

De acuerdo a los histogramas (Figura 5.128,

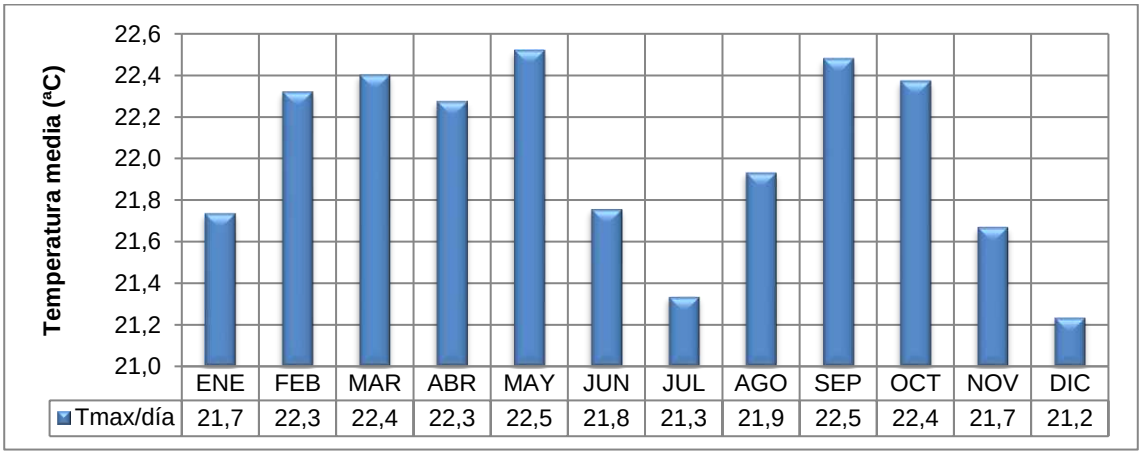
Figura 5.129 y Figura 5.130), la temperatura media mensual multianual registrada por la estación ISER PAMPLONA, a grandes rasgos tiene un comportamiento monomodal, es decir, hay un periodo con altas temperaturas y otro con bajas, sin embargo, se evidencian tres escenarios, el primero inicia a partir de septiembre (15,7ºC) con un descenso contundente de la temperatura hasta enero (13,9ºC), mes en el cual de acuerdo a los registros de la estación ocurren las temperaturas medias más bajas del año; en dicho periodo la temperatura tiene una amplitud o variación de 1,8ºC.

Figura 5.128 Histograma temperatura media mensual multianual



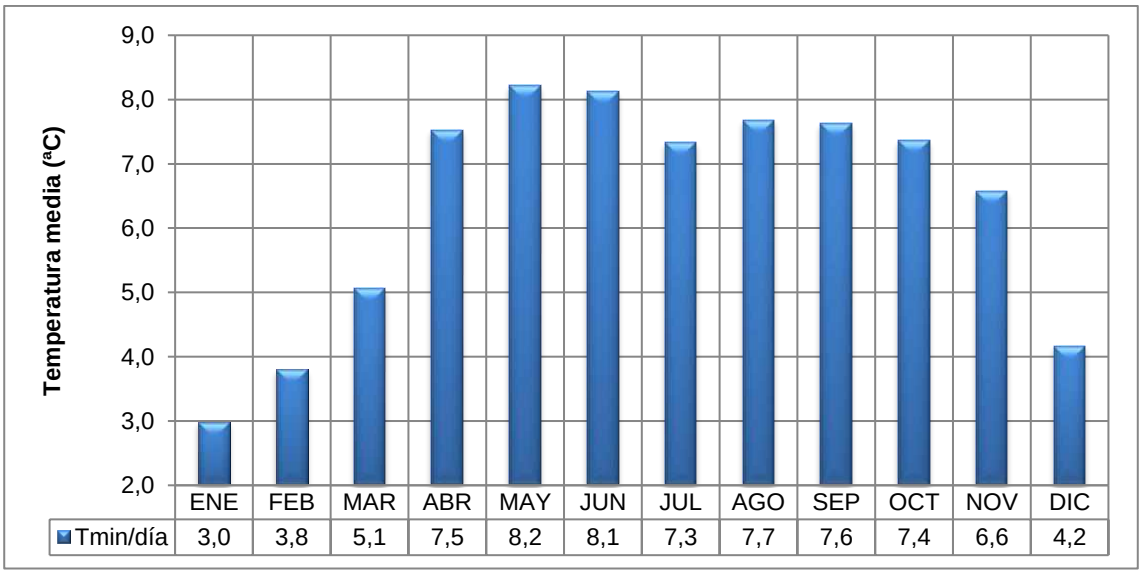
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.129 Histograma temperatura máxima diaria promedio



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.130 Histograma temperatura mínima diaria promedio



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

El siguiente escenario ocurre entre febrero y mayo en donde la temperatura tiene un comportamiento inverso al periodo anterior, es decir, aumenta de manera contundente hasta mayo (15,6ºC), mes en el cual históricamente ocurren las temperaturas medias máximas del año; la amplitud de la temperatura en este periodo es 1,7ºC. El tercer escenario ocurre entre mayo y septiembre, periodo durante el cual la temperatura tiende a mantenerse equilibrada, lo cual se refleja en que la amplitud máxima que ocurre en el periodo es 0,5ºC, dicha amplitud ocurre en el mes julio donde hay un modesto descenso de la temperatura.

El histograma de la temperatura máxima diaria promedio (ver

Figura 5.129) indica que mayo (22,5ºC) no solo es el mes cuando ocurren las mayores temperaturas medias, también es la temporada donde se presentan los días más calurosos del año. De igual manera el histograma indica que el primer semestre del año tiende a ser más caluroso que el segundo semestre, claro está que dichos eventos extremos obedecen a los efectos de la oscilación del sur – ENSO en este caso el fenómeno de El Niño. Durante el segundo semestre los meses más calurosos son septiembre y octubre.

Por su parte la temperatura mínima diaria promedio (Ver Figura 5.130) se comporta igual a la temperatura media, donde los meses diciembre, enero, febrero e incluso marzo son los meses donde ocurren los días con registros más bajos de temperatura. Enero se destaca puesto que en este mes ocurren las temperaturas más bajas o mínimas, así mismo los eventos de heladas donde la temperatura supera llega a -1ºC.

Los anteriores histogramas (Ver Figura 5.128,

Figura 5.129 y Figura 5.130) permiten evidenciar que en el área de influencia de la estación ISER PAMPLONA la amplitud térmica (variación térmica entre la temperatura diurna y nocturna) es considerable, es decir, durante el día la temperatura puede variar como se relaciona en la Tabla 5.129.

Tabla 5.129 Amplitud térmica

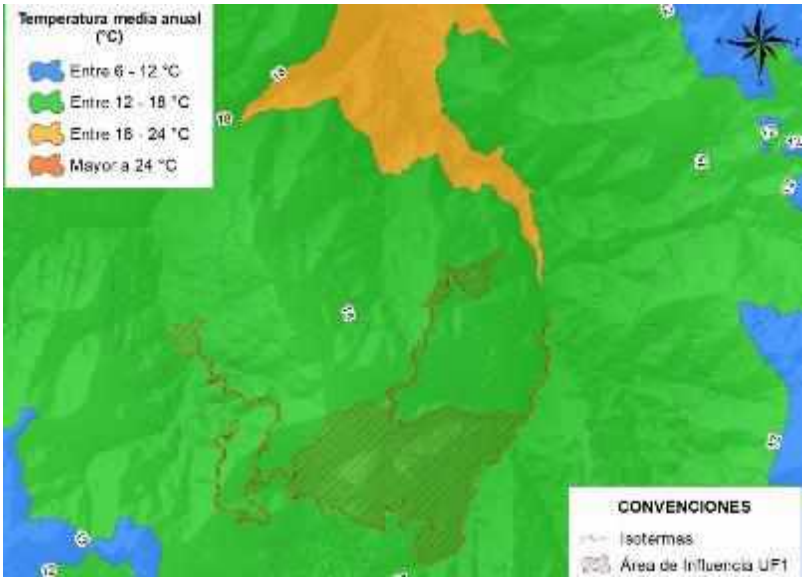
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAXIMA DIARIA PROM.	21,7	22,3	22,4	22,3	22,5	21,8	21,3	21,9	22,5	22,4	21,7	21,2
MÍNIMA DIARIA PROM.	3,0	3,8	5,1	7,5	8,2	8,1	7,3	7,7	7,6	7,4	6,6	4,2
AMPLITUD	18,7	18,5	17,3	14,7	14,3	13,6	14,0	14,3	14,8	15,0	15,1	17,1

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.2.2 Zonificación de la temperatura media

La Figura 5.131 corresponde al resultado de la zonificación térmica, la cual se realizó con base en el gradiente altitudinal y posteriormente se categorizaron los valores de acuerdo con los rangos propuestos por Caldas, insumo para la posterior clasificación climática.

Figura 5.131 Zonificación de la temperatura media anual, con base en el gradiente altitudinal



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.3 Presión atmosférica promedio mensual (mb)

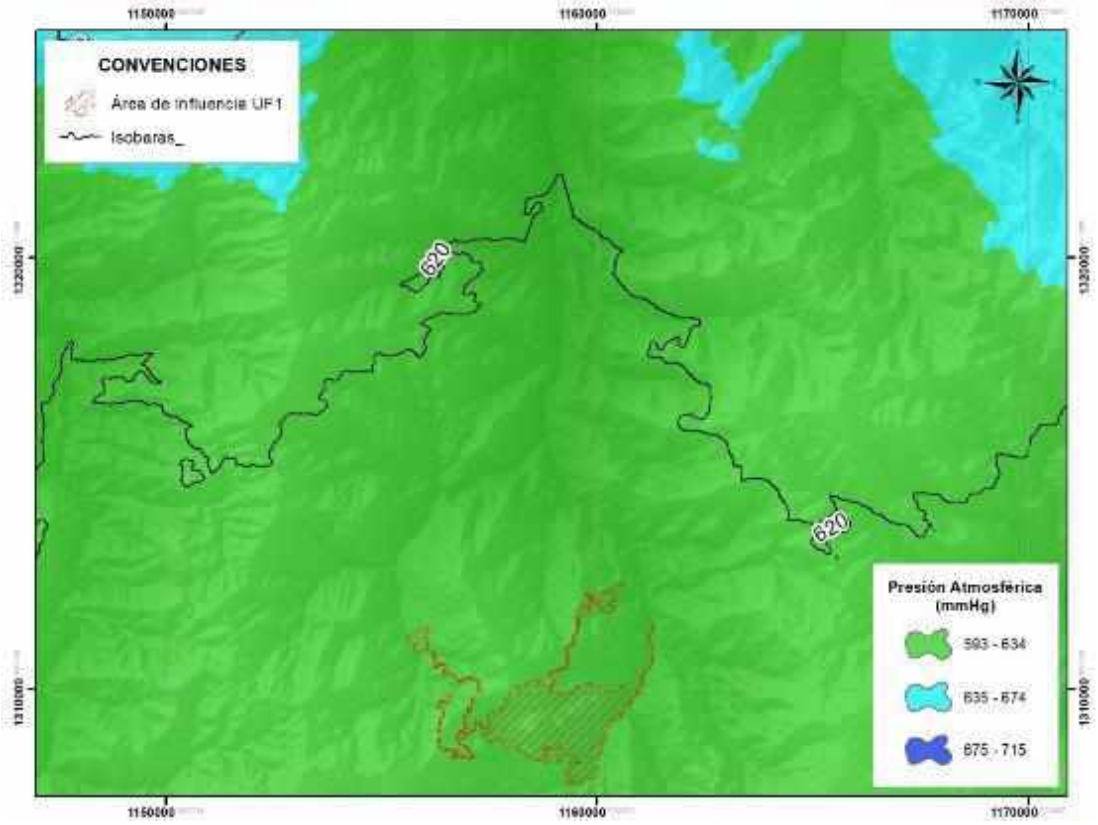
La presión atmosférica es la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra por encima de este punto, por lo cual la presión atmosférica disminuye con la altitud y al mismo tiempo disminuye la cantidad de aire presente en la atmosfera.

Ninguna de las estaciones climáticas cuenta con registros de presión atmosférica por lo tanto el cálculo de la Presión Atmosférica del área de influencia, se basó según lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a partir de la siguiente ecuación:

$$P = 101.3\left(\frac{293 - 0.006z}{293}\right)^{5.26}$$

Los resultados de la zonificación indican que la presión atmosférica media del área de influencia de la UF1 es 600 mmHg, el aumento de la presión respecto a la disminución de la altitud es clara, siendo la presión al norte, sector asociado al municipio Cúcuta de 700 mmHg.

Figura 5.132 Zonificación de la presión atmosférica (mmHg)

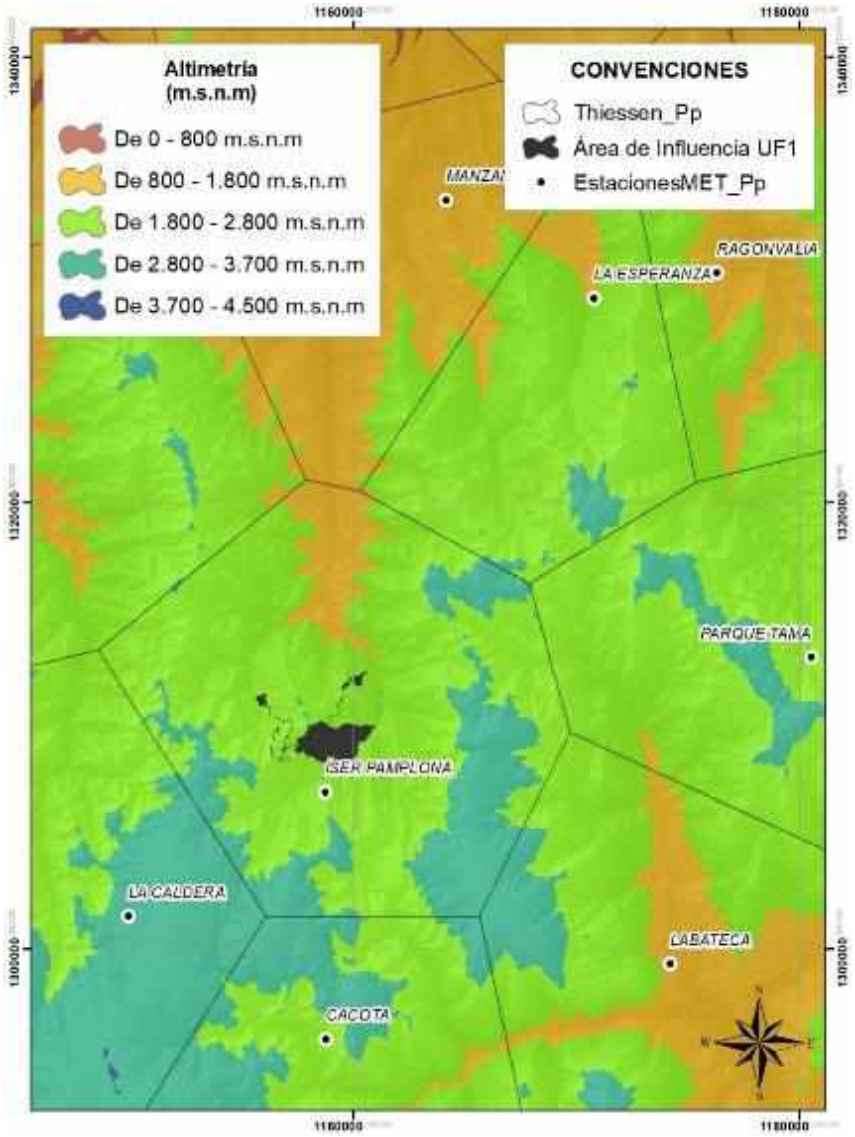


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4 Precipitación media diaria, mensual y anual

Con base en los polígonos de Thiessen (ver Figura 5.133) fue definida el área de influencia de cada una de las estaciones con la finalidad de determinar cuál o cuáles son representativas en relación con el régimen pluvial del área de influencia de la UF1. De acuerdo con lo anterior la estación ISER PAMPLONA abarca en totalidad el área del estudio, por lo tanto, esta estación corresponde a la estación índice, las demás serán utilizadas para la zonificación pluviométrica y como referencia para el comportamiento de la precipitación total anual.

Figura 5.133 Localización de las estaciones IDEAM seleccionadas para el estudio de la precipitación



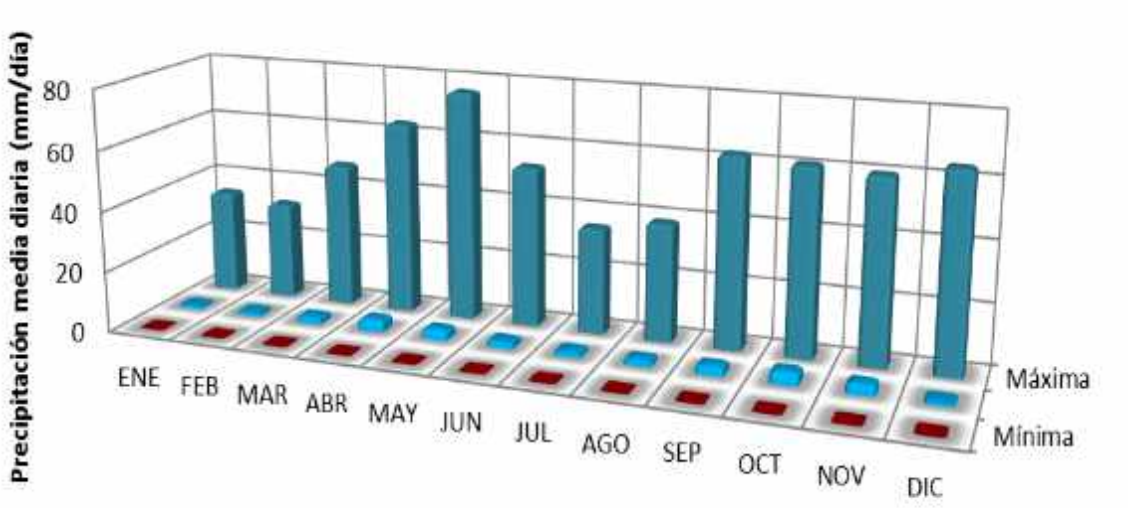
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.1 Precipitación media diaria

De acuerdo al histograma de la precipitación media diaria la pluviosidad tiene un régimen similar a la temperatura media diaria, sin embargo el comportamiento bimodal de este componente climático es concreto, es decir, el histograma claramente expresa que durante el año hay dos temporadas de alta pluviosidad comprendidas por los periodos abril (1,18 mm/dia) – mayo (3,42 mm/día) y septiembre (3,09 mm/día) – noviembre (3,58 mm/día), durante el segundo ocurren mayores precipitaciones tanto en volumen como en temporalidad (el primer periodo de lluvia ocurre durante dos meses, el segundo periodo durante tres meses), el mes con mayor precipitación media diaria es octubre (4,34 mm/día), sin embargo, es mayo cuando pueden ocurrir la mayor precipitación en 24 horas. A partir del primer periodo decrece la precipitación diaria hasta alcanzar en julio 1,80 mm/día, sin

embargo, el periodo comprendido entre diciembre – marzo es cuando la precipitación alcanza su menor índice con 0,93 mm/día, volumen del mes enero. Figura 5.134.

Figura 5.134 Histograma para la precipitación media diaria (mm)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	0,93	1,22	2,21	4,18	3,42	2,40	1,80	2,12	3,09	4,34	3,58	1,32
Máxima	34,5	32,4	48,0	64,0	76,2	53,2	35,2	39,0	63,0	61,6	60,5	64,6

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Es importante tener presente que la amplitud o variación entre la precipitación mínima (para todos los meses la precipitación mínima diaria es 0 mm) e incluso la media ante la máxima es bastante amplia. Es decir, en el área de influencia de la UF1 según los registros de la estación ISER PAMPLONA aún en el mes enero (mes históricamente de menor precipitación) puede llegar a ver precipitaciones desde 0 mm hasta 34,5 mm. El mes donde mayor es la amplitud de una posible precipitación es mayo con una variación de 72,8 mm. Tabla 5.130.

Tabla 5.130 Amplitud entre la precipitación media diaria y diaria máxima

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
max/dia	34,5	32,4	48,0	64,0	76,2	53,2	35,2	39,0	63,0	61,6	60,5	64,6
med/día	0,9	1,2	2,2	4,2	3,4	2,4	1,8	2,1	3,1	4,3	3,6	1,3
AMPLITUD	*33,6*	*31,2*	*45,8*	*59,8*	*72,8*	*50,8*	*33,4*	*36,9*	*59,9*	*57,3*	*56,9*	*63,3*

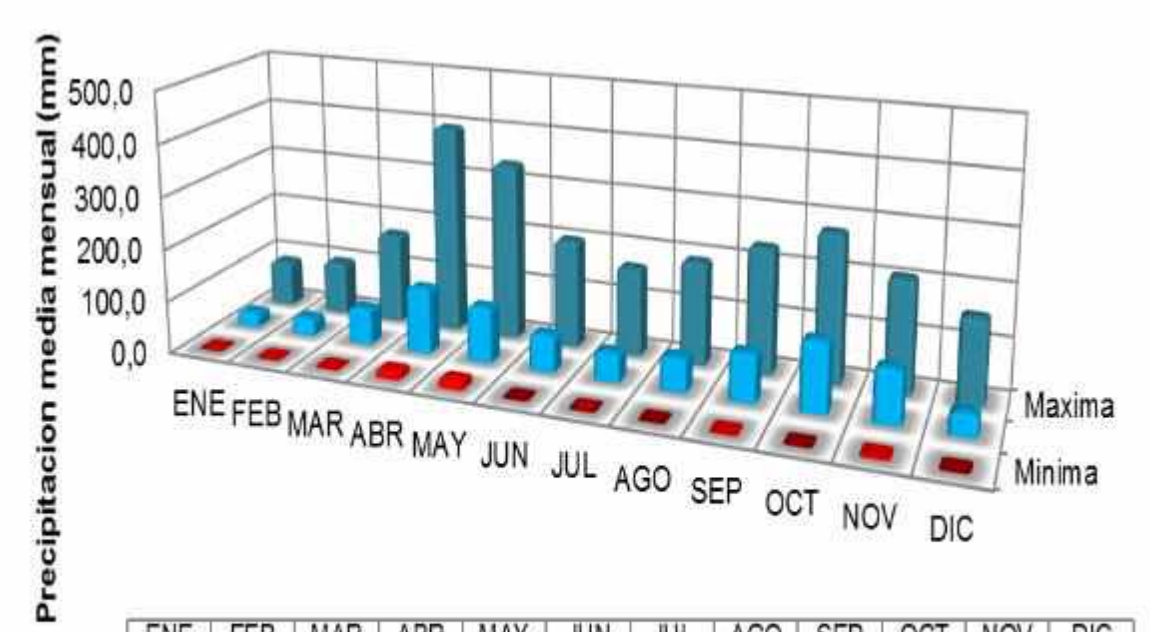
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.2 Precipitación Media mensual

El histograma de la precipitación media mensual multianual indica que los meses con mayor precipitación son abril y octubre, los periodos descritos con alta pluviosidad son los mismos indicados para la precipitación media diaria (abril – mayo y septiembre – noviembre), sin embargo hay una diferencia a esta escala (precipitación media mínima) y es que durante el

periodo entre las dos temporadas de lluvias, es decir, entre junio –agosto puede llegar a ocurrir una temporada de escazas, hasta ausentes lluvias, escenario tal de un año o temporada con eventos extremos tal como un año bajo la influencia del fenómeno de El Niño. Figura 5.135.

Figura 5.135 Histograma para la precipitación media mensual (mm)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Minima	0,6	1,6	1,7	16,8	17,8	0,0	0,5	0,0	1,4	0,0	5,3	0,4
Media	28,8	34,4	70,0	125,2	106,0	70,4	54,5	64,5	90,6	131,2	100,5	41,3
Maxima	89,5	102,1	174,9	400,1	340,1	205,6	168,6	195,6	237,8	280,0	212,1	158,9

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.3 Precipitación Media total anual

El análisis a la precipitación total anual se realizó para las estaciones relacionadas en la Tabla 5.131.

Tabla 5.131 Estaciones IDEAM para análisis de precipitación total anual

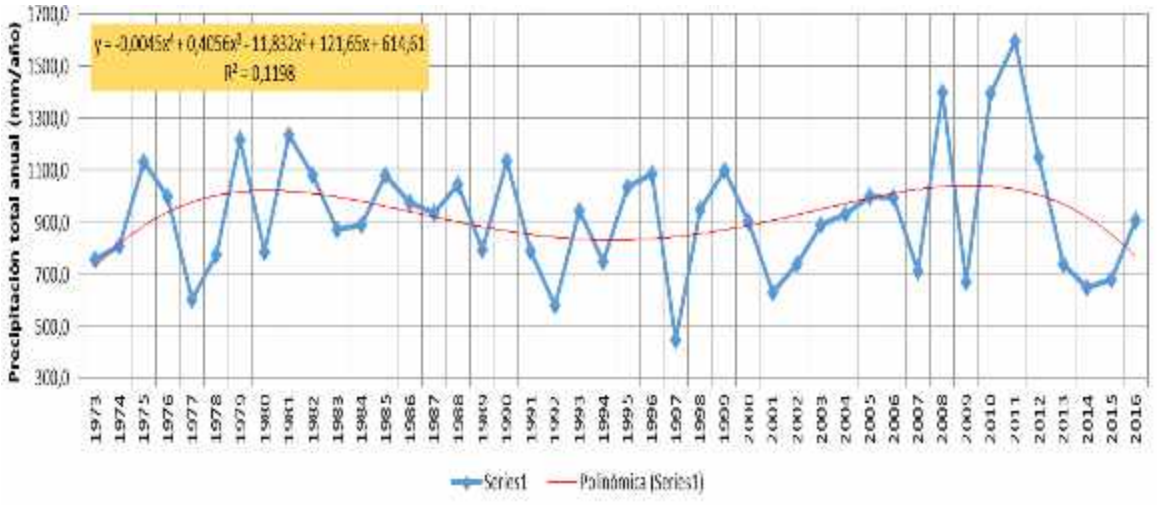
Estación	Altura (msnm)	Fecha de instalación	Precipitación total anual (mm/año)
(1) ISER PAMPLONA	2476,90	1972	923
(2) CACOTA	2467,44	1958	717
(3) LA CALDERA	3103,41	1976	1245

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Las estaciones son vecinas y se encuentran en rangos altitudinales comunes para el caso de 1 y 2 (rango 1800 a 2800 msnm - frío), la estación 3 (rango 2800 a 3700 msnm – muy frío), están separadas orográficamente y no corresponden a la misma cuenca hidrográfica,

sin embargo fueron utilizadas como referencia (ver Figura 5.137 y Figura 5.138) para los registros y comportamientos identificados para la estación índice ISER PAMPLONA (ver Figura 5.136).

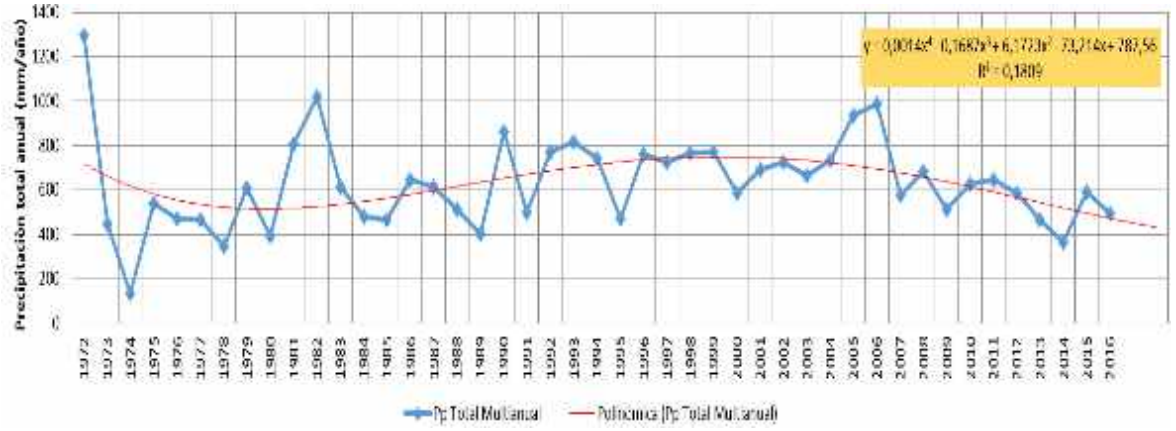
Figura 5.136 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación ISER Pamplona



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

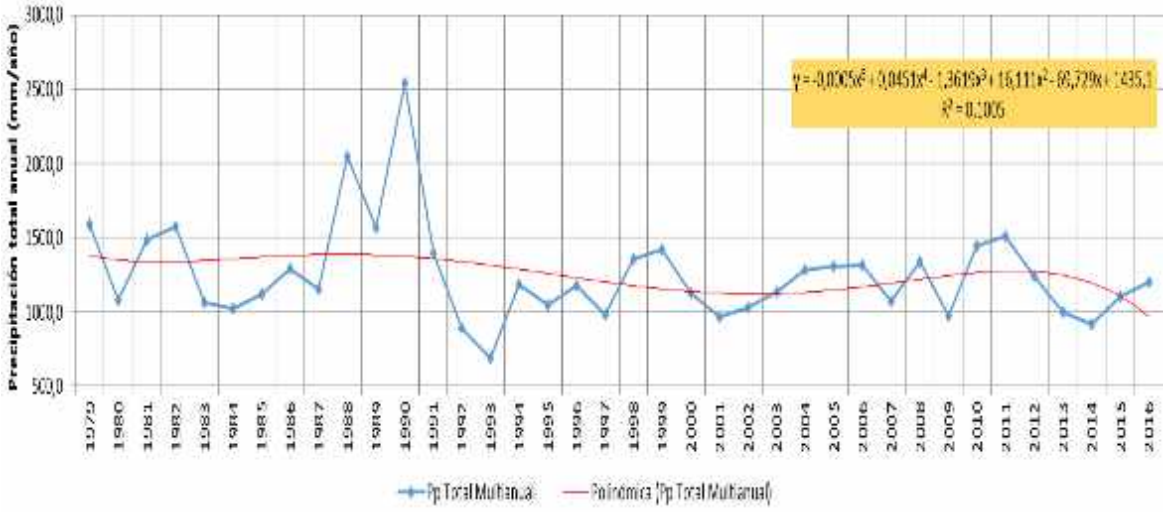
El histograma de la precipitación total anual (promedio multianual) indica que desde la década de los setentas hasta la actualidad la precipitación total anual tiene un comportamiento oscilante, en el área de influencia de ISER PAMPLONA puede observarse que a partir desde finales de la primera década del siglo la precipitación ha logrado niveles máximos mayores a los alcanzados históricamente en las tres décadas anteriores (desde los 70s hasta finales de los 90s, Tabla 5.131), así mismo la diferencia entre los años con eventos extremos de baja precipitación versus años con eventos extremos de alta precipitación situación que ejerce mayor presión sobre los sistemas de alertas tempranas y su respectiva respuesta pues la precipitación puede llegar a contar con casi 600mm más que el volumen medio histórico.

Figura 5.137 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) - Estación Cacota



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.138 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación La Caldera



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.4 Zonificación pluviométrica

La zonificación e isoyetas fueron determinadas con base en las estaciones IDEAM relacionadas en la Tabla 5.132.

Tabla 5.132 Estaciones meterologicas utilizadas para la determinación de isoyetas y zonificación pluviométrica UF1

Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16010010	VILLA DEL ROSARIO	PM	1967-2017
16010080	LA DONJUANA 1	PM	1954-1977
16010110	MANZANARES	PM	1990-2017
16015030	LA ESPERANZA	CO	1979-2017
16015090	PARQUE TAMA	CP	1989-2017
16020080	CUCUTILLA	PM	1959-2017
16020110	LA CALDERA	PM	1976-2017

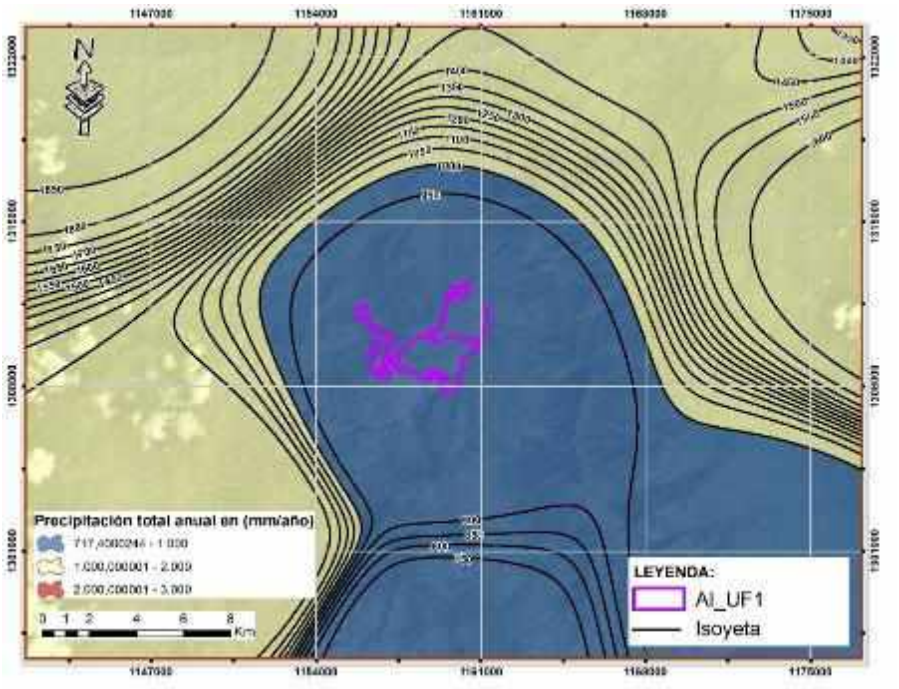
Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16025030	SALAZAR	CP	1987-2017
16010020	LA DONJUANA 2	PM	1973-2017
16015020	ISER PAMPLONA	AM	1972-2017
16015100	RAGONVALIA	CP	2000-2017
16020050	ARBOLEDAS	PM	1959-2017
16025010	CARMEN DE TONCHALA	CP	1987-2017
37010010	LABATECA	PM	1956-2017
37010030	CACOTA	PM	1959-2017
16010010	AEPTO CAMILO DAZA	SP	1944-2017

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Los resultados indican que el área de influencia de las 15 estaciones cuenta con tres denominaciones por precipitación (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I.Sinchi, IIAP, 2007): muy seco (de 501 a 1000 mm/año), seco (de 1001 a 2000 mm/año) y húmedo (de 2001 a 3000 mm/año). Los sectores con menor precipitación (muy seco) se encuentran al norte (ver Figura 5.139) hacia los municipios Cúcuta y Los Patios, y al sur hacia el municipio Pamplona, donde se ubica el área de influencia de la UF1. El sector con mayor precipitación es Carmen de Tonchalá occidente del municipio Cúcuta. El territorio restante y mayoría de área corresponde a denominación “seco”.

De acuerdo con las isoyetas la precipitación total anual promedio asociada al área de influencia de la UF1 es 1000 mm/año.

Figura 5.139 Zonificación pluviométrica e isoyetas (200mm)



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.5 Humedad relativa

La humedad relativa regula la dinámica de la evaporación y transpiración en el ciclo del agua (Fries, Rollenbeck, Nauß, Peters, & Bendix, 2012). El análisis de su comportamiento partió de la revisión del estado de los registros de las estaciones ISER PAMPLONA, ESPERANZA LA, TAMA PARQUE NAL, RAGONVALIA, CARMEN DE TONCHALÁ y SALAZAR, dicha revisión revela que hay ausencia de datos frecuente la cual puede generar distorsión respecto al escenario real, por lo tanto serán considerados los registros cuando falten hasta 8 días sin información, los demás no serán considerados para determinar medios, máximos, mínimos u otra información estadística necesaria para la caracterización del componente climático.

5.1.10.1.5.1 Media, máxima y mínima mensual

De acuerdo con el histograma (Figura 5.140) durante el periodo comprendido entre mayo y septiembre se encuentran los valores más bajos de humedad relativa, el menor de los valores promedios mensuales multianuales se presenta en julio (72%). Dicho periodo coincide con el descenso de lluvias que ocurre entre abril y octubre, sin embargo, durante los meses con precipitación mínima (diciembre – febrero) la humedad relativa se mantiene cercana al promedio anual de 77%, situación que ocurre debido a la nubosidad de dichos meses que amortigua la radiación solar, manifestándose también en bajas temperaturas y reducida evapotranspiración. Los valores máximos de humedad relativa ocurren en noviembre y abril, meses con alta precipitación y temperatura.

Figura 5.140 Histograma de la humedad relativa mensual multianual

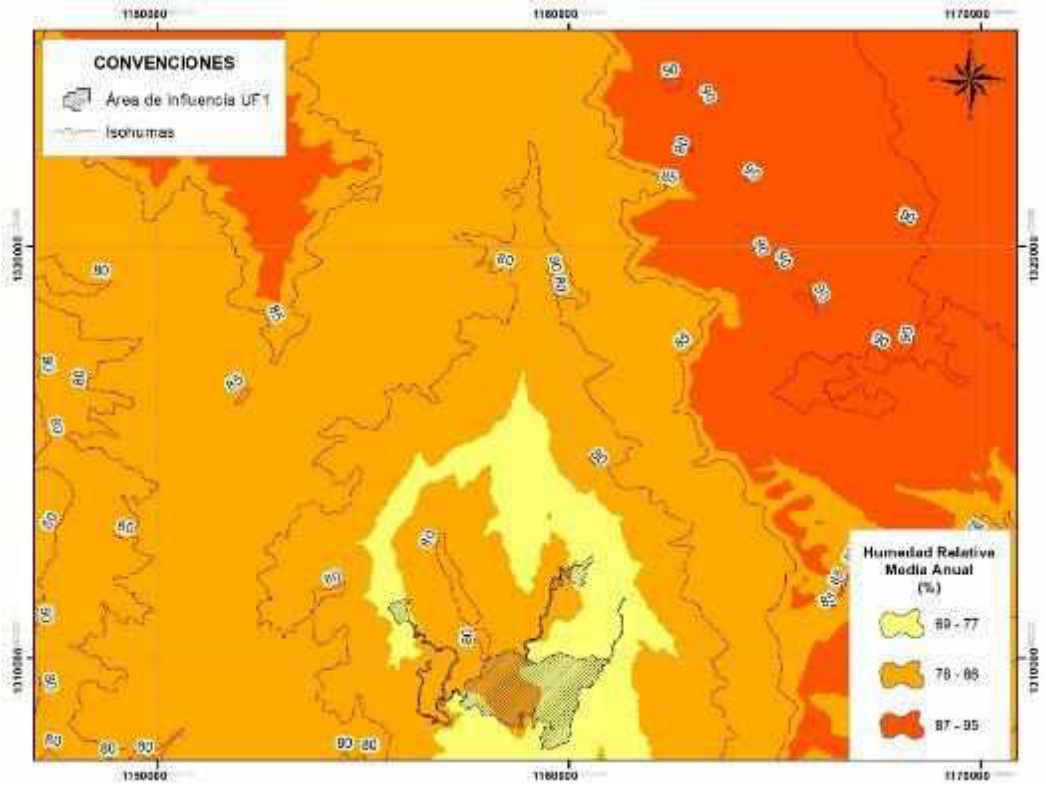
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MIN	69	71	72	70	70	69	66	64	65	68	73	67
MED	78	78	78	79	76	73	72	73	74	77	81	79
MAX	86	86	86	89	84	80	81	86	79	86	91	84

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.5.2 Zonificación de la humedad relativa

Se realizó con base en el gradiente altitudinal (ver Figura 5.141) el cual indica que la humedad relativa (HR) desciende con el aumento de la altitud. De acuerdo con las isohumas la HR_{media} para el área de influencia de la UF1 es 77%. Los sectores con menor humedad se encuentran asociados al cerro “Cristo Rey”, donde se presentan las mayores latitudes y menores temperaturas de dicha área. La HR aumenta conforme disminuye la altura en sentido al cauce del río Pamplonita, en cuyas inmediaciones se presentan los mayores porcentajes de humedad.

Figura 5.141 Zonificación de la humedad relativa e isohumas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.6 Viento

5.1.10.1.6.1 Dirección y velocidad

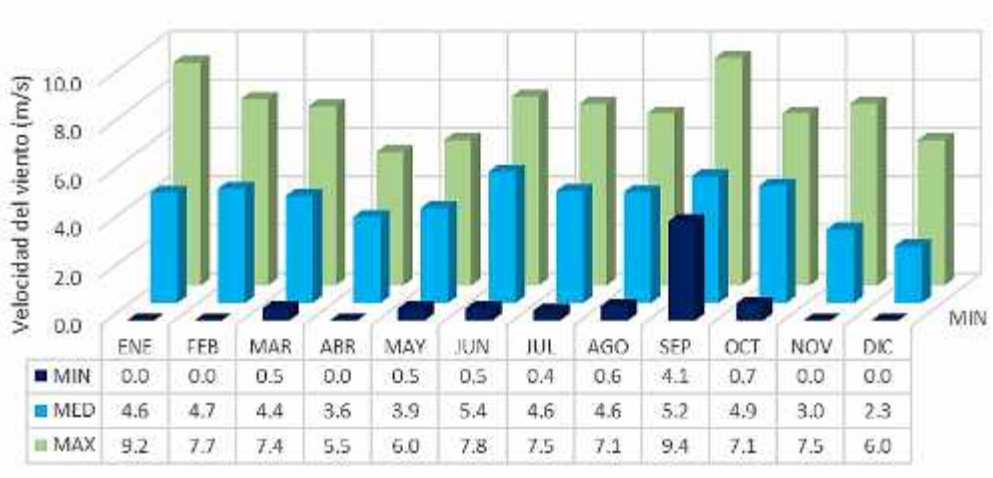
Los registros diarios mensuales multianuales de las estaciones climáticas ISER PAMPLONA, ESPERANZA LA, TAMA PARQUE NAL, RAGONVALIA, CARMEN DE TONCHALÁ y SALAZAR se encuentran fragmentados y predomina la ausencia de datos, únicamente en la estación ISER PAMPLONA hay un año con información completa, los demás años cuentan escasamente con un mes con información, por lo tanto la dirección y velocidad media mensual representará el episodio de un solo año y no se considera representativa totalmente del comportamiento del viento, sin embargo puede ser usada

como referencia y posteriormente confrontada a la rosa de los vientos de la estación ISER PAMPLONA.

De acuerdo con la escala Baufort (NOAA / National Weather Service, 2018) los vientos medios del año 2008 (Figura 5.142) se clasifican como “Brisa Leve”, la cual se define como “La acción del viento se percibe sobre la cara; se percibe el susurrar de las hojas de las plantas; las veletas comunes se mueven por la acción del viento”. La velocidad máxima ocurre en enero y septiembre, su clasificación es “Vientos refrescantes”, se define como “en los árboles pequeños el ramaje comienza a mecerse y se forman pequeñas crestas en las ondas de aguas”, los demás meses se clasifican como “Brisa moderada”.

La velocidad de los vientos de acuerdo con los registros diarios mensuales del año 2008 indica que los meses con vientos más veloces son junio y septiembre, sin embargo, las velocidades máximas ocurren en enero y septiembre. Diciembre cuenta con los vientos más lentos del año, no obstante, durante enero, febrero, marzo noviembre y diciembre los vientos pueden llegar a ausentarse, lo cual beneficia a la humedad relativa, por ende, a la evaporación y transpiración. Figura 5.142.

Figura 5.142 Velocidad del viento (m/s) - Año 2008



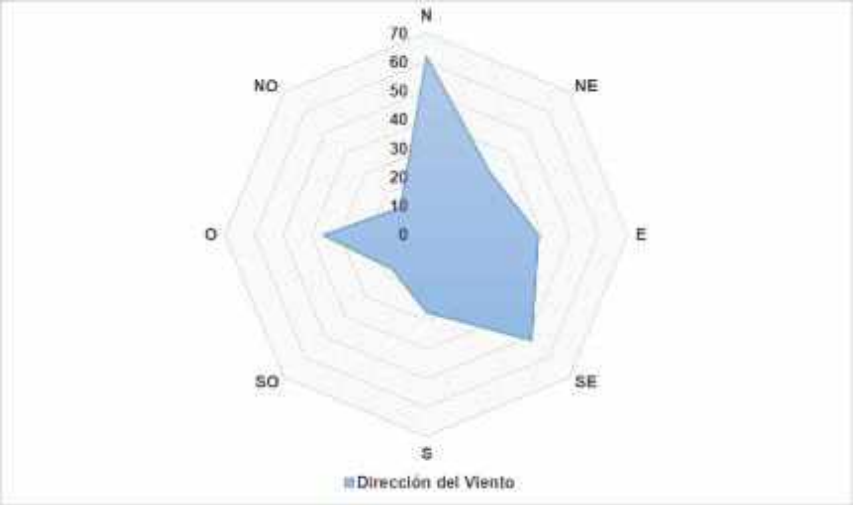
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MIN	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.4	0.6	4.1	0.7	0.0	0.0
MED	4.6	4.7	4.4	3.6	3.9	5.4	4.6	4.6	5.2	4.9	3.0	2.3
MAX	9.2	7.7	7.4	5.5	6.0	7.8	7.5	7.1	9.4	7.1	7.5	6.0

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Según las direcciones registradas (

Figura 5.143) diariamente en el año 2008 la dirección del viento dominante fue el norte (N), seguida muy de cerca por el sureste (SE), en menor media occidente (O) seguida por el este (E).

Figura 5.143 Dirección del viento

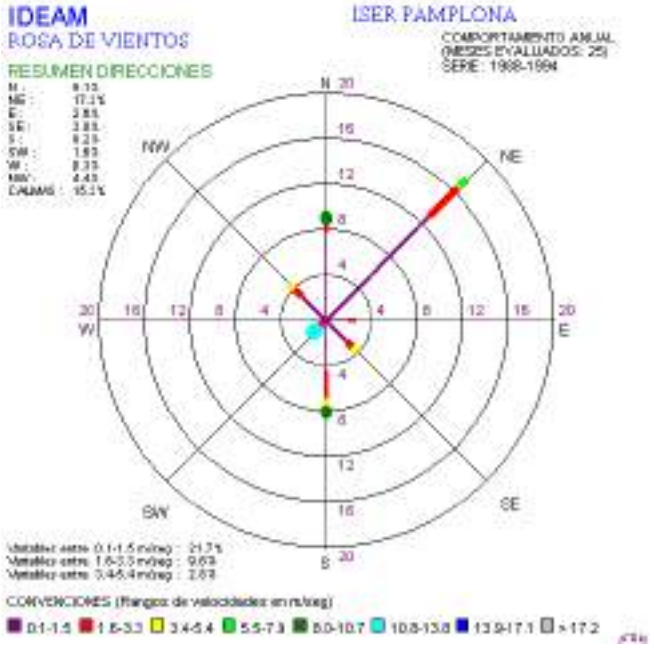


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.6.2 Rosa de los vientos

De acuerdo con los datos de dirección del viento suministrados por la estación ISER PAMPLONA (Figura 5.144), se cuenta con datos con un periodo de 25 meses evaluados entre 1988 – 1994, donde la dirección predominante del viento es noreste y la velocidad máxima registrada se encuentra dentro del rango de 5.5 a 7.9 m/s en dirección al noreste, hacia el valle del rio Pamplonita.

Figura 5.144 Rosa de los vientos estación ISER PAMPLONA



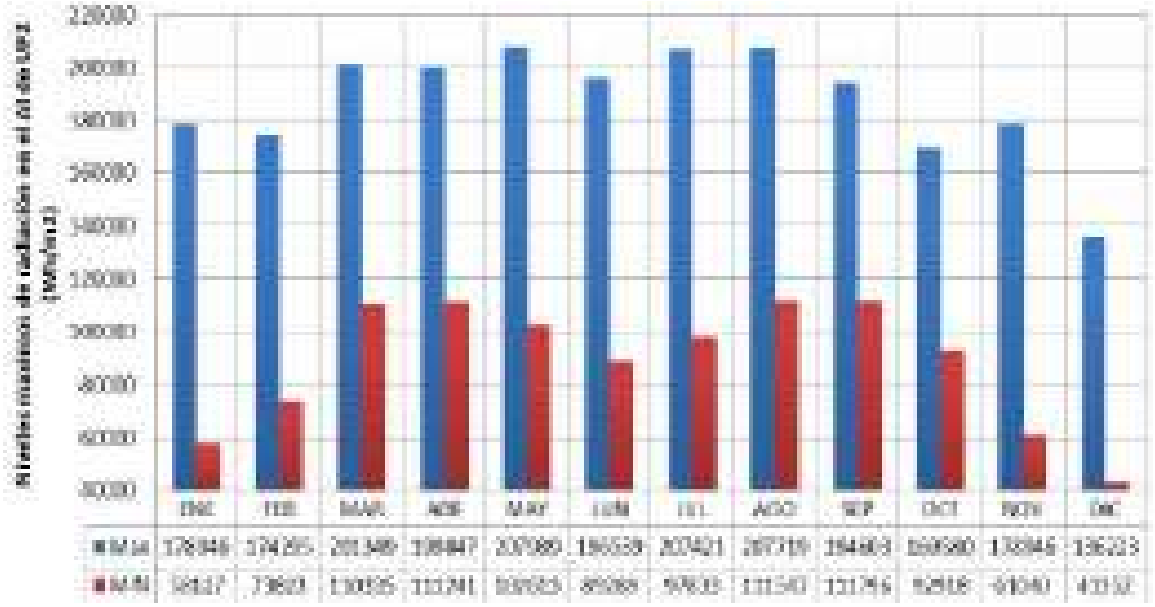
Fuente: IDEAM, 2017

5.1.10.1.7 Radiación solar (Irradiación solar o insolación)

De acuerdo con el IDEAM "la radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima"

Ninguna de las estaciones climatológicas consultadas cuenta con mediciones de radiación solar, por lo tanto, la caracterización de este componente climático se realizó con base en la función Radiación Solar de Áreas del software ArcGIS proyectando la radiación potencial durante 2018, elemento referencia y que expone espacialmente la incidencia de la radiación solar, los resultados se presentan en dos histogramas (Figura 5.145) de los niveles de radiación solar máxima y mínima en el área de influencia de la UF1 y así mismo la zonificación de la radiación solar (Figura 5.146 y Figura 5.157):

Figura 5.145 Histograma de la radiación solar máxima y mínima año 2018 – Al UF1



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

De acuerdo con el histograma se puede observar que los meses durante los cuales la incidencia de la radiación solar es mayor sobre todo el territorio del área de influencia son los periodos marzo – abril y agosto – octubre. Los meses con los niveles de radiación máxima corresponden a mayo, julio y agosto; los que presentan menor radiación diciembre, enero y febrero.

5.1.10.1.7.1 Zonificación de la radiación solar

Los sectores con menor radiación corresponden a la vertiente nororiental del cerro "Cristo Rey" precisamente por donde cruza el trazado parte del túnel y vía en superficie, sector asociado también a la quebrada San Antonio; la radiación también tiene una baja incidencia en los sectores circundantes a los cauces de las quebradas Zipachá y demás drenajes menores.

Entre enero y marzo las mayores radiaciones ocurren en el sector occidental del área de influencia (casco municipal de Pamplona y vereda Sabaneta Alta), entre abril y octubre la radiación tiene su mayor incidencia en el sector central del área de influencia correspondiente a la vereda Alcaparral, durante los meses noviembre y diciembre la incidencia mayor de la radiación vuelve al sector occidental del AI. El sector norte, oriental y sur del AI es donde a lo largo del año se presentan radiaciones medias a mínimas. Figura 5.146 a Figura 5.157.

Figura 5.146 Radiación Solar Ene 2018

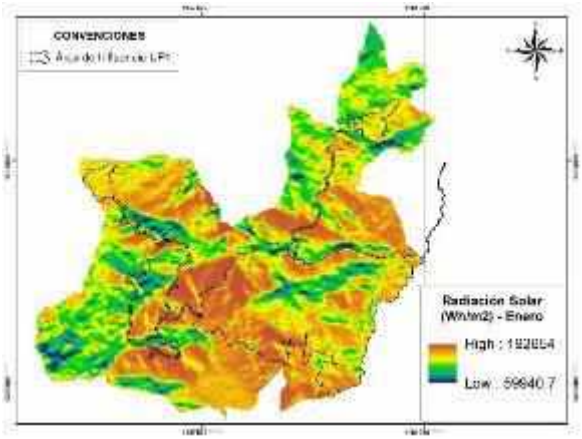


Figura 5.147 Radiación Solar Feb 2018

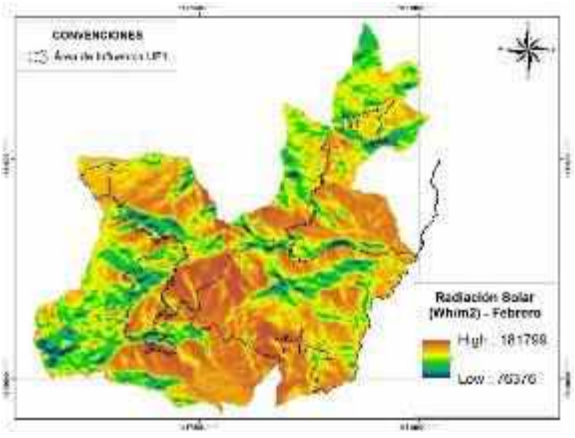


Figura 5.148 Radiación Solar Mar 2018

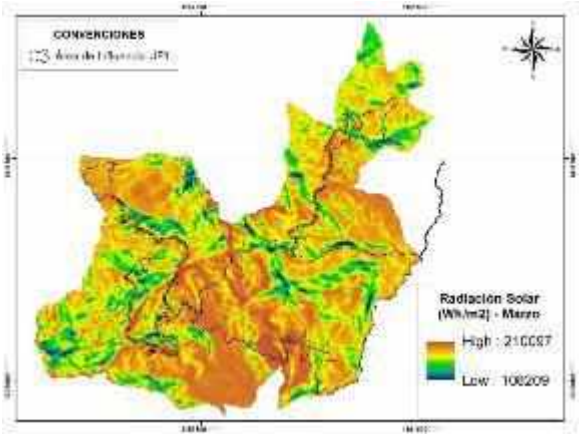


Figura 5.149 Radiación Solar Abr 2018

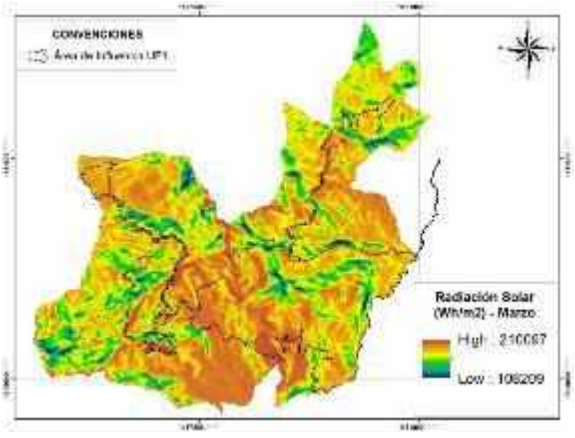


Figura 5.150 Radiación Solar May 2018

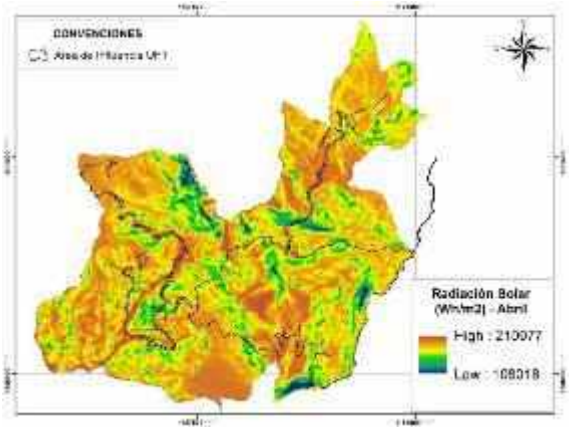


Figura 5.151 Radiación Solar Jun 2018

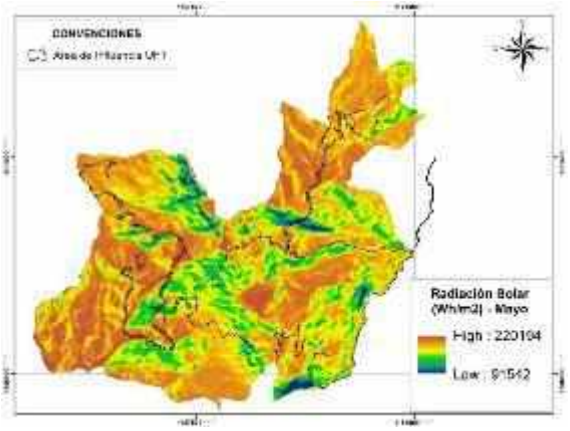


Figura 5.152 Radiación Solar Jul 2018

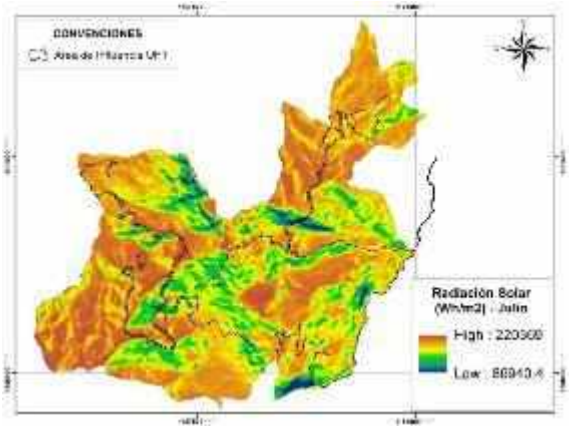


Figura 5.153 Radiación Solar Ago 2018

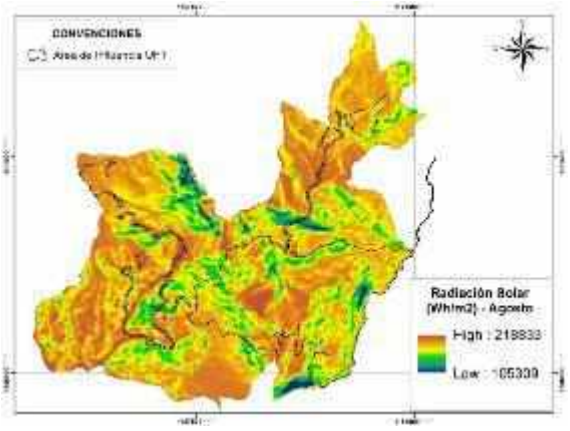


Figura 5.154 Radiación Solar Sep 2018

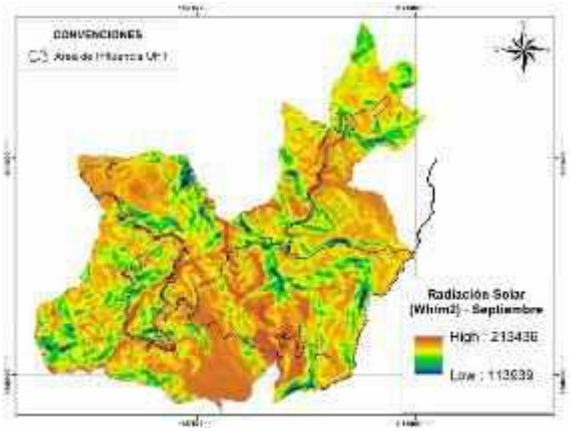


Figura 5.155 Radiación Solar Oct 2018

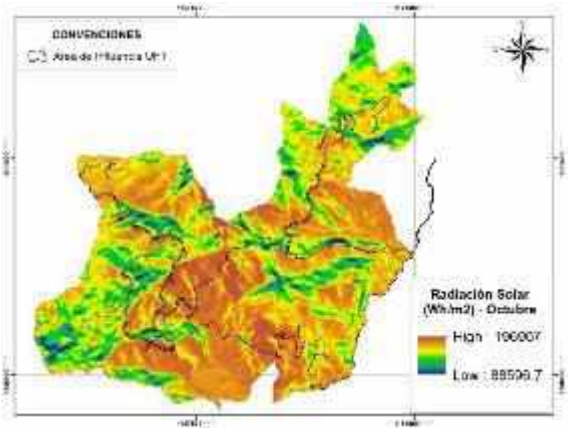


Figura 5.156 Radiación Solar Nov 2018

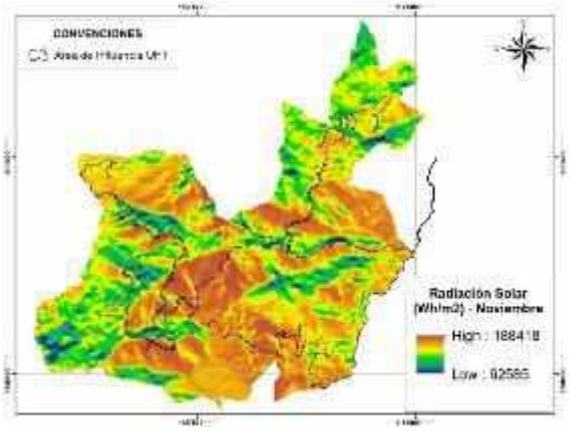
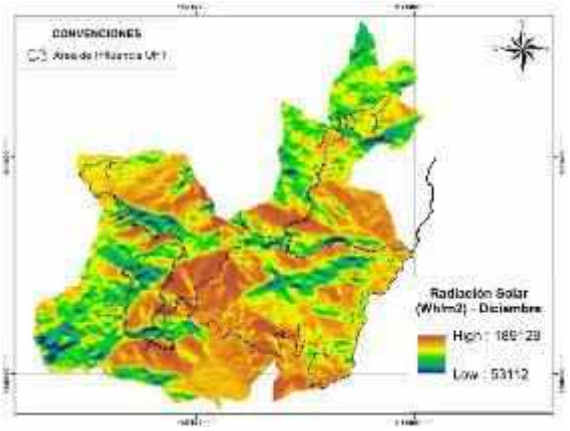


Figura 5.157 Radiación Solar Dic 2018



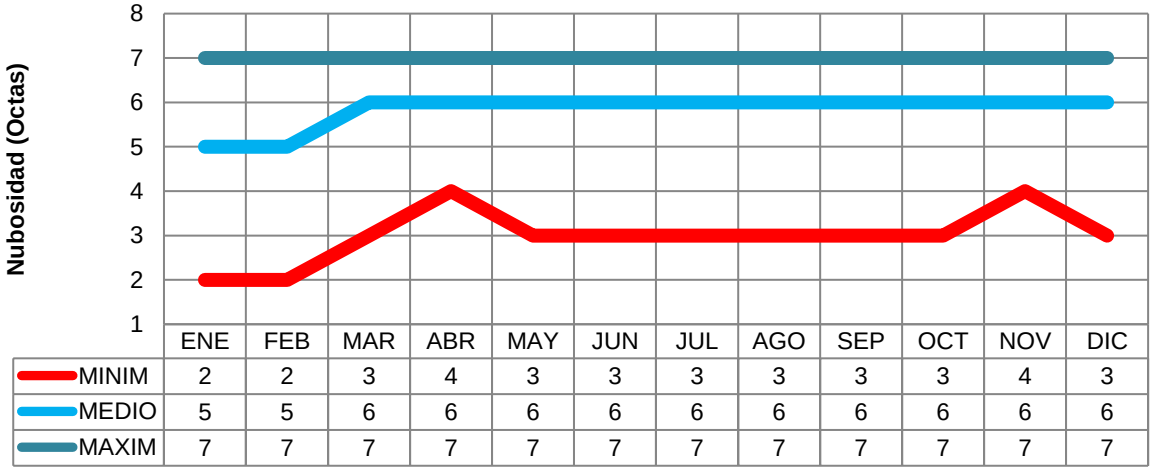
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.8 Nubosidad

La octa es la medida utilizada para el cálculo de la nubosidad presente en una zona determinada y equivale a un octavo de la porción de cielo observado, o sea 5/8 del cielo cubierto. Según la clasificación general del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, correspondería a un cielo parcialmente cubierto.

El comportamiento de la nubosidad fue determinado con base en los registros mensuales multianuales de la estación TAMA PARQUE NAL, de acuerdo con el histograma (Figura 5.158) la nubosidad se comporta de la siguiente manera:

Figura 5.158 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MINIM	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
MEDIO	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
MAXIM	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

De acuerdo con los resultados durante enero y febrero la media indica cielos nubosos, durante el resto del año, es muy nuboso, sin embargo, la amplitud entre la nubosidad mínima y máxima es amplia es decir durante un día puede ocurrir cielos muy nubosos a

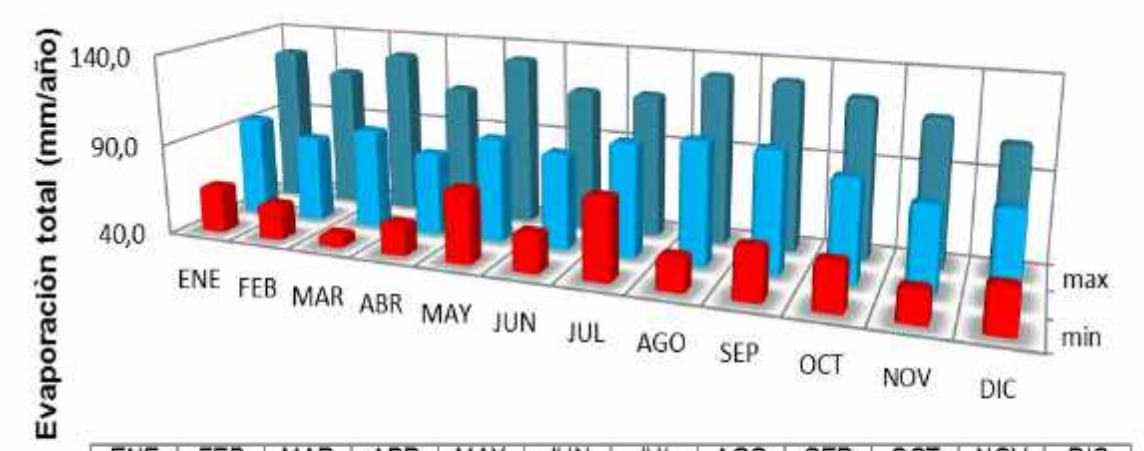
poco nubosos, situación que altera la incidencia de la radiación solar, por ende temperatura, lo cual repercute sobre la evaporación, humedad y evapotranspiración, lo que a su vez interfiere en ciclo hidrológico.

5.1.10.1.9 Evaporación

De acuerdo al histograma (Figura 5.159) la evaporación tiene un comportamiento que oscila bastante en el primer semestre, en donde los meses febrero y abril presentan los menores volúmenes de evaporación, dicho fenómeno obedece a la saturación de agua en el aire (humedad relativa), así mismo a la alta nubosidad, menor incidencia de la radiación solar, la menor cantidad de horas de brillo solar (

Figura 5.160) y las menores velocidades del viento por lo tanto la nubosidad se mantiene durante el tiempo, dicho escenario tiene directa incidencia sobre los niveles de evaporación registrados. Los meses con mayor evaporación ocurren en el segundo semestre durante el periodo julio – septiembre, a partir de allí desciende hasta noviembre.

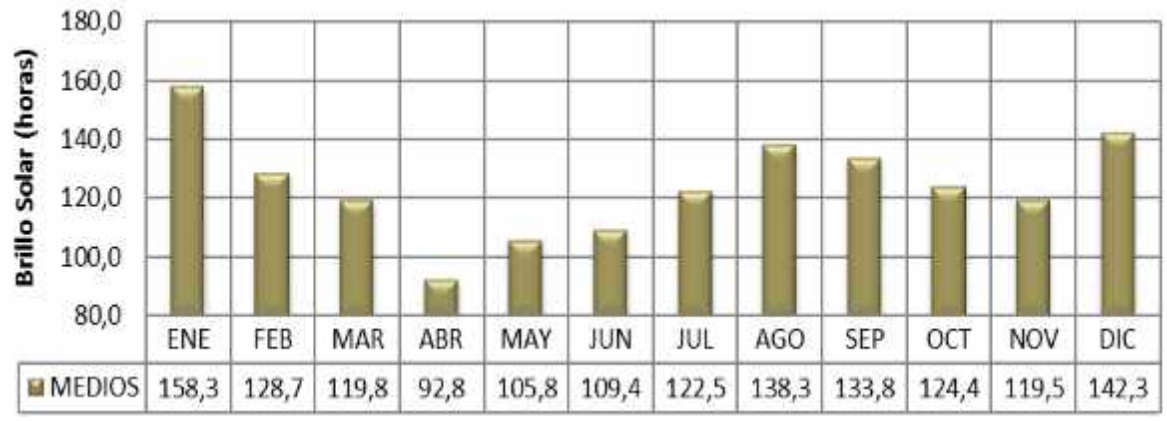
Figura 5.159 Histograma Evaporación total mensual (mm/me)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
min	65,9	59,6	47,2	57,6	80,0	61,3	84,4	58,2	68,0	65,5	57,0	63,7
med	95,2	87,6	95,2	85,5	97,2	92,7	101,9	106,6	105,5	94,7	85,5	87,8
max	128,4	118,6	130,9	113,9	133,5	118,4	118,9	132,1	131,7	125,7	118,6	108,4

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.160 Histograma del brillo solar (horas)

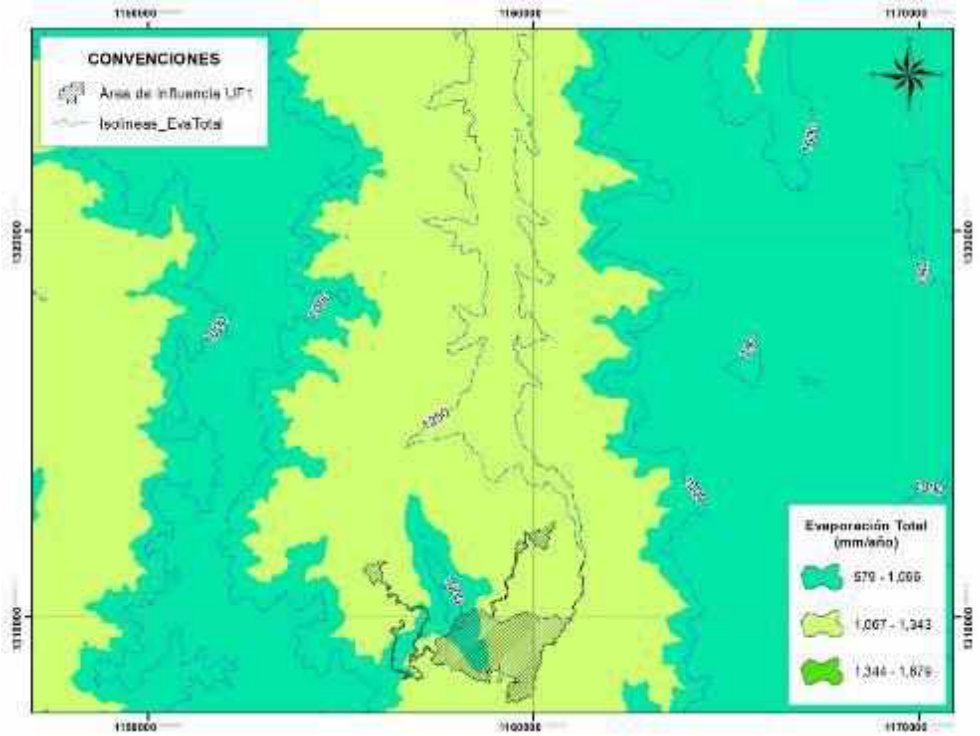


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.10 Zonificación de la evaporación

De acuerdo con la zonificación de la evaporación se puede determinar que el área de influencia de la UF1 en el sector asociado a la vertiente sur occidental del cerro “Cristo Rey” potencialmente ocurre menos evaporación, por ende, menor evapotranspiración, situación que cambia en el sector oriental de la AI, asociado a la vertiente occidental del cerro donde los niveles de evaporación aumentan hacia la tasa media.

Figura 5.161 Zonificación de la evaporación total



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.11 Clasificación climática

Fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018 Tabla 5.133) y la clasificación de Lang (1915 Tabla 5.134). Los insumos para la clasificación son la elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (ºC).

Tabla 5.133 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM

Determinación termal	Rangos altitudinales (m.s.n.m)	Rangos de temperatura
Cálido	0 – 800	>24ºC
Templado	800 – 1.800	24 ºC - 18 ºC
Frío	1.800 – 2.800	18 ºC - 12 ºC
Muy frío	2.800 – 3.700	12 ºC - 6 ºC
Extremadamente	3.700 – 4.500	6 ºC – 1,5 ºC
Nival	>4.500	<1,5 ºC

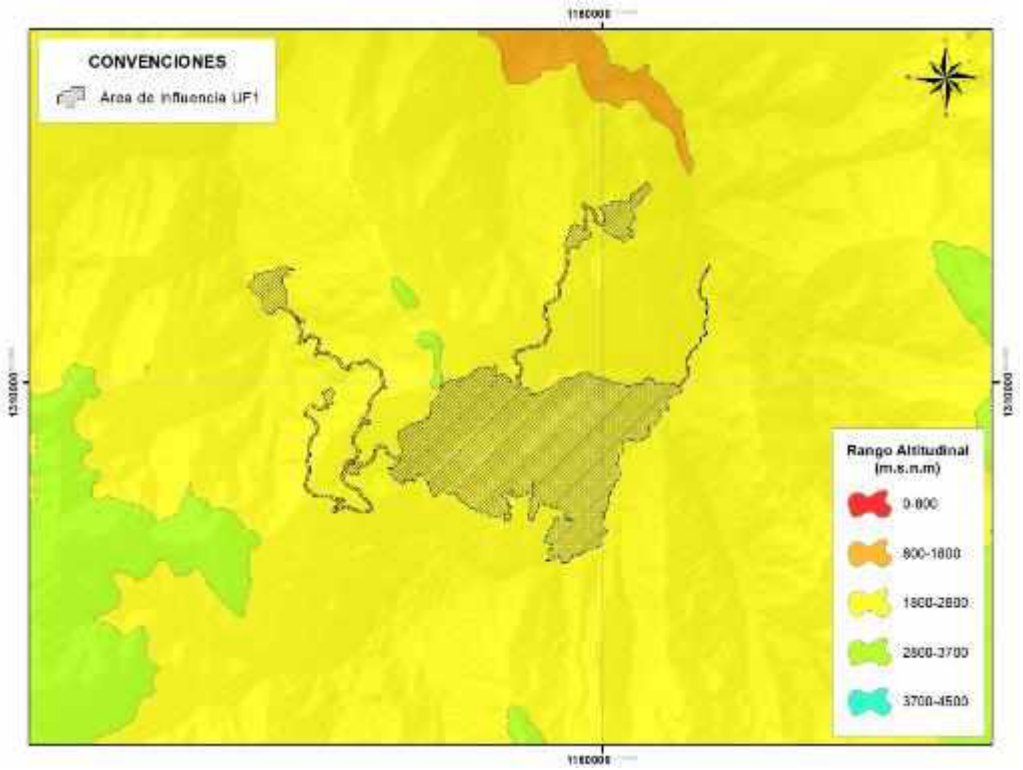
Fuente: IDEAM, 2014

Tabla 5.134 Rangos de la clasificación climática de Lang, con seis (6) provincias de humedad

Factor Lang (P/T)	Provincia de humedad	Símbolo
0-20	Desértico	D
20,1-40	Àrido	A
40,1-60	Semiárido	Sa
60,1-100	Semihúmedo	Sh
100,1-160	Húmedo	H
>160	Superhúmedo	SH

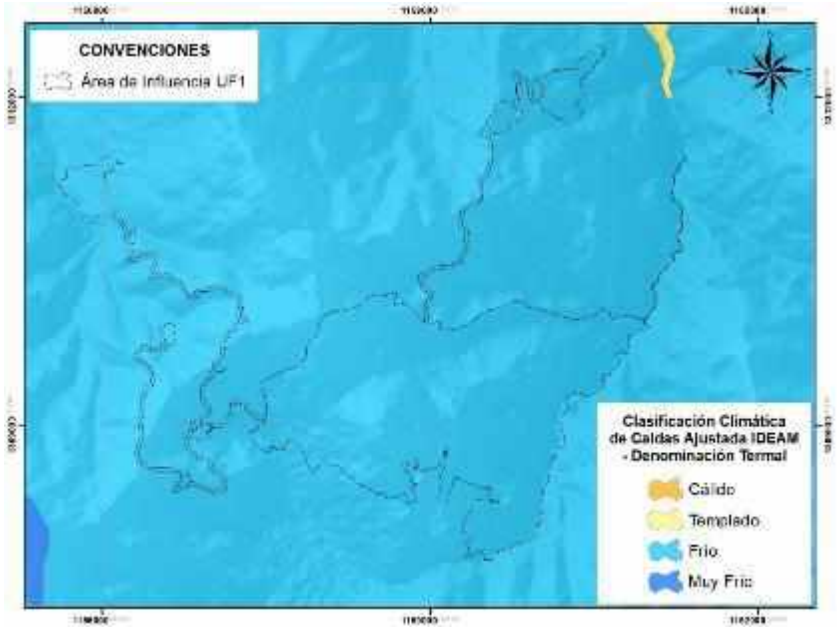
Fuente: IDEAM, 2014

Figura 5.162 Rangos Altitudinales – Caldas



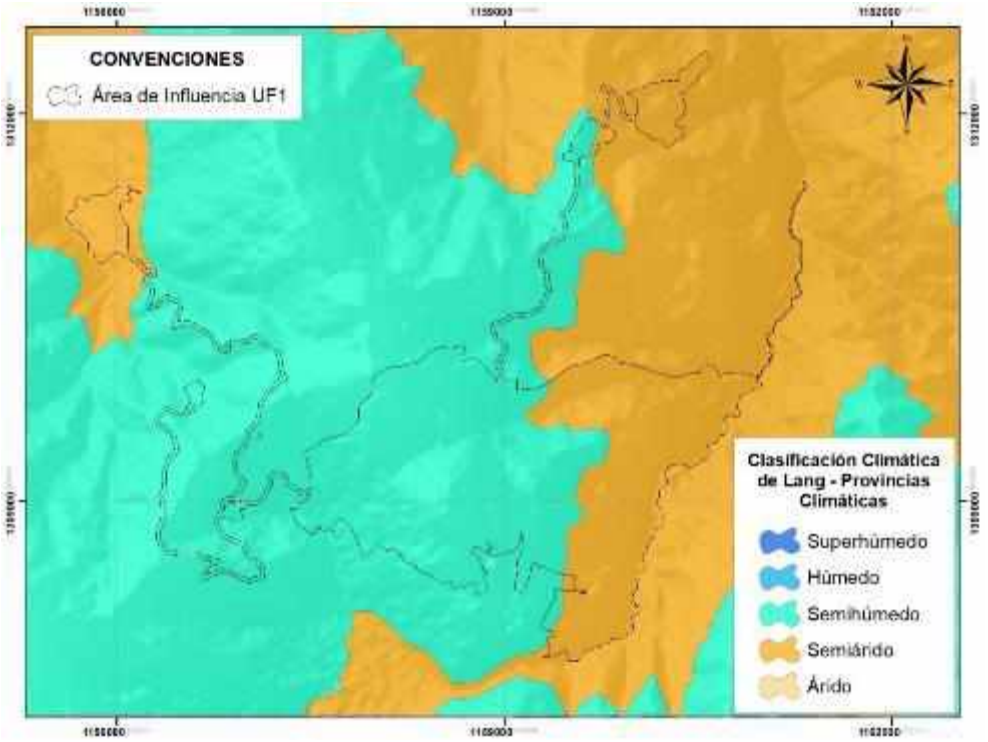
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 201820

Figura 5.163 Denominación termal – Caldas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.164 Provincias de humedad de Lang



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones

En el mes de noviembre de 2017 se desarrolló el inventario de fuentes de emisión susceptibles de generar contaminación atmosférica en el área de influencia para la unidad funcional 1. Se identificaron tanto fuentes fijas como fuentes móviles siendo clasificadas de acuerdo con lo estipulado en el artículo 18 del decreto 948 de 1995 así:

i. Fuentes Fijas: Puntuales, dispersas o áreas-fuente

ii. Fuentes Móviles: aéreas, terrestres, fluviales y marítimas.

Además, se consultó con la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental los permisos otorgados en el tema de emisiones atmosféricas en el área de la cuenca del río Pamplonita, de lo anterior y mediante la respuesta con número de radicado 14243 de fecha 07-11-2017 se concluyó que en el área de influencia de la unidad funcional 1 no se encuentran concedidos permisos de emisiones atmosféricas (Ver anexo 2 – Certificaciones-A. Rta_14243). De acuerdo con el anexo, los permisos otorgados se encuentran en los municipios de Villa del Rosario, Cúcuta y Los Patios.

En la Tabla 5.135 se presenta el inventario general de las fuentes de emisión identificadas en el área de influencia.

La fuente fija de emisión es definida como aquella actividad, proceso u operación susceptible de emitir contaminantes al aire en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa (Decreto 948 de

1995). A continuación, presenta un bosquejo de las fuentes fijas (puntuales y dispersas) identificadas en el área de influencia.

5.1.10.2.1 Fuente fijas puntuales

De acuerdo con el decreto 948 de 1995, la fuente fija puntual es la “fuente que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas”.

En el área de influencia del proyecto se identificaron cinco (5) fuentes fijas puntuales, referenciadas en la Tabla 5.135. Las fuentes se relacionan con actividades comerciales como restaurantes y viviendas que generan emisiones al usar leña para la cocción de los alimentos, estos se ubican en la vereda Alcaparral en el municipio de Pamplona (Fotografía 5.76, Fotografía 5.77 y Fotografía 5.78).

Tabla 5.135 Inventario general de fuentes de emisión UF 1

ID	Vereda	Descripción	Tipo de fuente			Altura (msnm)	Coordenada Planas Magna Sirgas- Origen Bogotá	
			Fija Puntual	Fija de área o dispersa	Lineal		Este	Norte
FF1	Alcaparral	Vivienda rural	X			2334	1159100,95	1309511,87
FF2	Alcaparral	Vivienda rural	X			2220	1159805,91	1308827,90
FF3	Alcaparral	Vivienda rural, finca El Pedregral	X			2226	1159684,82	1308392,69
FA1	Alcaparral	Caserío de alrededor de 15 familias (Combustible leña)		X		2186	1159814,94	1308081,76
FF4	Alcaparral	Restaurante Los Adioses	X			2186	1159820,29	1308085,33
FF5	Alcaparral	Bocadillos "El principe"	X			2195	1159770,00	1308078,00
FA2	Alcaparral	Estación de servicio "Coomulpinort"		X		2195	1159791,00	1308099,00
FA3	Alcaparral	Parqueadero de vehículos		X		2183	1159848,95	1308124,22
FL1	Alcaparral	Acceso Barrio Simón Bolívar a vía vereda Alcaparral			X	2398	1159307,34	1308840,11
FL2	Alcaparral	Acceso a Zodme-V131			X		1158957,72	1309958,66
FL3	Alcaparral	Acceso a Zodme			X		1157796,31	1308946,77
FL4	Alcaparral	Acceso a Zodme-V118			X		1158953,74	1310062,17
FL5	Alcaparral	Acceso a Zodme-V144			X		1158953,74	1310062,17
FL6	Sabaneta Alta	Acceso a Zodme-V148			X		1156377,60	1309708,97
FL7	Sabaneta Baja	Acceso a Zodme- V156			X		1155713,39	1311217,32

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Fotografía 5.76 Fuente fija puntual -Restaurantes curva Los Adioses

Restaurante localizado en la vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159820,29 NORTE: 1308085,33
Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.77 Fuente fija puntual -Fábrica de bocadillos "El Príncipe".

Fábrica ubicada en la vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159770,00 NORTE: 1308078,01
Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.78 Fuente fija puntual -Uso de leña para chimenea en vivienda rural

Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159100,95 NORTE: 1309511,87
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En general las fuentes fijas puntuales identificadas están relacionadas con el uso de leña como combustible en diversos procesos, por tanto, los principales contaminantes asociados son:

i. Materia particulada o partículas de material (PM)
ii. Monóxido de carbono (CO)
iii. Compuestos irritantes como la acroleína
iv. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
v. Compuestos orgánicos volátiles
vi. Dioxinas

5.1.10.2.2 Fuentes fijas dispersas o difusas

Se constituyen como aquellas en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (Decreto 948, 1995).

Se identificaron tres (3) fuentes de emisiones fijas dispersas. Estas fuentes están relacionadas con actividades ejecutadas en la vereda Alcaparral del municipio de Pamplona, como las asociadas a una estación de servicio ubicada en el sector conocido como curva Los Adioses (Fotografía 5.79), un parqueadero de vehículos de carga (Fotografía 5.80) y un caserío de alrededor de 15 familias que generan emisiones producto de la combustión de leña.

La estación de servicio (Fotografía 5.79) genera emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Entre los VOCs emitidos se encuentran el benceno, tolueno, xileno, hexano, heptano, octano, ciclohexano, esto debido al almacenamiento y distribución de los combustibles, cuya emisión principalmente se da en el proceso de carga y descarga de combustibles (Evequoz, y otros).

Fotografía 5.79 Fuente fija dispersa -Estación de servicio "Coomulpinort"

Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159796,68 NORTE: 1308126,66
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En esta misma área se identificó un parqueadero de vehículos de carga pesada (Fotografía 5.80) donde se dan emisiones evaporativas del vehículo en reposo con el motor frío que ocurren debido a la permeabilidad de los componentes del sistema de combustible, también

se dan emisiones evaporativas del vehículo recién apagado con el motor caliente debido a la volatilización del combustible por calor residual (Instituto nacional de ecología, 2007).

Fotografía 5.80 Fuente fija dispersa. Parqueadero de vehículos

Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159848,95 NORTE: 1308124,22
Fuente: Google Earth, 2017

En esta clasificación también se encuentran los asentamientos humanos identificados como emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades a partir del crecimiento poblacional. Es preciso aclarar que la mayoría de las viviendas tienen estufa de leña para la cocción de sus alimentos, construidas generalmente con chimeneas o buitrones que son ductos de escape de los gases producto de la actividad.

Las emisiones atmosféricas producidas dependen de la combustión de la leña, ya que si es completa se libera dióxido de carbono y agua, sin embargo, cuando la combustión es incompleta se genera monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehido y otros compuestos perjudiciales para la salud. Según la OMS “en viviendas mal ventiladas el humo puede producir concentraciones de partículas finas 100 veces superiores a las aceptables”, por otro lado, la leña también es un emisor de material particulado (Smith, 2006).

5.1.10.2.3 Fuentes lineales

En el área de estudio también se encuentran fuentes lineales de emisión, donde se incluyen las vías que pueden generar emisiones a la atmósfera, es el caso de aquellas que son susceptibles de emitir material particulado a causa de su superficie de tránsito descubierta.

Por ello, se identifican aquellas que se encuentran sin pavimentar o en afirmado. Las vías que en el área de influencia cumplen estas características son las vías de acceso vehicular a unidades territoriales menores. En algunos tramos, estas vías cuentan con alguna capa de rodadura, sin embargo, no en su totalidad, tal como se muestra en la Figura 5.165.

Figura 5.165 Fuentes lineales de emisión

Vía de acceso a zodme 131

Vía de acceso a zodme 124

Vía de acceso a zodme 121

Vía de acceso a zodme 148

Vía de acceso a zodme 118

Vía de acceso a zodme 156

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.10.2.4 Fuentes móviles

Se define como una fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza (Decreto 948, 1995). Teniendo en cuenta que se tiene presencia de un corredor vial, es decir la vía existente Pamplona-Cúcuta, existe la presencia continua de vehículos de toda clase como lo son automóviles, autobuses, motocicletas, camiones, tracto mulas, etc (Fotografía 5.81). En la UF1

Estos emiten una serie de gases de combustión por el tubo de escape producto de la quema del combustible como hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO2), material particulado (PM), Metano (CH4), óxido nitroso (N2O). Algunos de los anteriores no son solo nocivos en altas concentraciones para la salud, sino para el ambiente, constituyéndose como gases de efecto invernadero. Por otro lado, las emisiones dependen de las características del vehículo y su sistema de control de estas, de esta forma los vehículos más pesados tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, CICY y Unidad de Energía Renovable, 2005)

Fotografía 5.81 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

5.1.10.2.5 Potenciales receptores

En esta clasificación se encuentran los asentamientos humanos, identificados como los potenciales receptores y emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades económicas.

En el área de estudio, las viviendas se ubican principalmente de forma dispersa identificándose en la

Tabla 5.136, los receptores de contaminación en la unidad funcional 1.

Tabla 5.136 Potenciales receptores en el área de influencia de la UF 1

Municipio	Unidad territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Tipo de asentamiento
		Este	Norte	
Pamplona	Alcaparral-Sector curva Los Adioses	1159815	1308082	Mixto
Pamplona	Área de influencia en el Barrio El Buque	1157664	1308920	Nucleado
Pamplona	Alcaparral	1159805	1308827	N.A.[1]
Pamplona	Alcaparral	1159684	1308392	N.A. [1]
Pamplona	Alcaparral	1159805	1308827	N.A. [1]

[1]No aplica debido a que es vivienda puntual, no un asentamiento

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

A continuación, se muestra un pequeño caserío que reúne alrededor de 15 familias, ubicado en la vereda Alcaparral en el sector conocido como curva Los Adioses (Fotografía 5.82). Este sector presenta actividades económicas como la venta de alimentos para lo cual se usa leña para la cocción, producción de bocadillos, así como lavado y mantenimiento de vehículos y distribución y almacenamiento de combustibles.

Fotografía 5.82 Potencial receptor, Sector curva Los Adioses

Centro poblado nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159814,94 NORTE: 1308081,76
Fuente: Google Earth, 2017

5.1.10.3 Calidad del Aire

La evaluación de la calidad del aire tiene como propósito fundamental hacer el seguimiento al estado de preservación del recurso, velando porque la posible carga de contaminantes gaseosos, vapores y/o material particulado no sobrepase los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental. Para tal efecto y con el fin de garantizar la calidad y trazabilidad del muestreo se sigue la metodología establecida por la United States Environmental Protection Agency (U.S EPA) para la evaluación técnica de la calidad del aire.

El muestreo de calidad de aire se realizó entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 01 de octubre de 2015, extendida en la resolución

0918 del 17 de mayo de 2016, bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 (Ver anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta A - Anexos aire).

El estudio de calidad del aire fue realizado durante los meses noviembre y diciembre, bajo vigencia de Resolución 610 de 2010, sin embargo, en la elaboración de esta caracterización se consignan los resultados del muestreo a través de una comparación con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental vigente a la fecha de entrega de este estudio, contenida en la Resolución 2254 de 2017.

La excepción a la comparación se presenta en el parámetro NO_2. El monitoreo de este parámetro se realizó bajo medición diaria, tal como lo establece la Resolución 610 de 2010, por lo tanto, no se compara con la medición horaria, estipulada en la Resolución 2254 de 2017.

El informe detallado de calidad de aire se encuentra en el anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta A - Anexos aire.

5.1.10.3.1 Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas

Con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 751 de 2015 relacionado con el elemento aire, se realizó un inventario de las fuentes de contaminación del aire y se programó una campaña de monitoreo de calidad del aire en las zonas que se consideraron de interés.

Como se mencionó anteriormente las actividades identificadas, se asocian a comerciales e industriales, tránsito vehicular, poblamientos y asentamientos humanos (ver numeral 5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones).

5.1.10.3.2 Análisis y evaluación de la calidad de aire

El muestreo y análisis de calidad de aire fue realizado por la Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA, mediante el análisis preliminar de las posibles fuentes de emisión en la zona de estudio y los factores climatológicos.

A partir de tal análisis se ubicaron tres (3) estaciones de calidad de aire en el área de estudio de la unidad funcional 1.

En estas estaciones se determinaron las concentraciones de los siguientes compuestos: Material Particulado menor a 10 micras (PM-10), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Dióxido de Azufre (SO_2) mediante muestreos de 24 horas durante dieciocho (18) días, día de por medio. Las mediciones de monóxido de carbono (CO) se efectuaron de manera puntual, cada uno de los días de muestreo.

A continuación, se describen los aspectos principales y relevantes del monitoreo; el informe detallado presentado por el laboratorio encargado, CIMA, se incluye en el Anexo Calidad del Aire del presente documento.

i. Determinación de material particulado menor a diez micras (PM-10): El método de muestreo y análisis corresponde al método de referencia US EPA CFR Titulo 40 Parte 50 Apéndice J: PM 10. La muestra de aire se succiona por 24 +/- 1 horas y se hace pasar a través de un impactador que clasifica las partículas y solo deja pasar las que tienen un diámetro aerodinámico menor a 10 micras. Las partículas llegan al filtro de celulosa el cual se pesa en las mismas condiciones de humedad y temperatura antes y después de ser expuesto, para determinar el peso neto ganado.

El volumen de muestra se calcula con base en las mediciones de flujo y tiempo de muestreo. La medición de flujo requiere de una calibración previa del equipo con respecto a un medidor patrón.

ii. Determinación de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre: La muestra de aire para análisis de NO_2 y SO_2 se toma simultánea con la de partículas mediante el tren de muestreo tipo Andersen, usando la bomba de vacío para hacer pasar el aire por 24 horas a través de burbujeadores con soluciones absorbentes. El Dióxido de Nitrógeno (NO_2) es absorbido de la muestra de aire por una solución de trietanolamina y n-butanol, contenida en uno de los burbujeadores. El NO_2 colectado se derivatiza en el laboratorio a un azo-compuesto con sulfanilamida y NEDA, y se cuantifica por medición espectrofotométrica a 540 nm. Por su parte, el Dióxido de Azufre se mide por el método de referencia de la Resolución 19622 de 1985 que corresponde al US EPA CFR Titulo 40 Parte 50 Apéndice A2. La muestra de aire se pasa por una solución absorbente de tetracloromercurato de potasio en el mismo tren de muestreo Andersen. Una vez terminado el periodo de muestreo, las muestras se refrigeran y envían al laboratorio donde se desarrolla el color de la solución absorbente con pararosanilina y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro.

iii. Determinación de monóxido de carbono: Para la determinación de monóxido de carbono se emplea el analizador modelo APMA (Método Automático Equivalente RFCA-0506-158 para rango de concentraciones 0 - 50 ppm), de acuerdo al método de referencia US EPA CFR, Título, 40, Parte 50. Appendix C to Part 50—Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Carbon Monoxide in the Atmosphere (Non-Dispersive Infrared Photometry). APMA-370 es un analizador de monóxido de carbono (CO) en aire ambiente, que emplea como principio de medición el análisis por infrarrojo no dispersivo (IRND). Este analizador permite medir continuamente las concentraciones de CO en aire ambiente. Para la determinación de monóxido de carbono el analizador usa el efecto de modulación, que ocurre en la absorción infrarroja del gas de muestra, cuando el gas en mención y el gas cero son enviados alternativamente a la célula de medida con un caudal fijo usando una válvula solenoide que actúa a una frecuencia de 1 Hz.

A continuación en la

Tabla 5.137, Tabla 5.138 y

Tabla 5.139 se describen los aspectos generales de las estaciones de monitoreo en el área de influencia, y en la Figura 5.166 se observa la ubicación espacial de las mismas.

Tabla 5.137 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1

Punto De Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 1 Colegio.	**N**:	1309748,01	**CLIMA**: El clima durante los días de monitoreo fue templado con cielo nublado la mayoría de los días.	
	E:	1160729,08	**MÓVILES:** En la vía localizada frente a la estación de monitoreo el paso de vehículos es frecuente (camiones y automóviles). **FIJAS**: En algunas casas se cocina con leña, por lo que se evidencien emisiones de chimeneas.	
	Altitud:	1994 msnm		
DESCRIPCIÓN GENERAL: La estación fue ubicada en el centro educativo rural Chíchira, en la vereda El Naranjo en jurisdicción del municipio de Pamplona, Norte de Santander.				

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.138 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2

Puntos De Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 2 Los Adioses	**N:**	1308091,71	**CLIMA**: el cielo estuvo nublado la mayoría de los días del monitoreo.	
	E:	1159801,90	**MÓVILES**: El paso de vehículos es frecuente, especialmente automóviles y motos. **FIJAS**: No se evidencian fuentes fijas de emisión.	
	Altitud:	2205 msnm		
DESCRIPCIÓN GENERAL: la estación fue ubicada en la curva Los Adioses de la Vereda Alcaparral, en jurisdicción del municipio de Pamplona, Norte de Santander.				

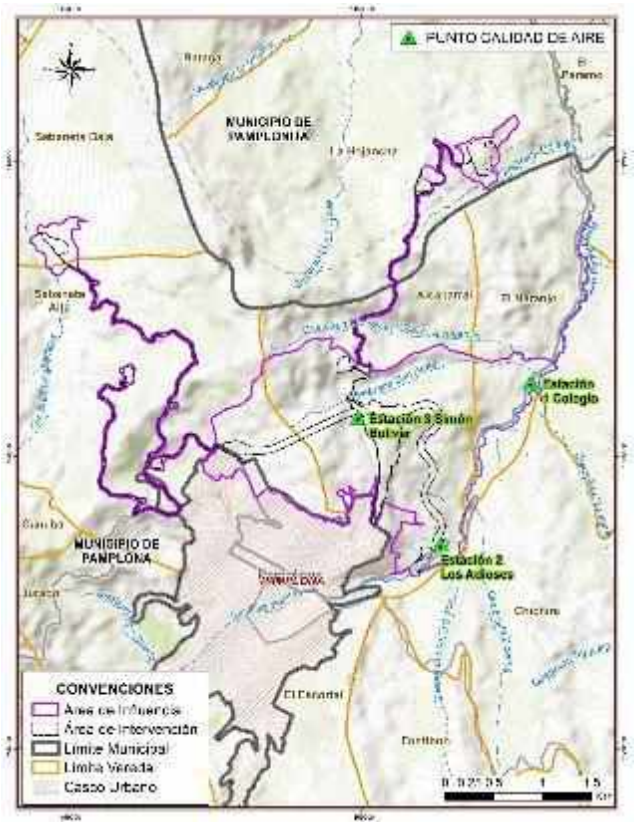
Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.139 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3

Puntos De Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 3 Simón Bolívar	**N:**	1309391,92	**CLIMA**: Clima templado durante la ejecución del monitoreo. Durante la mayoría de días el cielo estuvo parcialmente nublado.	
	E:	1158954,07	**MÓVILES**: el paso de vehículos (pesados y livianos) es frecuente en la vía cercana.	
	Altitud:	2433 msnm	**FIJAS**: Se evidencian chimeneas de cocinas en algunos predios aledaños.	
DESCRIPCIÓN GENERAL: la estación fue ubicada en la vereda Alcaparral, en jurisdicción del municipio de Pamplona, Norte de Santander.				

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.166 Puntos de monitoreo de calidad de aire



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Para la localización de las estaciones de calidad del aire se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

i. La distancia entre la estación de calidad del aire y el obstáculo más cercano, debe ser dos veces la altura del obstáculo.

ii. Los equipos de muestreo pueden estar ubicados mínimo a 1.20 m desde el nivel del suelo.

iii. No se deben instalar cerca (menos de 10 m) de fuentes fijas puntuales de emisión.

iv. Tener un radio de 270º libre de restricciones de flujo alrededor del muestreador.

La selección de los puntos de monitoreo a través del área de influencia de la UF 1 se realizó respondiendo a lo indicado en los términos de referencia M-M-INA-02 Versión No.2 con Resolución 0751 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual establece que los muestreos se deben realizar en las zonas que se hayan identificado como las más sensibles. Por lo tanto, se ubicaron en áreas habitadas, áreas con presencia de establecimientos comerciales y áreas que incluyen centros educativos.

Los equipos utilizados durante el muestreo de calidad de aire se relacionan en la Tabla 5.140.

Tabla 5.140 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire

Equipo	Código interno	Estación	Serial
Hi Vol PM-10	CA_159_EM	Estación 1	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_220_EM	Estación 2	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_067_EM	Estación 3	No reportado
Rack de gases	CA_186_EM	Estación 1	No reportado
Rack de gases	CA_128_EM	Estación 2	No reportado
Rack de gases	CA_129_EM	Estación 3	No reportado
Calibrador Variflow	CA_140_EC	Todas las estaciones	No reportado
Analizador de CO Horiba APMA-370	CA_303_EM	Todas las estaciones	TE 116311

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.3.2.1 Información meteorológica

Las características meteorológicas y climatológicas influyen directamente en la calidad del aire y, por ende, en las mediciones que se realicen durante este estudio.

Por ello se presenta un análisis climático del área evaluada a partir de información recolectada en campo. Las variables más relevantes para los estudios de calidad de aire son precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

A continuación, se presenta información de medias y totales diarias de datos climáticos presentados durante el periodo comprendido entre el 12 de noviembre y el 16 de diciembre de 2017.

5.1.10.3.2.2 Temperatura y Precipitación:

El análisis de la precipitación realizada tuvo como objetivo la caracterización del régimen de lluvias en el área y determinar la distribución espacial y variación en el periodo de muestreo. Así cuantificar la atenuación de las emisiones contaminantes por parte de las lluvias en los sitios de interés.

De acuerdo con la información de precipitación en la zona se observa que durante el periodo de estudio se presentaron nueve (9) eventos de precipitación, registrando el día 16 de noviembre el mayor valor, de 44 mm de agua a lo largo del día.

Adicionalmente se puede establecer que la temperatura media en la zona fue de 14,7 °C, la temperatura media máxima reportada fue de 15,6 °C el día 26 de noviembre de 2017 y la temperatura media mínima reportada en la zona fue de 13,7 °C el día 04 de diciembre de 2017.

5.1.10.3.2.3 Humedad relativa:

La humedad relativa tiene un valor medio de 81,2 %, evidenciando baja fluctuación durante los días de monitoreo. Además, es posible observar que el día 18 de noviembre se presentó el mayor porcentaje de humedad relativa con un valor de 92,0 %, mientras que en el día 14 de diciembre se presentó el menor valor con un porcentaje de 67,6 %.

5.1.10.3.2.4 Velocidad y dirección del viento:

El viento es el principal agente meteorológico que determina las condiciones de dispersión de la contaminación, tanto horizontal como verticalmente. Sus características de velocidad y dirección son importantes para determinar lo que se denomina área de dispersión o alcance.

En términos generales los vientos en la zona de estudio son leves y no fluctuantes, la predominancia de la dirección del viento en los días evaluados viene desde el Sur- Este hacia el Nor- Oeste, con velocidad promedio de 3,3 m/s.

5.1.10.3.2.5 Resultados

A continuación, se presentan los datos y resultados de las tres (3) estaciones en donde se determinó la concentración de PM-10, NO_2, SO_2, y CO. Los valores obtenidos fueron comparados con la norma de calidad del aire establecida en la resolución 2254 de 2017, a excepción del parámetro NO_2, el cual fue comparado con la Resolución 610 de 2010.

5.1.10.3.2.6 Material Particulado menor a 10 micras (PM-10):

A continuación, se presentan las gráficas con los resultados medios obtenidos en las tres estaciones de monitoreo.

Figura 5.167 Valores medios diarios de PM-10 en estaciones 1,2 y 3

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

El promedio aritmético de PM_{10}, resultado del monitoreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 1 "Colegio", fue de 25,2 µg/m^3 con valor máximo de 33,9 µg/m^3 reportado el día 16 de diciembre de 2017 y un mínimo de 14,6 µg/m^3 obtenido el día 12 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo, el valor máximo reportado se encuentra 66,1 µg/m^3 por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017 (100 µg/m^3). La representatividad de la estación fue del 100 %, ya que la totalidad de los días planeados fueron muestreados.

El promedio aritmético de PM_{10}, resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 2 "Los Adioses", fue de 18,2 µg/m^3 con valor máximo de 24,0 µg/m^3 reportado el día 10 de diciembre de 2017 y un mínimo de 4,7 µg/m^3 obtenido el día 02 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo, el valor máximo reportado se encuentra en 76,0 µg/m^3 por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017 (100 µg/m^3). La representatividad de la estación fue de 88%, debido a que en dos días del monitoreo (28 de noviembre y 04 de diciembre) se presentaron fallas eléctricas.

El promedio aritmético de PM_{10}, resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 3 "Simón Bolívar" fue de 13,1 µg/m^3 con valor máximo de 20,6 µg/m^3 reportado el día 10 de diciembre de 2017 y un mínimo de 6,8 µg/m^3 obtenido el día 06 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo; el valor máximo reportado se encuentra 79,4 µg/m^3 por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue del 100 %, ya que la totalidad de los días planeados fueron muestreados.

De acuerdo con los resultados en la

Figura 5.167 se puede observar que ninguna estación superó la norma para tiempos de exposición diario (100 µg/m^3), siendo el valor más alto el obtenido en la Estación 1 (25,2 µg/m^3), 74,8% por debajo del límite normativo establecido en la resolución 2254 de 2017, resultado asociado al flujo vehicular que circula en la vía localizada frente al colegio. Además de lo anterior, se puede evidenciar que la Estación 3 es la que menores valores de PM_{10} presenta pues está ubicada en zona alta veredal donde hay escaso tráfico vehicular, mientras que las estaciones 1 y 2 se ubican en cercanías a vías existentes.

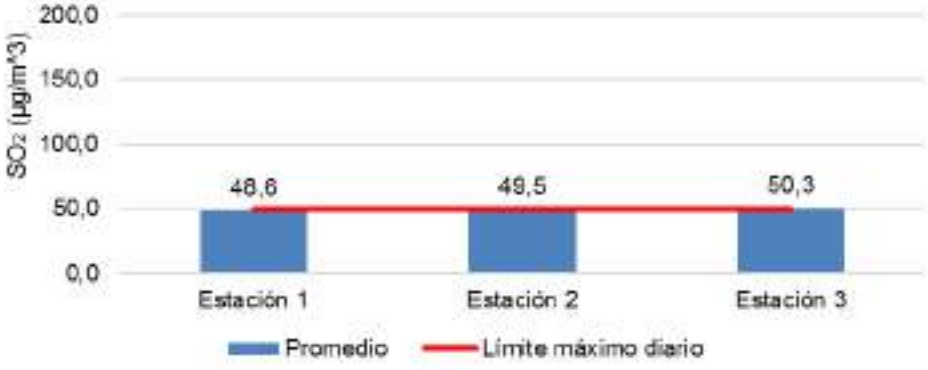
5.1.10.3.2.7 Dióxidos de nitrógeno y azufre:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los parámetros dióxido de nitrógeno (y su comparación con la Resolución 610 de 2010) y dióxido de azufre en las tres estaciones monitoreadas (y su comparación con la Resolución 2254 de 2017). El resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017, realizado mediante muestreo día de por medio para un total de 18 muestras, se presenta a continuación:

Figura 5.168 Valores medios diarios de NO_2 en estaciones 1,2 y 3

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.169 Valores medios diarios de SO_2 en estaciones 1,2 y 3



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

El promedio de NO_2 y SO_2, en la Estación uno (1), Colegio fue de 40,1 µg/m^3 para NO_2 y >45,9 µg /m^3 para SO_2 con valor máximo de 77,3 µg /m^3 para NO_2 (08 de diciembre de 2017) y de 50,6 µg /m para SO_2 (14 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue de 94,4% para NO_2 y SO_2 debido a fallas eléctricas presentadas el día 12 de noviembre de 2017.

El promedio de NO_2 y SO_2 en la Estación dos (2) Los Adioses fue de 20,9 µg/m^3 para NO_2 y <49,5 µg /m^3 para SO_2 con valor máximo de 66,1 µg /m^3 para NO_2 (12 de diciembre de 2017) y de <51,9 µg /m para SO_2 (18 de noviembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 88,8 % para NO_2 y SO_2.

El promedio de NO_2 y SO_2, en la Estación tres (3) Simón Bolívar fue de 15,2 µg/m^3 para NO_2 y <50,3 µg g/m^3 para SO_2 con valor máximo de 25,6 µg g/m^3 para NO_2 (10 de diciembre de 2017) y de <53,8 µg g/m para SO_2 (14 de noviembre). La representatividad de la estación fue del 100% para NO_2 y SO_2.

Las muestras anuladas en las estaciones no ocasionan una invalidación del monitoreo ya que el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire en su Manual de Operación indica que “es necesario que el porcentaje de datos validos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad del aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%”.

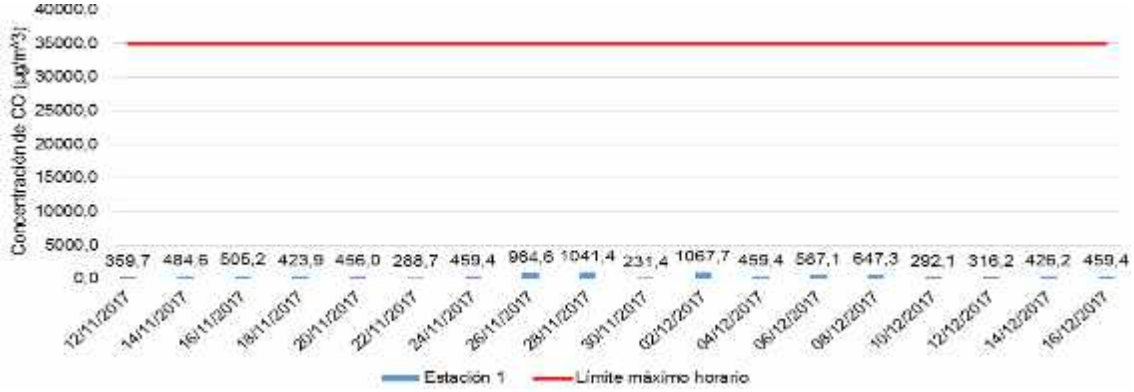
De acuerdo con los resultados anteriores representados en las Figura 5.168 y Figura 5.169, se puede observar que en ninguna de las tres (3) estaciones se superó el límite normativo de 150 µg/m^3 de NO_2 para tiempo de exposición diario. Y para el SO_2, sólo la estación 3 supera en décimas el límite establecido por la norma, el cual corresponde a 50 µg/m^3 (NO_2) para tiempos de exposición diaria. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

5.1.10.3.2.8 Monóxido de carbono:

Los resultados de monóxido de carbono para cada una de las estaciones se muestran en la Figura 5.170,

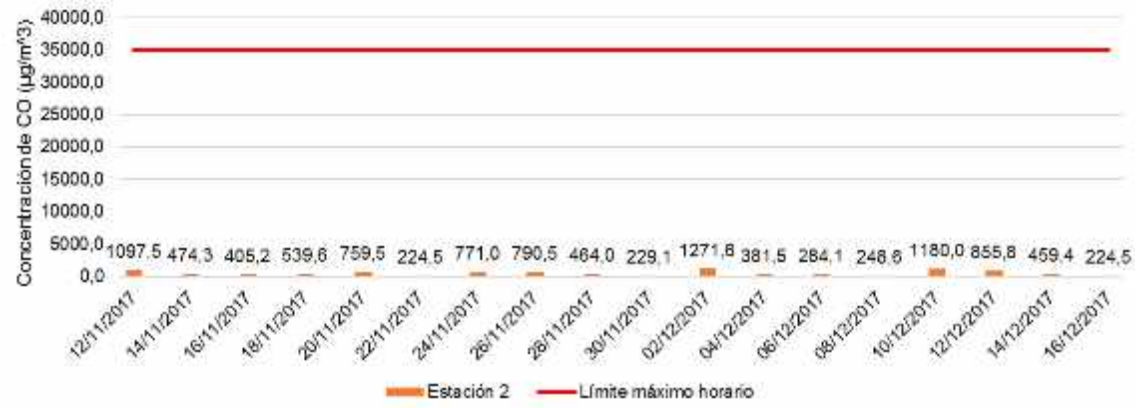
Figura 5.171 y Figura 5.172.

Figura 5.170 Medias horarias diarias de CO Estación 1



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.171 Medias horarias diarias de CO Estación 2



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.172 Medias horarias diarias de CO Estación 3

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con la Figura 5.170,

Figura 5.171, Figura 5.172 es posible evidenciar que las concentraciones horarias de monóxido de carbono obtenidas en las estaciones 1, 2 y 3 no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la resolución 2254 de 2017, para tiempos de exposición de 1 hora (35000 µg/m^3).

- **Índice de calidad de aire (ICA)**

El índice de calidad de aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un sistema de vigilancia de calidad de aire en un tiempo t, que está ligado al periodo de exposición previsto en la norma para cada contaminante que medido. Este índice ha sido adoptado a partir de las recomendaciones técnicas consignadas en el *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI)* que es un documento de la agencia de protección del medio ambiente de los estados unidos –EPA- y que se explica en el manual de operación de sistemas de vigilancia.

Los valores del ICA se ubican en una escala adimensional de 0 a 500, que han sido agrupados en 6 rangos relacionados con la amenaza que, a la salud humana, representan dichos niveles de contaminación al aire. En la Tabla 5.141 se presentan los rangos en los que han sido calificados los valores que puede tomar el índice, junto con el color asignado y la calificación de acuerdo con su efecto en la salud humana.

Tabla 5.141 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación.

Rango ICA	Calificación con respecto a su efecto sobre la salud humana
0 ≤ ICA ≤ 50	Buena
50 ≤ ICA ≤ 100	Moderada
101 ≤ ICA ≤ 150	Dañina a la salud para grupos sensibles
151 ≤ ICA ≤ 200	Dañina a la salud
201 ≤ ICA ≤ 300	Muy dañina a la salud

Fuente: Ajustado de (EPA- United States Environmental Protection Agency, 2018)

Teniendo en cuenta los contaminantes monitoreados en el país, el índice se calcula de forma independiente para cada uno de los seis principales contaminantes, los cuales son PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2, NO_2, O_3 Y CO.

En el presente estudio el cálculo del ICA aire se llevó a cabo para SO_2 y PM_{10} únicamente, ya que para NO_2 y CO se requieren tiempos de exposición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo desarrollado las mediciones de los contaminantes en mención fueron de 24 horas para NO_2 y 1 hora para CO.

- Índice de calidad de aire (ICA) diario SO2

A partir de las concentraciones medias de SO_2, calculadas y siguiendo la metodología sugerida en Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire del Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 Pág. 134), se calcularon los ICAs. En la Tabla 5.142 se muestra el índice de calidad de aire acumulado

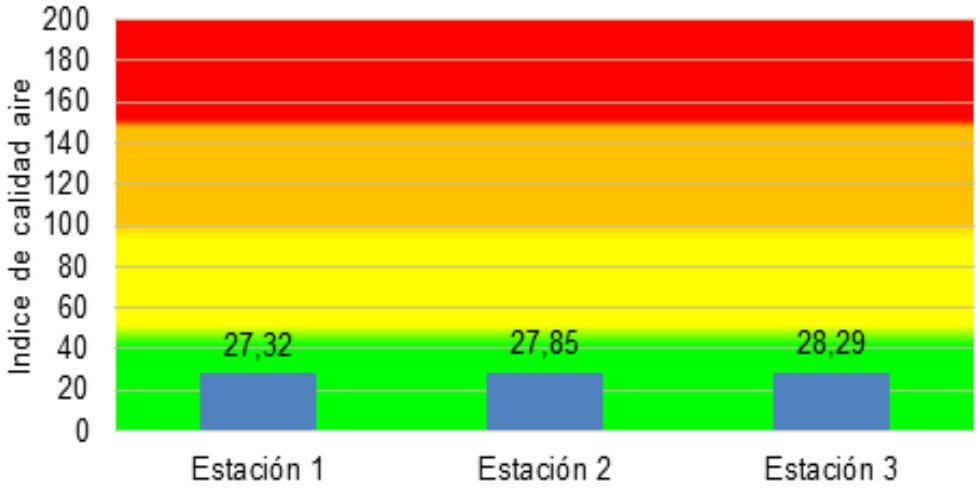
o promedio de los 18 días de muestreo; esto se calculó a partir de la concentración promedio del muestreo. Este cálculo solo se determinó para dióxido de azufre, debido a que para el cálculo de dióxido de nitrógeno se requieren mediciones horarias. Para el caso del dióxido de azufre la C_{Pjt} (Concentración medida del contaminante) es necesaria determinarla en ppm.

Tabla 5.142 Índices de calidad de Aire acumulados para SO_2 en los puntos evaluados

Índices	Estación 1	Estación 2	Estación 3
C_{pjt}	0,0186	0,0189	0,0192
BP_{Hi}	0,034	0,034	0,034
BP_{Lo}	0	0	0
I_{Hi}	50	50	50
I_{Lo}	0	0	0
ICA_{Pjt}	27,32	27,85	28,29

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.173 Índice de calidad de aire (ICA) SO_2 estación 1,2 y 3



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

De acuerdo con la Figura 5.173 se determina que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice “BUENO” para el parámetro Dióxido de Azufre ya que, en las tres estaciones, para todos los días de muestreo, se reportaron valores ICA por debajo de 50.

- Índice de calidad de aire (ICA) diario PM-10

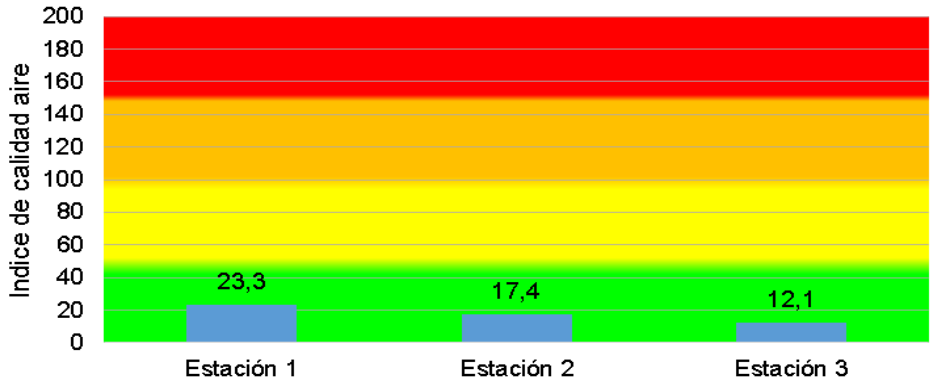
A partir de las concentraciones medias de PM-10, calculadas y siguiendo la metodología sugerida en Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire del Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 Pág. 134), se calcularon los ICA´s .En la Tabla 5.143 se muestra el índice de calidad de aire acumulado o promedio de los 18 días de muestreo, esto se calculó a partir de la concentración promedio del muestreo. Este cálculo solo se determinó para el material Particulado menor a 10 micras.

Tabla 5.143 Índices de calidad de Aire acumulados para PM10 en estaciones

Índices	Estación 1	Estación 2	Estación 3
C_{pjt}	25,2	18,8	13,1
BP_{Hi}	54	54	54
BP_{Lo}	0	0	0
I_{Hi}	50	50	50
I_{Lo}	0	0	0
ICA_{Pjt}	23,3	17,4	12,1

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.174 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

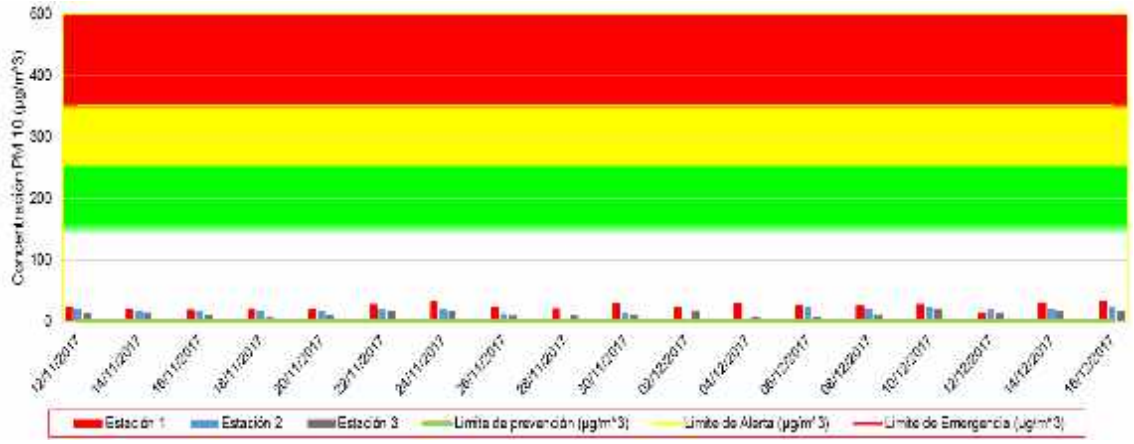
De acuerdo con la

Figura 5.174 se determina que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice "BUENO", según el parámetro Material Particulado menor a 10 micras, ya que en todas las estaciones 1, 2 y 3, para todos los días de muestreo, se reportaron valores ICA por debajo de 50.

- Comparación con estados excepcionales PM-10 y SO2

En el artículo sexto de la resolución 610 de 2010 del MAVDS**.** se establecen las concentraciones de contaminantes criterio para declarar los niveles de prevención, alerta y emergencia en la zona evaluada, por lo tanto se hace necesario comparar las concentraciones obtenidas en el presente estudio con los límites establecidos en el artículo en mención, estas comparaciones se harán solamente para los contaminantes PM_{10} y SO_2, ya que para los contaminantes de NO_2 y CO se requieren tiempos de exposición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo las mediciones de estos contaminantes fueron de 24 horas para NO_2 y 1 hora para CO.

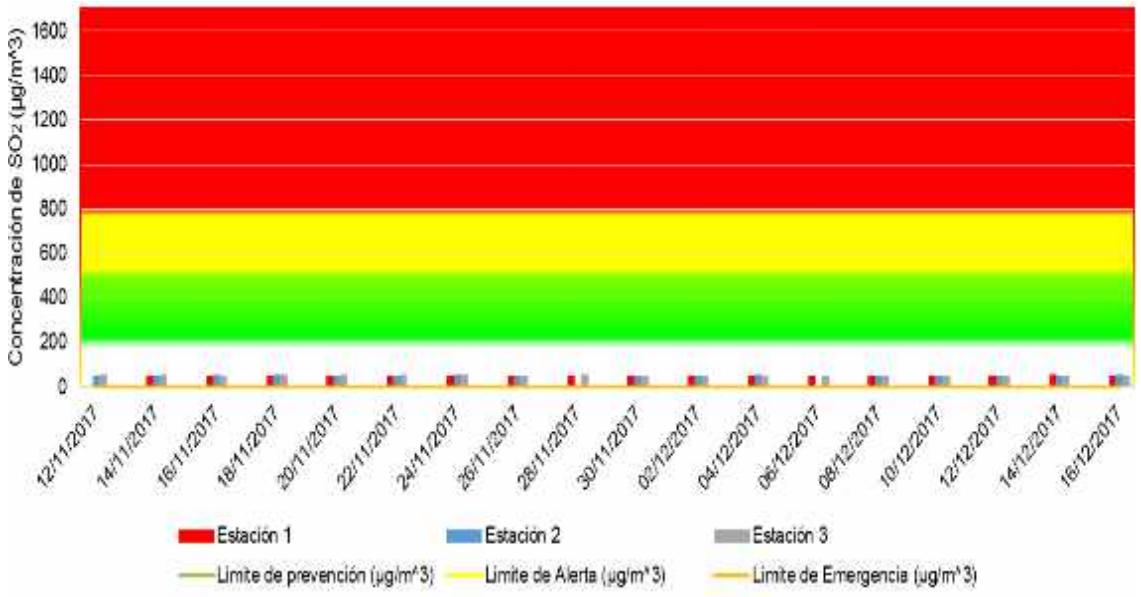
Figura 5.175 Comparación estados excepcionales PM-10, estaciones 1,2 y 3



Nota: Los días 16 de noviembre y 4 de diciembre de 2017 se presentaron fallas eléctricas en la estación 2, por lo tanto, las muestras fueron anuladas. Los límites están definidos de acuerdo con la Resolución 610 de 2010

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018).

Figura 5.176 Comparación estados excepcionales $S0_2$, estaciones 1,2 y 3



Nota: Los días 28 de noviembre y 06 de diciembre de 2017 se presentaron fallas eléctricas en la estación 2, y el día 12 de noviembre de 2017 en la estación 1, por lo tanto, las muestras fueron anuladas. Los limites están definidos de acuerdo con la Resolución 610 de 2010.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

En la Figura 5.175 y Figura 5.176 es posible evidenciar que durante los 18 días de muestreo en las tres estaciones, las concentraciones de PM_{10} y SO_2 presentan valores muy inferiores a los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, por tanto no es necesario declarar algún nivel de prevención, alerta o emergencia en la zona de estudio.

5.1.10.4 Ruido

En la actualidad, el crecimiento de las poblaciones, el aumento en el tráfico vehicular, la construcción de edificios y obras públicas, las actividades industriales y de comercio, se han convertido en un factor de contaminación constante que aumenta los niveles de ruido ambiental lo que causa deterioro de la calidad de vida y salud de la población. Uno de los principales efectos sobre la salud a causa del ruido es la pérdida de audición o hipoacusia, dentro de los efectos del ruido se encuentran los trastornos del sueño, a corto plazo se presentan alteraciones como la dificultad para conciliarlo, alteraciones de la intensidad del sueño e interrupciones del mismo; las alteraciones a largo plazo se relacionan con la fatiga, modificaciones del carácter y comportamiento y alteraciones del bienestar (Observatorio de salud ambiental de Bogotá, 2015).

El sonido se define como la sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de comprensión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no (Resolución 627 del 7 de abril de 2006). El ruido puede clasificarse de la siguiente forma (Cortés Díaz, 2007):

i. Ruido de impacto: es aquel en el que el nivel de presión acústica (NPA) decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos

de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos.

ii. Ruido continuo: es aquel en el que el nivel de presión acústica se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos estos se dan en intervalos menores de un segundo.

iii. Ruido variable: Cuando el nivel de presión acústica oscila más de 5 dB a lo largo del tiempo.

5.1.10.4.1 Inventario de fuentes generadoras de ruido

Para la identificación se realizó un inventario de fuentes generadoras y se programó una campaña de monitoreo de calidad de presión sonora en las zonas que de acuerdo con lo observado se consideraron de interés por la evidente incidencia de ruido. Este inventario para la unidad funcional UF 1 se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2017, a continuación, se presenta la identificación y descripción de estas.

Se entiende como emisión de ruido la presión sonora que, generada en cualesquiera condiciones, trasciende al ambiente o al espacio público (Resolución 0627 de 2006), esta se mide en nivel de presión sonora que es la cantidad expresada en decibeles (dB).

En la Tabla 5.144 se muestra el inventario total de las fuentes emisoras de ruido identificadas.

Tabla 5.144 Inventario fuentes de emisión de ruido

ID	Departamento	Municipio	Vereda o corregimiento	Nombre del generador	Descripción	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
						Este	Norte
R-1	Norte de Santander	Pamplona	Área Urbana	Universidad de Pamplona	Edificios de la universidad e instalaciones de la piscina de entrenamiento de la misma.	1157578,86	1309148,06
R-2	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Montallantas Grasa azul	Montallantas que presta servicios mecánicos, de lavado y de parqueadero.	1159770,40	1308044,93
R-3	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Estación "Coomulpinort"	Estación de servicio de distribución de combustibles.	1159800,90	1308113,78
R-4	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Lavadero de carros Grasa Azul	Parqueadero de vehículos que incluyen carros de carga pesada	1159848,95	1308124,22
R-5	Norte de Santander	Pamplona	Área Urbana Pamplona	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1157689,13	1309000,24
R-6	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1159711,11	1308015,88
R-7	Norte de Santander	Pamplona	El Naranjo	Centro educativo rural Chíchira	Escuela primaria	1160741,01	1309768,02
R-8	Norte de Santander	Pamplona	Pamplona	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1157128,60	1308421,85

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

5.1.10.4.1.1 Ubicación de los asentamientos poblacionales

A lo largo de la unidad funcional solo se identifica un asentamiento humano con viviendas y locales comerciales dispersos ubicados en la vereda Alcaparral en el sector conocido como curva Los Adioses. Esta es una fuente de emisión de ruido debido a las actividades realizadas y concentradas en la zona donde se encuentran viviendas, restaurantes, estación de servicio, lavadero de carros y fábrica de producción de bocadillos.

Fotografía 5.83 Asentamiento humano nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1.159.814 NORTE: 1.308.081

Fuente: Google Earth, 2017 – Aecom - Concol, 2017.

Además de lo anterior, una parte de la zona urbana del municipio hace parte del área de influencia de la UF1, esta área corresponde en parte a terrenos ocupados por la universidad de Pamplona en donde se ubica la piscina olímpica de entrenamiento y edificios educativos y administrativos de la universidad.

Fotografía 5.84 Área Urbana, Sector Universidad de Pamplona

Fuente: Aecom - Concol, 2018.

A lo largo del corredor vial se presenta movimiento continuo y permanente de vehículos ya sean particulares, de transporte público como buses y microbuses, de carga pesada como camiones y tracto multas y motocicletas. Teniendo en cuenta que es la vía que conduce de Cúcuta al interior del país, se presenta gran tráfico vehicular de tipo público, este genera cambios en los niveles de presión sonora que son percibidos por la población.

Fotografía 5.85 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta

Fuente: Google Earth, 2017 – Aecom - Concol, 2017

5.1.10.4.2 Monitoreo de Evaluación de Ruido

La evaluación de ruido ambiental para el área de influencia de la unidad funcional 1 se realizó entre los días 28 de enero y 4 de febrero de 2018, esta se realizó bajo los lineamientos establecidos en la (Resolución 0627 de 2006) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Este estudio busca identificar áreas sensibles en el área de influencia a fin de caracterizar los niveles de presión sonora ambiental actuales en concordancia con las metodologías establecidas en la resolución ya mencionada. En la unidad funcional objeto el presente estudio se ubicaron 3 puntos de monitoreo en horario diurno y nocturno y en jornadas de día hábil y no hábil, lo anterior fue desarrollado por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA el cual se encuentra acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 de 01 de octubre de 2015 bajo la norma NTC/IEC 17025:2005. El informe detallado de ruido ambiental se encuentra en el anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta B – Anexos de ruido.

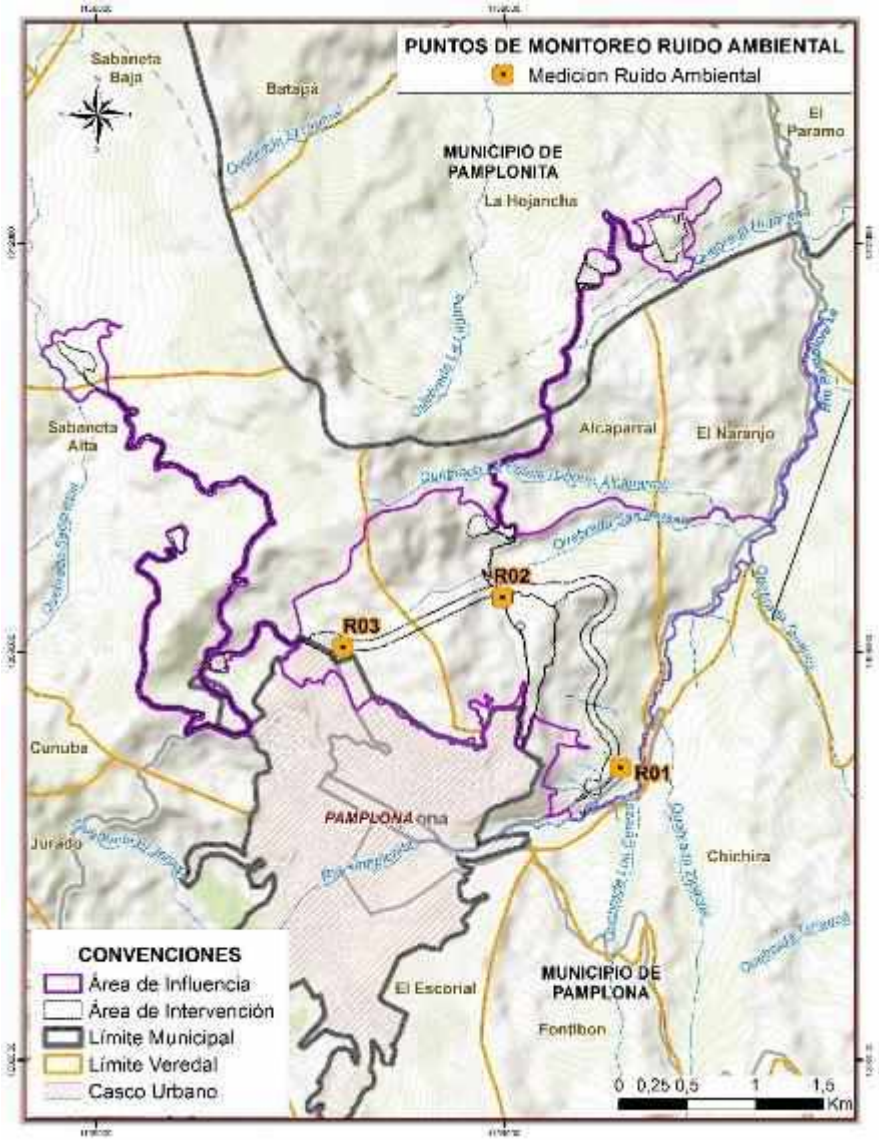
En la Tabla 5.145 se muestra la localización de los puntos de monitoreo, los cuales se representan en la Figura 5.177.

Tabla 5.145 Puntos de medición de ruido ambiental

Punto	Nombre del punto	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Municipio
		Norte	Este		
P01	R01	1308150,28	1159859,99	Alcaparral	Pamplona
P02	R02	1309404,32	1158990,84	Alcaparral	Pamplona
P03	R03	1309037,94	1157820,17	Sabaneta Alta	Pamplona

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.177 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental UF 1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Para el estudio de ruido ambiental se debe desarrollar una calibración acústica del micrófono del sonómetro que luego se ubica a una altura de 4,00 m, las mediciones se toman empleando la escala de ponderación A (dBA) y en respuesta lenta (slow) o ponderado lento (S). Estos parámetros de medida son establecidos por el artículo 4 de la Resolución 0627 de 2006 como los principales parámetros para la medida de ruido. La escala de ponderación A, pretende simular la respuesta del oído a niveles de presión acústica bajos, por lo que tiene una correlación muy fuerte con el riesgo de daño auditivo e incluso con la sensación de molestia, para el rango usual de niveles sonoros (Giménez, 2007).

Cada medición debe constar de cinco mediciones parciales distribuidas en tiempo iguales, cada uno de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, norte, sur, este, oeste y vertical. El formato utilizado para la recolección de información describe los siguientes parámetros realacionados en la Tabla 5.146.

Tabla 5.146 Datos generales de la medición. Parámetros del estudio

Dato	Descripción
# Loc Quest	El número de archivo en la memoria del sonómetro QUEST
L1 (Leq),dBA	Nivel continuo equivalente de ruido en el periodo de medición (resultado de la medición)
Lmax, dBA	Máximo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
Lmin. dBA	Mínimo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
L10.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de medición.
L90.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de medición.
Horarios	Las lecturas diurnas se realizaron entre las 7:01 y las 21:00, y las nocturnas entre las 21:01 y las 7:00, cumpliendo así con los horarios establecidos en la normatividad.

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Los equipos utilizados para la medición de emisión de ruido ambiental corresponden a sonómetros marca QUEST Sound Pro (Tabla 5.147), para la calibración de los equipos se emplearon calibradores acústicos marca Quest QC; ambos equipos cuentan con los certificados de calibración vigente al momento de desarrollar las mediciones (Ver anexo 5.1.5 – Atmosférico, carpeta B Anexos ruido).

Tabla 5.147 Equipos utilizados para la medición

CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO	
Sonómetro Quest SoundPro DL 2-1/3 BIN030016 RU-150-EM	
Clase	Tipo 2
Precisión	± 1dBA
Sensibilidad	Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia.
Funciones	Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava.
Características Generales	Filtros de ponderación de frecuencia A, B, C y Z. Modos de respuesta rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del nivel equivalente, máximo y mínimo. Provisto con cable de extensión de micrófono.
Normatividad	Cumple norma IEC 61672-1:2002
Certificados	Certificado de calibración vigente adjunto en el *Anexo 1*
Calibrador acústico Quest AC 300 AC300002716	
Nivel de calibración	94 dB y 114 dB.
Normatividad	Cumple norma IEC 60942:2003.
Certificados	Certificado de calibración vigente, adjunto en el *Anexo 1*
SOFTWARE	
Referencia	QuestSuite® *Professional II*
Versión	4.2.2296
Características	Descarga datos de los estudios realizados por el sonómetro
Trípode	
Características Generales	Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.4.2.1 Datos meteorológicos

Las características meteorológicas influyen en las mediciones de ruido ambiental, por la razón en la Tabla 5.148 se presenta el comportamiento de dichas variables a partir de información medida durante el monitoreo en cada punto. Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas en ausencia de precipitaciones tal como se indica en la (Resolución 0627 de 2006).

Tabla 5.148 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido

		Velocidad del viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Día hábil	Promedio	0,5	19,6	86,7
	Máximo	1,4	20,4	92,3
	Mínimo	0,1	18,7	82,9
Día no hábil	Promedio	0,2	18,6	85,0
	Máximo	0,2	19,4	88,8
	Mínimo	0,1	17,8	80,0

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con los resultados obtenidos, en la totalidad de las mediciones se presentaron velocidades de viento inferiores a 3 m/s, (siendo el valor máximo 1,4 m/s), motivo por el cual no es necesario aplicar la respectiva corrección.

5.1.10.4.2.2 Localización puntos de medición

A continuación, en la Tabla 5.149 se presentan los puntos de monitoreo de ruido ambiental con sus respectivas coordenadas y descripción.

Tabla 5.149 Descripción de puntos de monitoreo de ruido

<table>
<tr><th>Punto de Monitoreo</th><th colspan="2">Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá</th><th colspan="2">Aspectos</th><th>Registro Fotográfico</th></tr>
<tr><td rowspan="4">R01</td><td>N:</td><td>1308150,28</td><td>Climático</td><td>Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias</td><td rowspan="3"> </td></tr>
<tr><td>E:</td><td>1159859,99</td><td rowspan="2">Fuentes potenciales de ruido</td><td rowspan="2">Tránsito continúo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal.
Actividades realizadas en asentamiento urbano. Fauna local.</td></tr>
<tr><td>m.s.n.m</td><td>2178</td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre vía nacional, junto a viviendas.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">R02</td><td>N:</td><td>1309404,32</td><td>Climático</td><td>Durante el periodo de monitoreo predomino el tiempo nublado, no se presentaron lluvias</td><td rowspan="3"> </td></tr>
<tr><td>E:</td><td>1158990,84</td><td rowspan="2">Fuentes potenciales de ruido</td><td rowspan="2">Animales domésticos.
Fauna silvestre.
Tránsito de vehículos por vía terciaria</td></tr>
<tr><td>m.s.n.m</td><td>2408</td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre zona rural y junto a una vía terciaria.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Punto de Monitoreo</th><th colspan="2">Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá</th><th colspan="2">Aspectos</th><th>Registro Fotográfico</th></tr>
<tr><td rowspan="4">R03</td><td>N:</td><td>1309037,94</td><td>Climático</td><td>Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias</td><td rowspan="3"> </td></tr>
<tr><td>E:</td><td>1157820,17</td><td rowspan="2">Fuentes potenciales de ruido</td><td rowspan="2">Animales domésticos. Fauna silvestre. Tránsito de vehículos por vía nacional localizada a 200 metros.</td></tr>
<tr><td>m.s.n.m</td><td>2419</td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en una zona rural, a una distancia aproximada de 200 metros de la vía nacional. Se evidencian viviendas aledañas.</td></tr>
</table>

Fuente (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.4.2.3 Resultados

Los resultados obtenidos de las mediciones se compararon con los valores de referencia tomados de la Resolución 0627 de 2006. Los valores de referencia son tomados del capítulo III, artículo 17, tabla 2 de la misma resolución, de la fila referente al sector C y sector D. Los valores de referencia o estándares máximos permisibles de niveles de ruido de acuerdo con la legislación se muestran en la Tabla 5.150Las memorias de cálculo y los datos de campo se encuentran en el anexo 5.1.5 Atmosférico en la carpeta B Anexos Ruido.

- Ruido ambiental día hábil

La jornada de monitoreo diurno inicio el 31 de enero de 2018 a las 09:02 horas y finalizó a las 10:30 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se llevó a cabo el día 30 de enero de 2018 desde las 03:25 horas y finalizó a la 04:45 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en tres (03) puntos.

- Ruido ambiental diurno hábil

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día habíl- horario diurno

ID	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
P02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
P03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por de

Tabla 5.151. se subrayan con color azul los sectores y subsectores cuyos valores de referencia aplican en el presente estudio y los cuales son susceptibles de comparación.

i. **Sector C:** Ruido intermedio restringido. Subsector: Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.

ii. **Sector D:** Zona suburbano o rural de tranquilidad y ruido moderado. Subsector, Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.

El punto 01 es clasificado en el sector C debido a la cercanía con la vía nacional. Las mediciones realizadas en los puntos 02 y 03 fueron clasificadas y comparadas con los estándares máximos del sector D, debido a la cercanía existente con viviendas y zonas rurales.

Las memorias de cálculo y los datos de campo se encuentran en el anexo 5.1.5 Atmosférico en la carpeta B Anexos Ruido.

- Ruido ambiental día hábil

La jornada de monitoreo diurno inicio el 31 de enero de 2018 a las 09:02 horas y finalizó a las 10:30 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se llevó a cabo el día 30 de enero de 2018 desde las 03:25 horas y finalizó a la 04:45 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en tres (03) puntos.

- Ruido ambiental diurno hábil

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día habíl- horario diurno

ID	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
P02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
P03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por (Aecom-Concol, 2018) de (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.151 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatórios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruído Intermédio Restringido.	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018; de resolución 627 del 07 de abril de 2006, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

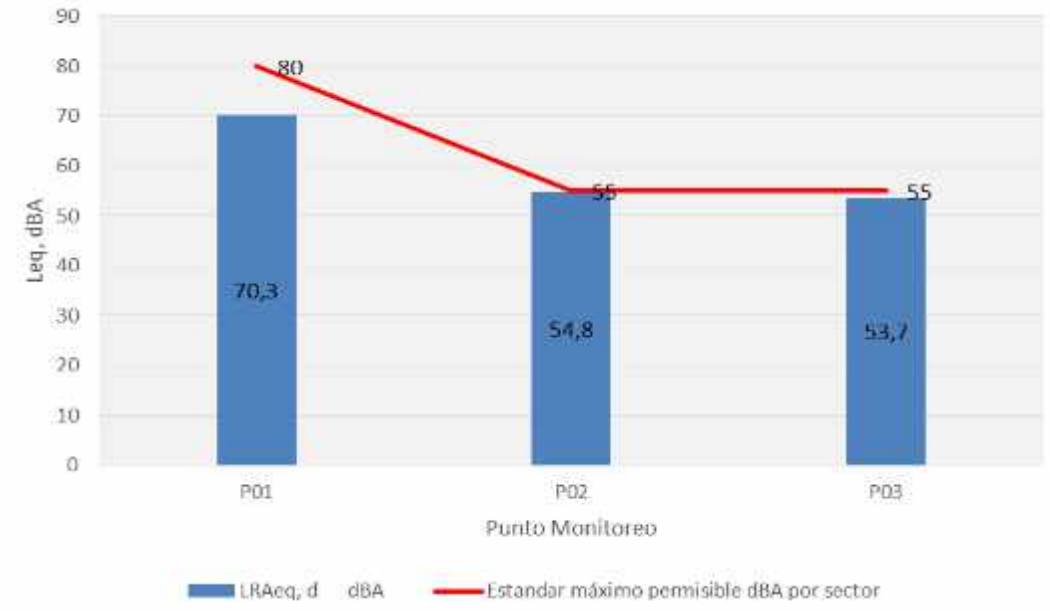
Corrección Ki Horario Diurno Hábil: Aplicando la metodología definida en el anexo 2 de la resolución 627 de 2006, "Determinación de los valores de ajuste K", se encontró que ninguno de los puntos evaluados reporta componentes impulsivos de ningún tipo, ni neto ni fuerte, por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de ajuste para las mediciones realizadas en los tres puntos.

Corrección por tono y contenido de información Kt diurno hábil: En horario diurno, se presenta percepción neta de componentes tonales en el punto 02, por lo cual, realizando la debida corrección, se deben sumar seis (6) dBA a los datos obtenidos en campo para dicho punto. Los demás puntos no presentan componentes tonales.

Es importante tener en cuenta que el nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A (LAeq, T) debe ser corregido por un solo factor K, que es el de mayor valor en dB(A). El valor corregido se muestra en la columna "LRAeq, d", tal valor ajustado es el que debe ser comparado con la normatividad.

De acuerdo con los resultados obtenidos y visualizados en la Figura 5.178, es posible evidenciar que los tres (3) puntos evaluados, tanto en el sector C y sector D, son más bajos que el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006, de 80 dBA y 55dBA, para el sector C y D respectivamente.

Figura 5.178 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Respecto al punto de monitoreo 01, clasificado en el sector C (vías troncales, autopistas vías arterias, vías principales), la medida efectuada en campo no reporta ningún ajuste. El valor reportado es de 70,3 dBA, siendo más bajo que el respectivo estándar máximo permisible para este sector y horario, el cual es de 80 dBA (ver Figura 5.178). La principal fuente de ruido en la zona aledaña es el tránsito de vehículos por la vía aledaña

(principalmente automóviles, motos y camiones); de igual manera el ruido proveniente de las viviendas aledañas también tuvo incidencia.

Por otra parte, los puntos 02 y 03, categorizados en el Sector D (zona suburbana o rural) presentan un máximo permisible para este horario de 55 dBA. De los dos puntos correspondientes, El R02 presenta correcciones asociadas a los componentes tonales, al cual se le adicionó 6,0 dBA, tal y como se explicó anteriormente. Sin embargo, los dos puntos del sector D registraron valores por debajo del límite normativo. La medición correspondiente al punto 02 es de 54,8 dBA, mientras que el punto 03 el valor es de 53,7 dBA. Las principales fuentes de ruido están asociadas al tránsito constante de vehículos, la fauna local (animales silvestres y algunos domésticos), y el ruido proveniente de las viviendas adyacentes.

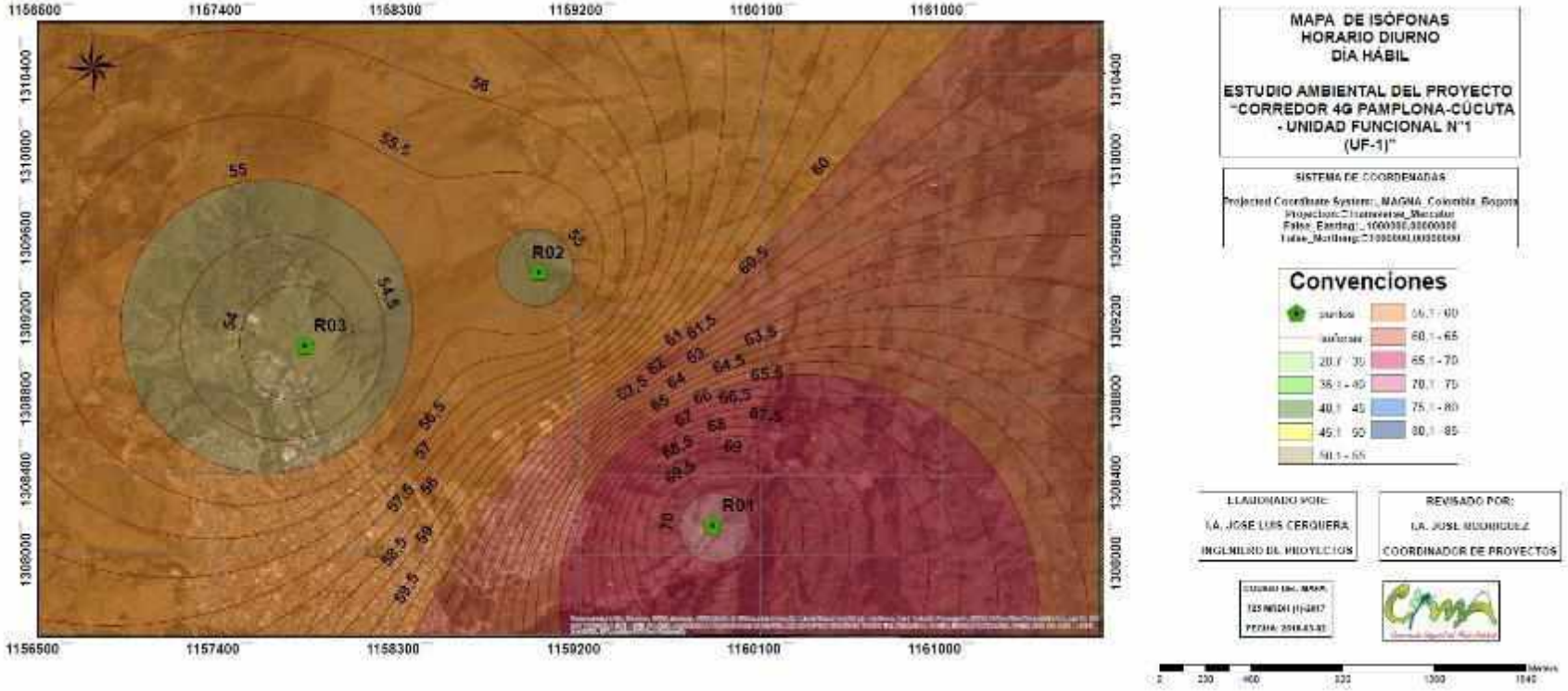
En la Figura 5.179 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada diurno día hábil.

Un mapa de ruido es una representación de datos sobre la situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en el que se muestra si se supera un límite y las áreas afectadas. Este permite visualizar el estado ambiental actual de contaminación por ruido por lo que es usada como herramienta de planificación, donde es posible identificar zonas críticas y posibles fuentes de contaminación. En la Figura 5.179 que corresponde al mapa de isófonas diurno de día hábil es posible evidenciar los valores mínimos y máximos de ruido además de su distribución a través del área de influencia.

Considerando el estándar máximo permitido para el horario diurno (80 dBA) para el sector C correspondiente a zona de ruido intermedio, es posible determinar que a través de toda el área de influencia de la UF 1 no se sobrepasa el valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006). Por otro lado, teniendo en cuenta el estándar máximo permitido en el mismo horario para el sector D (55 dBA) correspondiente a zonas suburbanas o rurales de tranquilidad, se puede decir que los valores en toda el área de influencia se encuentran también por debajo del valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006).

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario diurno hábil refleja los mayores niveles en inmediaciones del punto de monitoreo R01. Este punto se sitúa en una zona con tránsito de vehículos por la vía nacional aledaña. En la Figura 5.179 es posible evidenciar que a medida que las isófonas se alejan del punto R01 y se acercan al punto R02 y R03, existe una disminución de su valor, alcanzando niveles mínimos de 54 dBA en el R03.

Figura 5.179 Mapa de isófonas horario diurno día hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

- Ruido ambiental nocturno hábil

A continuación, en la Tabla 5.152 se presentan los resultados ya corregidos para los mismos puntos mencionados en horario nocturno hábil.

Tabla 5.152 Resultados corregidos horario nocturno día hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	78,5	0	6	84,5	C	70	20,7%
P02	R02	75,0	0	6	81,0	D	45	80,0%
P03	R03	53,6	0	3	56,6	D	45	25,8%

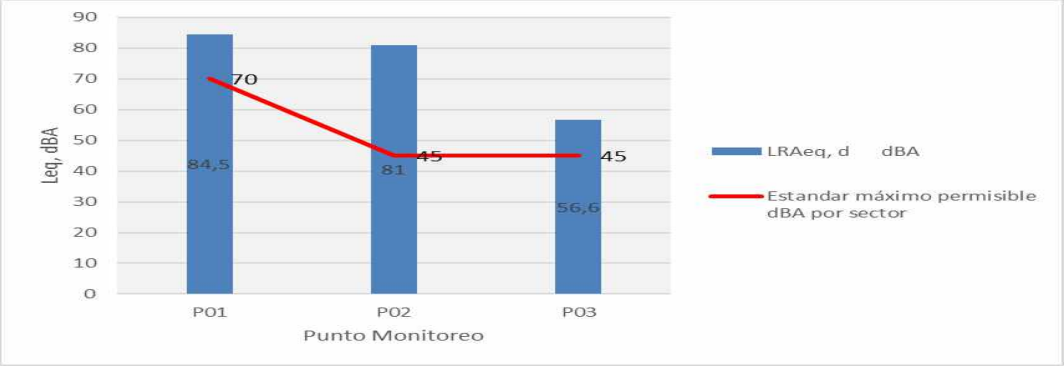
*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Corrección Ki Horario nocturno Hábil: Ninguna de las mediciones realizadas deben ser corregidas por los componentes impulsivos Ki en los lugares de la medición y durante el tiempo que tuvo lugar el monitoreo, ni por componentes impulsivos netos ni por componentes impulsivos fuertes.

Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno hábil: En horario nocturno, los tres puntos evaluados reportaron componentes tonales que generan la corrección correspondiente. Para los puntos 01 y 02 se presenta percepción fuerte de componentes tonales, y por lo tanto el ajuste correspondiente es de 6,0 dBA. Por su parte, en el punto 03 se reportó percepción neta de componentes tonales y en este caso la corrección respectiva es de 3,0 dBA a la medida obtenida en campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos y representados en Figura 5.180 es posible evidenciar que los tres (3) puntos evaluados trasgreden el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006, de 70 dBA (P01) y 45 dBA (P02 y P03), catalogados para los sectores C y D respectivamente. De los tres puntos registrados, el P02 es el que mayor trasgresión presenta, con el 80% sobrepasando el valor normativo.

Figura 5.180 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil. Sector C y Sector D



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Respecto al P01, categorizado en sector C- vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, el cual tuvo un ajuste de 6,0 dBA por componentes tonales; se aprecia que el

valor ajustado sobrepasa el límite de 70 dBA, y que el nivel equivalente en el punto 01 fue de 84,5 dBA. La principal fuente de emisión en este punto fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto al lugar de medición.

En la Figura 5.180 también se muestran los valores corregidos de ruido ambiental registrados en el sector D, correspondiente a los puntos P02 y P03, catalogados en *zonas suburbanas o rurales. Para estos puntos de medición,* se determina que ambos exceden el límite de 45 dBA establecido en la Resolución 627 de 2006. Las principales fuentes de ruido en este punto son el tráfico vehicular, los animales que habitan en las zonas aledañas (fauna silvestre y animales domésticos) junto con las actividades que realizan las personas en las viviendas cercanas.

En la figura 5.182 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada nocturno día hábil.

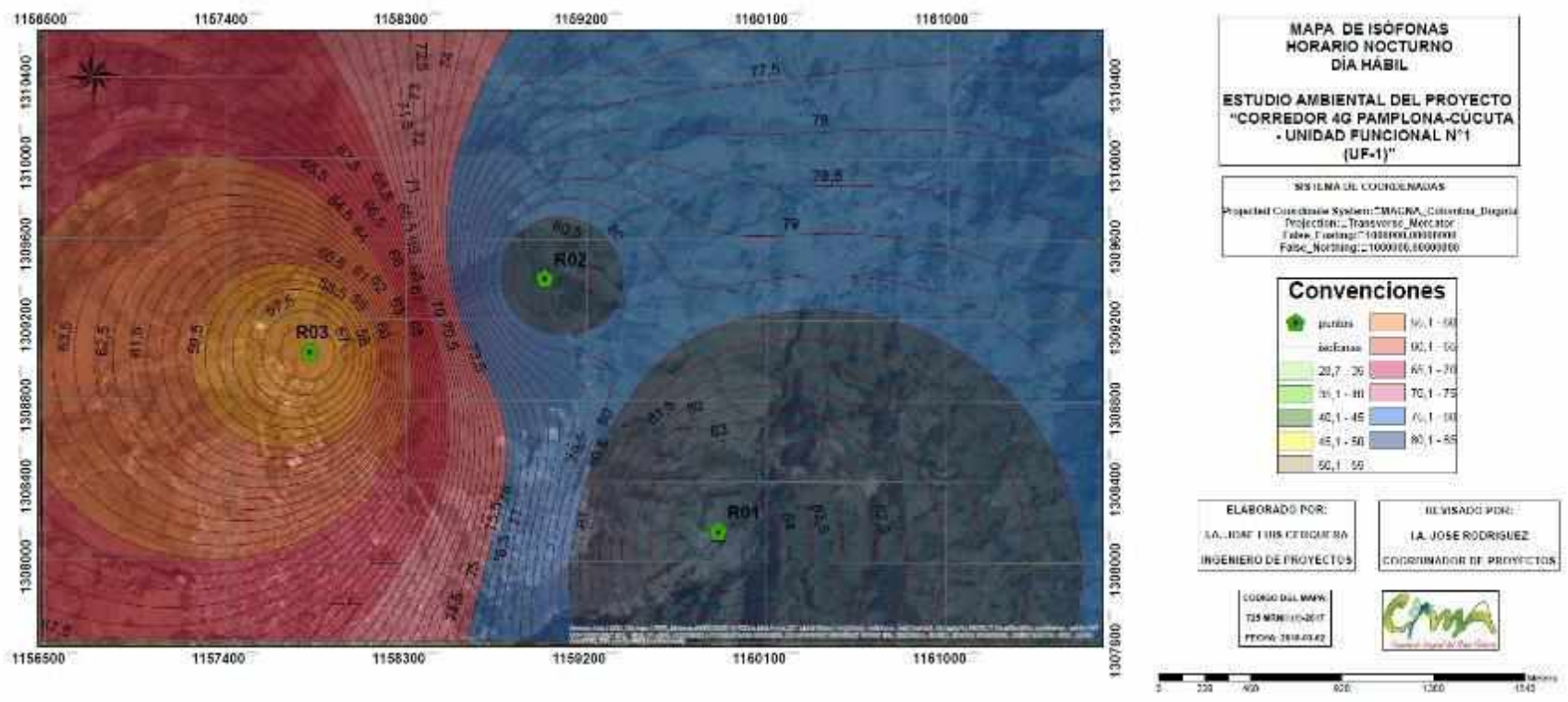
Considerando el estándar máximo permitido para el horario nocturno (70 dBA) para el sector C correspondiente a zona de ruido intermedio, es posible determinar que a través de toda el área de influencia de la UF 1 se sobrepasa el valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006).

En la figura 5.182 es posible evidenciar que a medida que las isófonas se alejan del punto R02 y se acercan al punto R03 existe una disminución de su valor alcanzando niveles de 57 dBA a una distancia superior a 1 kilómetro de un punto a otro. Por otra parte, alrededor de 0,7 kilómetros del punto R02, se evidencia un aumento en los niveles de ruido alcanzando valores máximos de 84,5 dBA en el punto R01. Lo anterior se explica con la ubicación del punto de monitoreo R02 en zona rural, junto a la vía terciaria, con presencia de fauna que altera los niveles de ruido en día hábil nocturno.

- Ruido ambiental día no hábil
- Ruido ambiental diurno no hábil

La jornada de monitoreo diurno se inició el día 04 de febrero entre las 07:02 horas y las 09:17 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se realizó el día 28 de enero de 2018 desde las 00:03 p.m. a 01:10 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en los tres (3) puntos.

Figura 5.181 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil



Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

En la Tabla 5.153 se presentan el resumen de los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.153 Resultados corregidos horario diurno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	71,7	0	0	71,7	C	80,0	-10,4%
P02	R02	53,0	0	3	56,0	D	55,0	1,8%
P03	R03	60,0	0	0	60,0	D	55,0	9,1%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

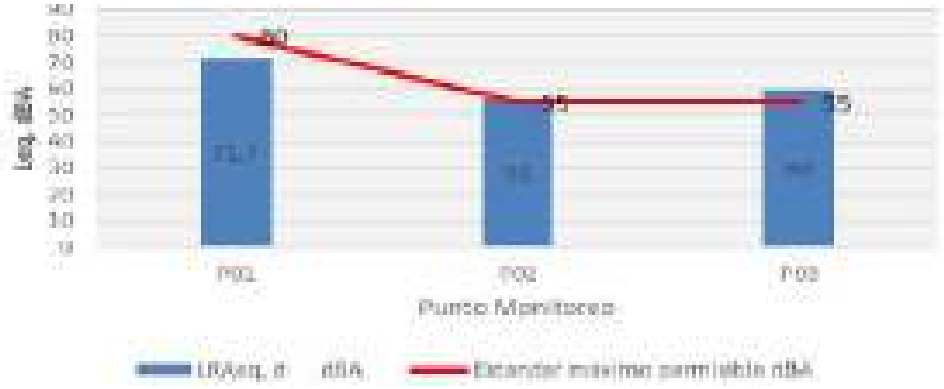
Corrección Ki Horario Diurno No Hábil: Para ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo, es decir que la percepción de componentes impulsivos en todos los casos es nula y no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes resultantes de las mediciones.

Corrección por tono y contenido de información Kt Diurno no hábil: De los tres puntos que conforman el presente estudio, únicamente el punto 02 reportó percepción neta de componentes tonales, por lo tanto, el ajuste correspondiente es de 3,0 dBA a la medición realizada en campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible evidenciar que sólo el punto R01 cumple con el límite máximo permisible establecido en la resolución 627 de 2006 (80 dBA), registrando un valor de 71,7 dBA, donde la principal fuente de ruido es el paso constante de vehículos que circulan por la vía aledaña. Lo anterior se muestra en la Figura 5.182.

También se evidencia que los dos (2) puntos de medición catalogados en la zona *suburbana o rural,* exceden el límite de 55 dBA establecido en la resolución 627 de 2006, siendo el nivel más alto el obtenido en el punto 03 el cual registra un valor de 60,0 dBA. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos por vías cercanas, actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y animales de la zona.

Figura 5.182 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil - Sector C vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario diurno no hábil refleja los mayores niveles en inmediaciones del punto de monitoreo P01, ubicado sobre la vía nacional, junto a viviendas.

En la

Figura 5.183 es posible evidenciar que, en horario diurno no hábil, a medida que las isófonas se alejan del punto 02 y 03, y se acercan al punto 01, existe un aumento de su valor. De igual manera, el punto R01 aumenta durante los 0,7 kilométros a medida que las isófonas se alejan, alcanzando valores máximos de 81 dBA. Lo anterior se explica en la ubicación del punto de monitoreo R01 cercana a vía principal, cuyo tránsito vehicular influye en el aumento del ruido en el área de estudio.

- Ruido ambiental nocturno no hábil

A continuación, se presentan los resultados para horario nocturno de día no hábil para los puntos ya mencionados en la siguiente tabla.

Tabla 5.154 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	67,9	0	6	73,9	C	70,0	5,6%
P02	R02	59,4	0	0	59,4	D	45,0	32,0%
P03	R03	62,9	0	0	62,9	D	45,0	39,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

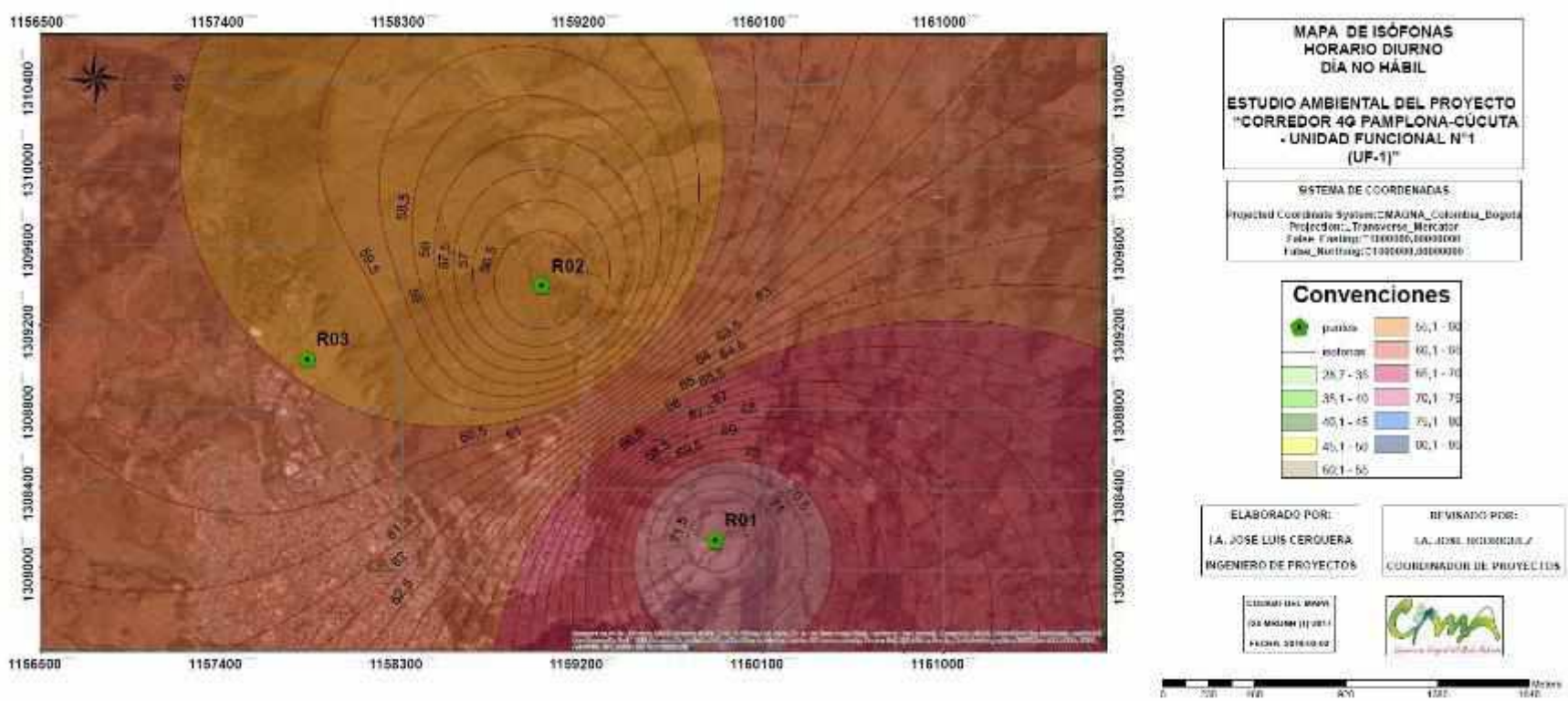
Corrección Ki Horario nocturno No Hábil: En ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo (ni neto ni fuerte), por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes de las mediciones para este horario y jornada.

Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno no hábil: Únicamente el punto 01 registró percepción fuerte de componentes tonales, efectuándose una corrección de 6,0 dBA al nivel equivalente resultante de la medición en campo.

De acuerdo a los resultados obtenidos y representados en la Figura 5.184 es posible evidenciar que los tres (3) puntos trasgreden el límite máximo permisible establecido en la resolución 627 de 2006 (70 dBA), siendo el mayor punto excedido el obtenido en el P03, registrando un valor de 62,9 dBA, siendo la principal fuente de ruido el tránsito de vehículos durante la medición.

Respecto al punto clasificado en el Sector C – vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, el máximo permisible para este horario es de 70 dBA y el valor obtenido después de realizar el ajuste correspondiente fue de 73,9 dBA, sobrepasando el estándar máximo permisible. La principal fuente de emisión en el punto 01 fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto al lugar de medición.

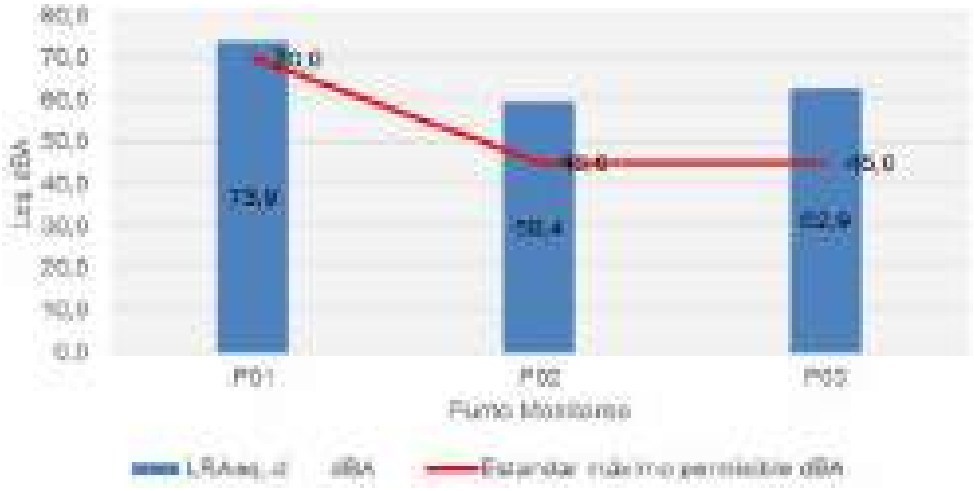
Figura 5.183 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Por otra parte, respecto a los puntos de monitoreo ubicados en el Sector D- zona suburbana o rural, el máximo permisible para este horario es de 45 dBA. Ninguno de los puntos de este sector presenta correcciones asociadas a los componentes tonales o impulsivos y ambos puntos presentan mediciones con valores superiores al límite respectivo. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías aledañas, las actividades que tienen lugar en las viviendas circundantes y algunos animales de la zona.

Figura 5.184 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil

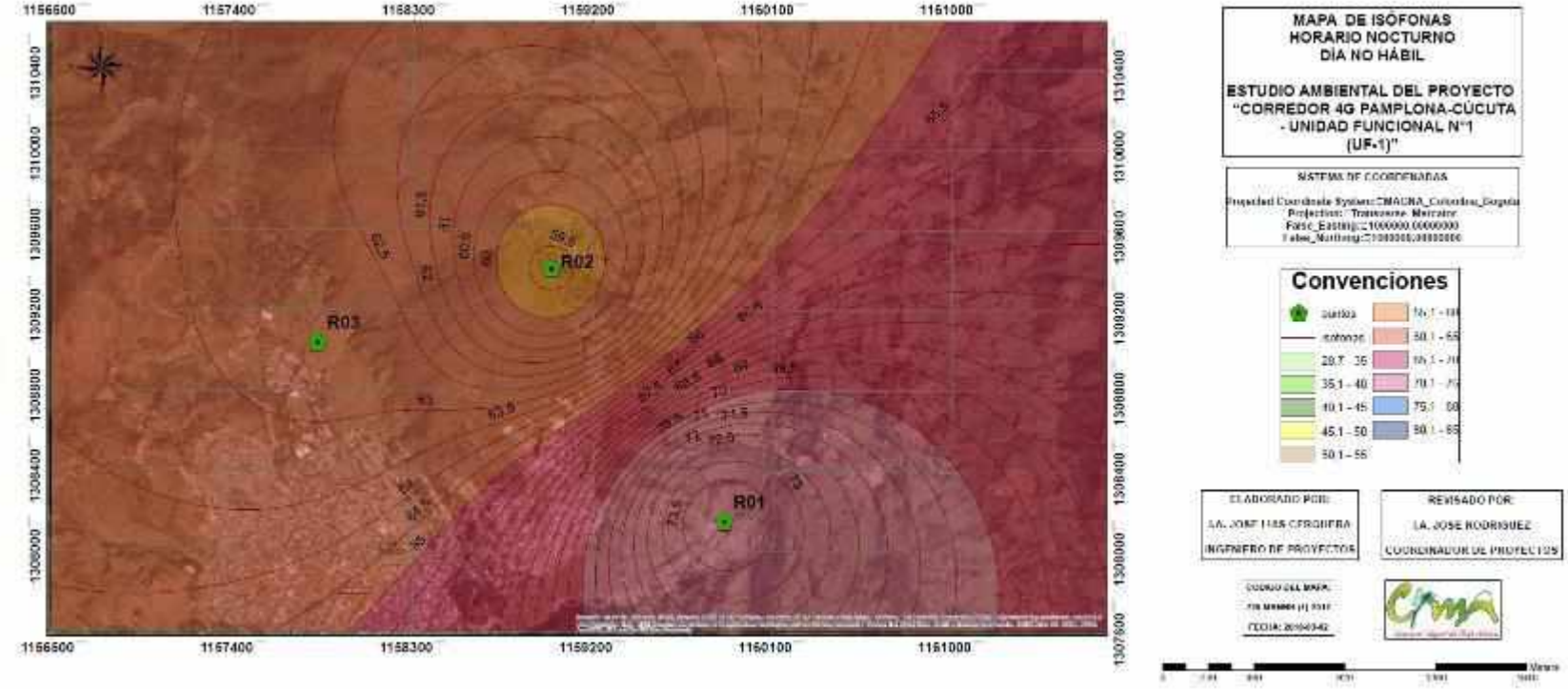


Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

En la Figura 5.186 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada diurno día no hábil.

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario nocturno no hábil refleja los menores niveles en inmediaciones de los puntos de monitoreo 02 y 03. Estos niveles aumentan a medida que se alejan, tendiendo a incrementarse hacia el P01. Por otra parte, el punto 01, el cual presenta el mayor valor LRAeq de 73,9 dB, disminuye a medida que se aleja del punto de monitoreo.

Figura 5.185 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Los resultados de los monitoreos y las memorias de calculo se incluyen en el anexo 5 Caracterización AI – 5.1.5 Atmosferico – B Anexos ruido. A partir de los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo definidos en la UF1, en la construcción de la variante Pamplona, se puede inferir:

- El único horario que no trasgrede los niveles de ruido establecidos según normatividad, en ninguno de sus puntos, es el horario diurno hábil (Resolución 0627 de 2006).
- Además de lo anterior, el punto R01 en horario diurno no hábil no sobrepasa el valor máximo permisible. Los demás puntos trasgredieron los valores, según normatividad, de acuerdo con el sector en el que se clasifican.
- Respecto a los demás horarios, tales como hábil nocturno, y no hábiles (diurno y nocturno), el punto R01 reporta los mayores niveles de ruido en decibeles, sin embargo, es el que menos porcentaje de trasgresión presenta sobre el límite normativo, basado en su clasificación dentro del sector C, que establece unos niveles permitidos más altos que los límites establecidos en el sector D, donde se clasifican los puntos R02 y R03.
- Los puntos R02 y R03 tienen valores similares de trasgresión sobre la normatividad, a excepción del día hábil nocturno, en cuyo R02 se presenta el mayor valor sobrepasado, con el 80% sobre la norma.
- Durante el horario no hábil diurno se presentan los menores valores de trasgresión en todos sus puntos.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.1.8 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA - HIDROGEOLOGÍA

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.1.8 Caracterización del Área de Influencia - Hidrogeología.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 13
5.1 Medio Abiótico 13
5.1.8 Hidrogeología 13
5.1.8.1 Objetivos y Alcance 13
5.1.8.1.1 Objetivo General 13
5.1.8.1.2 Objetivo Específicos 13
5.1.8.1.3 Alcance 13
5.1.8.2 Metodología para la vía a cielo abierto y túnel Pamplona 14
5.1.8.2.1 Secuencia Metodológica 14
5.1.8.2.2 Área de influencia preliminar 19
5.1.8.2.3 Marco Teórico 21
5.1.8.3 Geología de referencia 32
5.1.8.4 Inventario y clasificación de puntos hidrogeológicos 32
5.1.8.4.1 Resultados de campo 33
5.1.8.4.2 Análisis de los datos de interés hidrogeológico provenientes del inventario 50
5.1.8.5 Caracterización Hidrogeoquímica del agua muestreada 59
5.1.8.5.1 Criterios para la selección de los puntos de agua 59
5.1.8.5.2 Puntos de agua seleccionados 60
5.1.8.5.3 Parámetros analizados 60
5.1.8.5.4 Clasificación Hidrogeoquímica 70
5.1.8.6 Modelo Hidrogeológico Conceptual UF1 (Túnel y Vía a Cielo Abierto) . 77
5.1.8.6.1 Principales unidades geológicas y su comportamiento hidrogeológico 77
5.1.8.6.2 Principales zonas de recarga y descarga 81
5.1.8.6.3 Dirección preferencial del flujo subsuperficial y subterráneo 81
5.1.8.6.4 Dinámica del flujo de agua subsuperficial y subterránea 82

5.1.8.7 Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la contaminación....83
5.1.8.7.1 Metodología GOD....84
5.1.8.7.1 Grado Confinamiento Hidráulico (G)....85
5.1.8.7.2 Ocurrencia del Sustrato Suprayacente (O)....87
5.1.8.7.3 Distancia al Nivel de Agua Subsuperficial y Subterránea (D)....88
5.1.8.7.4 Clasificación de la Vulnerabilidad....92
5.1.8.8 Valoración del riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas....93
5.1.8.8.1 Metodología aplicada....94
5.1.8.8.2 Análisis de la vulnerabilidad....95
5.1.8.8.3 Factores de peligrosidad de las fuentes de amenaza....96
5.1.8.8.4 Evaluación del riesgo....97
5.1.8.8.5 Resultados....97
5.1.8.9 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua censado en la vía a cielo abierto y ZODMEs.....99
5.1.8.9.1 Criterios utilizados....99
5.1.8.9.2 Resumen evaluación de impactos puntos vía a cielo abierto y ZODMEs 101
5.1.8.9.3 Medidas de manejo de impactos....104
5.1.8.10 Caracterización hidrogeológica específica Túnel Pamplona....115
5.1.8.10.1 Datos generales del túnel....115
5.1.8.10.2 Análisis hidrogeológico de los puntos de agua inventariados....117
5.1.8.10.3 Valoración de la recarga túnel Pamplona....130
5.1.8.10.4 Caracterización hidrodinámica de los terrenos y rocas interceptados por la excavación del túnel Pamplona....157
5.1.8.11 Probabilidad de afectación de los puntos de agua censados mediante método DHI (Drowdawn Hazard Index).....176
5.1.8.11.1 Método del cálculo....177
5.1.8.11.2 Descripción de las variables del sistema....178
5.1.8.11.3 Resultados....184
5.1.8.11.4 Medidas de prevención, mitigación y compensación sugeridas....186
5.1.8.12 Modelo numérico del flujo subsuperficial y subterráneo del Túnel de Pamplona 201
5.1.8.12.1 Introducción....201

5.1.8.12.2 Principales elementos considerados en la simulación numérica. ..203
5.1.8.12.3 Método de modelación 204
5.1.8.12.4 Calibración del modelo 207
5.1.8.12.5 Resultados del modelo numérico 216
5.1.8.12.6 Caudal crítico 228
5.1.8.12.7 Consideraciones finales..... 229
5.1.8.13 Red de Monitoreo..... 232
5.1.8.13.1 Criterios de Selección de Puntos para la Red de Monitoreo 232
5.1.8.13.2 Puntos de agua seleccionados para integrar la red de monitoreo propuesta 233
5.1.8.13.3 Frecuencia de las mediciones 239
5.1.8.14 Conclusiones..... 243
5.1.8.14.1 Resultado del inventario de puntos de agua..... 243
5.1.8.14.2 Resultado de los análisis hidrogeoquímicos 243
5.1.8.14.3 Modelo hidrogeológico conceptual (Túnel y vía a cielo abierto)..... 243
5.1.8.14.4 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos presentes en la UF1 244
5.1.8.14.5 Riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas. 245
5.1.8.14.6 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua relacionados con la vía a cielo abierto y ZODMEs. 245
5.1.8.14.7 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua relacionados con el túnel Pamplona aplicando la metodología DHI. 245
5.1.8.14.8 Medidas de mitigación y compensación..... 245
5.1.8.14.9 Cálculo del caudal esperado en el túnel Pamplona..... 246
5.1.8.14.10 Zonas potencialmente críticas hidrogeológicamente en el túnel Pamplona 246
5.1.8.14.11 Modelo numérico del flujo subsuperficial y subterráneo presente en el túnel Pamplona 247
5.1.8.14.12 Red de monitoreo 247
5.1.8.15 Recomendaciones 248
5.1.8.16 Referencias bibliográficas..... 248

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.1.8 Caracterización del Área de Influencia - Hidrogeología.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5-2.1. Puntos de agua naturales censados en la UF1 43
Tabla 5-2.2. Clasificación de puntos de agua de acuerdo con su caudal. 50
Tabla 5-2.3. Caudales característicos de los puntos de agua inventariados. 50
Tabla 5-2.4. Caudales característicos medios de 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos (Nov_2017 y Abr_2018). 53
Tabla 5-2.5. Valores de conductividad y STD de los puntos censados. 56
Tabla 5-2.6. Puntos de agua seleccionados para muestreo y análisis hidrogeoquímico en la UF1. 61
Tabla 5-2.7. Equivalencias de nomenclaturas de puntos en análisis de laboratorio 62
Tabla 5-2.8. Parámetros hidrogeoquímicos medidos en los puntos de agua seleccionados en el área de influencia de la UF1, de acuerdo con la resolución 751 de marzo del 2015. 63
Tabla 5-2.9. Facies hidrogeoquímicas de los puntos de agua analizados. 74
Tabla 5-2.10. Complejos hidrogeológicos UF1. 79
Tabla 5-2.11 Definición de clases de Vulnerabilidad a la Contaminación de Acuíferos 83
Tabla 5-2.12 Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas según grado de confinamiento. 85
Tabla 5-2.13 Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas según sustrato suprayacente. 87
Tabla 5-2.14. Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas por distancia al nivel del agua subsuperficial y subterránea. 89
Tabla 5-2.15. Rangos de vulnerabilidad. 92
Tabla 5-2.16. Clasificación adoptada por la evaluación del Factor de peligrosidad (Fp) 96
Tabla 5-2.17. Clasificación adoptada por la evaluación del Factor de contacto (Fc) 96
Tabla 5-2.18. Cálculo del riesgo (R) mínimo y máximos posibles y del riesgo normalizado (Rn), entre 0 y 1 97
Tabla 5-2.19. Potencial de afectación de los puntos de agua encontrados en la UF1 en vía a cielo abierto y ZODMEs 102
Tabla 5-2.20. Medidas de manejo discriminadas por punto 113
Tabla 5-2.21. Datos generales del Túnel Pamplona 115
Tabla 5-2.22. Datos de información de base relacionada con los puntos de agua inventariados y monitoreados en el sector del túnel Pamplona. 118

Tabla 5-2.23 Clasificación de parámetros en función de variación del Índice de Aridez 133
Tabla 5-2.24 Estaciones meteorológicas utilizadas 137
Tabla 5-2.25 Índice de Aridez de Marttone ajustado para las áreas de estudio según método Kennesey 147
Tabla 5-2.26 Clasificación de Permeabilidad en la Zona de Estudio según método Kennesey 149
Tabla 5-2.27 Clasificación cobertura vegetal y uso del suelo en las zonas de estudio para método Kennesey 149
Tabla 5-2.28 Escorrentía Superficial – Régimen Anual 153
Tabla 5-2.29 Régimen de Infiltración Anual 153
Tabla 5-2.30 Recarga Máxima Anual 154
Tabla 5-2.31 Recarga Media Anual 155
Tabla 5-2.32 Recarga Mínima Anual 156
Tabla 5-2.33. Descripción de la permeabilidad de acuerdo con la norma AFTES 157
Tabla 5-2.34. Formaciones geológicas definidas como complejos hidrogeológicos interceptadas por el Túnel Pamplona (dirección W-E) 159
Tabla 5-2.35. Datos de caracterización hidráulica de las unidades geológicas interceptadas por el túnel (información primaria). 161
Tabla 5-2.36 Campo de variación de la permeabilidad asociada a las clases de roca de acuerdo con el índice RMR. 163
Tabla 5-2.37. – Campo de variación de la permeabilidad asociada al grado de fracturación del macizo rocoso. 163
Tabla 5-2.38. – Permeabilidad atribuida a los tramos de túnel para condiciones geológico-geomecánicas homogéneas. Grado de fracturación H=Alto; M=Medio y L=Bajo 164
Tabla 5-2.39 – Valoración de la carga hidráulica en correspondencia con el eje del túnel Pamplona. 165
Tabla 5-2.40. Datos piezométricos disponibles. Se muestran los valores de profundidad del nivel freático y de carga hidráulica sobre la clave del túnel (m). 166
Tabla 5-2.41. Cálculo analítico del caudal esperado en el túnel Pamplona a corto plazo 170
Tabla 5-2.42 Valores de caudales específicos a corto plazo a lo largo del túnel Pamplona (valores mínimos y máximos). 171
Tabla 5-2.43 – Valores de caudales estabilizados a largo plazo a lo largo del túnel Pamplona sin considerar limitación de la recarga (valores mínimos y máximos) 172
Tabla 5-2.44. Cálculo del caudal esperado en el túnel (valoración analítica) a largo plazo con aplicación de la valoración numérica. 175
Tabla 5-2.45. Descripción de las ocho (8) variables del sistema acuífero-túnel y definición de los índices correspondientes para los puntos de agua. 183
Tabla 5-2.46. Grado de probabilidad de afectación de los puntos de agua. 184
Tabla 5-2.47. Potencial impacto sobre los puntos hidrogeológicos localizados en la zona de influencia del túnel Pamplona 184

Tabla 5-2.48. Cálculo valor DHI para los puntos de agua ubicados en la zona de influencia del túnel Pamplona. 185
Tabla 5-2.49. Puntos de agua subsuperficial y subterránea con probabilidad de impacto bajo localizados en la zona de influencia del túnel pamplona. 186
Tabla 5-2.50. Tramos del túnel Pamplona donde de acuerdo con el perfil geológico y geotécnico se prevé encontrar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad. 191
Tabla 5-2.51. Caudales críticos para el túnel de Pamplona 192
Tabla 5-2.52. Descripción del tipo de intervención en relación con la probabilidad de impacto atribuida a los puntos de agua analizados. 195
Tabla 5-2.53. Resultados de las calibraciones de los modelos considerando los valores de la cota piezométrica medida en el eje del túnel. 207
Tabla 5-2.54. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S1. 212
Tabla 5-2.55. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S2. 213
Tabla 5-2.56. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S3. 214
Tabla 5-2.57. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S1. 218
Tabla 5-2.58. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA09 sección S1. 220
Tabla 5-2.59. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA20 sección S1. 221
Tabla 5-2.60. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S2. 222
Tabla 5-2.61. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA07 sección S2. 223
Tabla 5-2.62. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S3. 225
Tabla 5-2.63. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA05 sección S3. 226
Tabla 5-2.64. Caudal crítico establecido para el túnel Pamplona. 229
Tabla 5-2.65 Tipo de punto de control y mediciones relacionadas con el monitoreo tipo A de los puntos de agua seleccionados 234
Tabla 5-2.66 Puntos de agua subsuperficial y subterránea que integran la red de monitoreo. 235
Tabla 5-2.67 Piezómetros que integran la red de monitoreo del túnel Pamplona. 236
Tabla 5-2.68 Puntos de agua representados por puntos en cursos de aguas superficiales que integran la red de monitoreo de UF1. 237
Tabla 5-2.69 Parámetros del monitoreo tipo B según las especificaciones de la Tabla 5 de la Resolución N. 0751 del 2015. 238
Tabla 5-2.70 Frecuencia de medición red de monitoreo UF1 240
Tabla 5-2.71 Tramos de túnel caracterizados por presentar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad.” 246

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.1.8 Caracterización del Área de Influencia - Hidrogeología.

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 5-2.1 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1 16
Figura 5-2.2 Zona de influencia hidrogeológica preliminar. 20
Figura 5-2.3. Esquema de un acuífero colgado (Fetter, 1980). 22
Figura 5-2.4. Acuífero libre, inconfinado o de nivel freático (Fetter, 1980) 23
Figura 5-2.5. Estratigrafía en un sistema acuífero (Fetter 1980) 24
Figura 5-2.6. Esquema de colores para representación hidrogeológica – IAH (1995) 25
Figura 5-2.7. Ejemplo colores para representación hidrogeológica – IAH (1995) 25
Figura 5-2.8. Ocurrencia de manantiales a causa de variables geológicas 28
Figura 5-2.9. Tipos de manantiales 29
Figura 5-2.10. Esquema de Resurgencia 29
Figura 5-2.11. Interflujo (SEEP en la imagen) 30
Figura 5-2.12. Clasificación de puntos de agua subsuperficial y subterránea 31
Figura 5-2.13. Localización puntos de agua censados en la UF1 42
Figura 5-2.14. Valores de caudal de los puntos de agua encontrados durante el inventario 52
Figura 5-2.15. Valores de caudal para los 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos – primer período. 54
Figura 5-2.16. Valores de caudal para los 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos – segundo período 55
Figura 5-2.17. Distribución de la conductividad en todos los puntos censados. 57
Figura 5-2.18. Distribución de los STD en todos los puntos censados. 58
Figura 5-2.19. Ubicación del muestreo hidroquímico de la UF1 70
Figura 5-2.20. Clasificación química de los tipos de agua en el diagrama de Piper. 72
Figura 5-2.21. Diagrama de Piper para las ocho fuentes de agua analizadas 73
Figura 5-2.22. Diagrama de shoeller para las ocho fuentes de agua analizadas 73
Figura 5-2.23. Correlación entre los iones ca2++mg versus so42-+hco3 en meq/l. 75
Figura 5-2.24. Diagramas de Stiff para las ocho fuentes analizadas 76
Figura 5-2.25. Esquema de análisis de la vulnerabilidad de acuíferos (método

GOD). 84
Figura 5-2.26. Distribución geográfica del parámetro G. 86
Figura 5-2.27. Distribución geográfica del parámetro O. 88
Figura 5-2.28. Valores de profundidad del nivel freático en la zona de estudio. 90
Figura 5-2.29. Valores asignados al parámetro D en la zona de influencia de la UF1. 91
Figura 5-2.30. Distribución geográfica de la vulnerabilidad intrínseca en la UF1 93
Figura 5-2.31. Clasificación del riesgo para la zona de estudio 98
Figura 5-2.32. Clasificación del riesgo para la zona de estudio 98
Figura 5-2.33 Vista esquemática de medidas básicas de protección. 107
Figura 5-2.34 Tanque para la protección de afloramientos de agua 108
Figura 5-2.35. Tanque de concreto para almacenamiento del punto hidrogeológico. 108
Figura 5-2.36. Esquema de manejo de puntos de agua en áreas de ZODMEs. 110
Figura 5-2.37 Corte en un punto de agua asociado a flujo subsuperficial 111
Figura 5-2.38. Medida de manejo para punto de agua con cruce de vía en tubería. 111
Figura 5-2.39. Sección geométrica túnel Pamplona con contra bóveda 115
Figura 5-2.40. Localización túnel Pamplona 116
Figura 5-2.41. Distribución de puntos de agua en zona de influencia túnel Pamplona. 117
Figura 5-2.42 Investigación geoeléctrica UF1-TE08. Se destacan con óvalos en color rojo los sectores en los cuales se desarrollan circuitos someros al interior de suelos residuales y depósitos coluviales. 121
Figura 5-2.43 – Investigación geoeléctrica UF1-T04, se destacan con óvalos en color rojo los sectores en los cuales se desarrollan circuitos en el substrato rocoso al parecer no conexos con flujos subsuperficiales. 122
Figura 5-2.44 – Investigación geoeléctrica UF1-TE03. Se destacan con un óvalo de color rojo los sectores en los cuales se desarrollan los circuitos hídricos en el sector del fondo del valle. 124
Figura 5-2.45 – Hipótesis de esquema de flujo de circuitos subsuperficiales y en roca a lo largo de las fallas, en el sector del punto de agua MA07. 125
Figura 5-2.46 – Investigaciones geoeléctricas UF1-TE01. Se evidencia con un óvalo en color rojo los sectores en los que una disminución de la resistividad podría estar representando la presencia de circuitos subsuperficiales desarrollados al interior de los depósitos coluviales. 126
Figura 5-2.47 – Sistemas de flujo principales identificados en el sector del Túnel Pamplona. 128
Figura 5-2.48 Perspectiva tridimensional del Túnel Pamplona. Entorno geológico e hidrogeológico. 129
Figura 5-2.49 Esquema Metodológico 130
Figura 5-2.50 Área de Estudio Hidrogeológica 136
Figura 5-2.51 Comportamiento de la Precipitación de enero a junio 138

Figura 5-2.52 Comportamiento de la Precipitación de julio a diciembre 139
Figura 5-2.53 Correlación inversa media mensual multianual 140
Figura 5-2.54 Correlación inversa anual 141
Figura 5-2.55 Comportamiento de la Temperatura de enero a junio 142
Figura 5-2.56 Comportamiento de la Temperatura de julio a diciembre 143
Figura 5-2.57 Régimen Humedad Relativa 144
Figura 5-2.58 Régimen Evapotranspiración Potencial 145
Figura 5-2.59 Comportamiento Balance Hidroclimático 146
Figura 5-2.60 Clasificación de Pendientes (CA) para método Kennesey – Túnel UF1 148
Figura 5-2.61 Clasificación de Permeabilidad (CP) para método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona 150
Figura 5-2.62 Clasificación de Cobertura Vegetal (CV) para método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona 151
Figura 5-2.63 Condición de Escorrentía Superficial (CK) según método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona 152
Figura 5-2.64 Régimen de Recarga Máxima – Túnel UF1 154
Figura 5-2.65 Régimen de Recarga Media – Túnel UF1 155
Figura 5-2.66 Régimen de Recarga Mínima – Túnel UF1 156
Figura 5-2.67 Ubicación de los sondeos realizados sobre la traza del túnel de Pamplona. 158
Figura 5-2.68. Sección longitudinal del túnel Pamplona con indicación de los sondeos realizados, la profundidad alcanzada, los valores de permeabilidad obtenidos en los tramos de prueba y los niveles piezométricos medidos. 160
Figura 5-2.69. Análisis estadístico de los datos de permeabilidad disponibles, distinguiendo litotipo y profundidad 160
Figura 5-2.70 Ubicación de los sondeos realizados sobre la traza del túnel de 163
Figura 5-2.71. Esquema de la relación geométrica entre la posición del punto de agua considerado y el tramo de túnel de referencia. 178
Figura 5-2.72. Ejemplo conceptual de la matriz del sistema Acuífero-túnel 178
Figura 5-2.73. Esquema de la influencia que la cobertura tiene sobre la amplitud de la zona plástica que se forma entorno de una excavación subterránea (A) y, a la escala del macizo, sobre la abertura media de las fracturas (B). 179
Figura 5-2.74. Relación entre el radio del túnel y el caudal drenado (aplicando la fórmula de GOODMAN et al., 1965) 180
Figura 5-2.75. Esquema conceptual del efecto topográfico (ET). En la tabla de la izquierda se muestran los valores que asume ET para puntos de agua. 182
Figura 5-2.76. Corrimiento del túnel para alejarlo de Zona de Falla 186
Figura 5-2.77. (a y b) Secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy mala calidad geotécnica. NATM 188
Figura 5-2.78. Túnel de Pamplona, sección tipo SC-VIa, secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy pobre calidad geotécnica (arcillolitas). NATM. 189

Figura 5-2.79. Fracturamiento del macizo rocoso por la voladura. 190
Figura 5-2.80. Post-inyecciones de impermeabilización contingentes. 191
Figura 5-2.81. Medidas de compensación transitorias y/o permanentes 198
Figura 5-2.82. Medidas de compensación estándar transitorias y/o permanentes 199
Figura 5-2.83. Ubicación laguna el borrero respecto al área de influencia de la UF1. 200
Figura 5-2.84. Esquema hipotético de una posible utilización de aguas de la laguna de Borrero. 200
Figura 5-2.85 – Trazado de las secciones a lo largo de las cuales se realizaron los modelos numéricos verticales. 203
Figura 5-2.86 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S1 206
Figura 5-2.87 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S2 206
Figura 5-2.88 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S3 206
Figura 5-2.89. Diagramas de dispersión de las medidas piezométricas 208
Figura 5-2.90. Variación de la recarga al interior de las cuencas interceptadas por el túnel Pamplona. 210
Figura 5-2.91. Valores de recarga a lo largo de la sección S1. 211
Figura 5-2.92. Valores de recarga a lo largo de la sección S2. 211
Figura 5-2.93. Valores de recarga a lo largo de la sección S3. 211
Figura 5-2.94. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S1. 213
Figura 5-2.95. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S2. 213
Figura 5-2.96. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S3. 214
Figura 5-2.97. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S1. 214
Figura 5-2.98. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S2. 215
Figura 5-2.99. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S3. 216
Figura 5-2.100. Simulación a un año de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S1 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas 219
Figura 5-2.101. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ03-S15 220
Figura 5-2.102. Simulación a un año de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S2 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas. 224
Figura 5-2.103. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ06_S17. 225
Figura 5-2.104. Simulación de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S3 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas 227
Figura 5-2.105. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ06-S17. 228

ANEXOS

ANEXO 5.1.3.1_FUNIAS

ANEXO 5.1.3.2_MODELOS CONCEPTUALES PUNTOS DE AGUA

ANEXO 5.1.3.3_MAPA HIDROGEOLÓGICO

ANEXO 5.1.3.4_HIDROQUIMICA_LABORATORIO

ANEXO 5.1.3.5_TOMOGRAFIA ELÉCTRICA

ANEXO 5.1.3.6_ FICHAS DE SONDEOS

ANEXO 5.1.3.7_ENSAYOS Y PRUEBAS HIDRÁULICAS

ANEXO 5.1.3.8_PERFIL HIDROGEOLÓGICO

ANEXO 5.1.3.9_ARCHIVOS MODELO NUMERICO

ANEXO 5.1.3.10_RESULTADOS GEOQUIMICA ADICIONAL

ANEXO 5.1.3.11_RESULTADOS PRUEBAS ISOTOPOS

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.8 Hidrogeología

El estudio hidrogeológico del corredor vial Cúcuta - Pamplona, se enmarca en los términos de referencia con códigos M-M-INA-02, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 26 de marzo del 2015, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) en proyectos de construcción de carreteras, las especificaciones técnicas del proyecto vial Cúcuta – Pamplona. De forma adicional en el desarrollo del presente estudio se emplea literatura hidrogeológica especializada.

5.1.8.1 Objetivos y Alcance

5.1.8.1.1 Objetivo General

Realizar la caracterización del componente hidrogeológico de la unidad funcional 1 (UF1) de la vía Cúcuta-Pamplona.

5.1.8.1.2 Objetivo Específicos

i. Recolectar información secundaria regional y local relacionada con el componente hidrogeológico (fuentes: SGC, IDEAM, IGAC, MINAMBIENTE, entre otros).
ii. Analizar la información existente hidrogeológica, hidrológica, geofísica, geoquímica y de caracterización de las aguas subsuperficiales y subterráneas sobre el área de estudio.
iii. Realizar inventario de puntos de agua consistente en pozos, aljibes, surgencias de flujos subsuperficiales (llamados también flujos hipodérmicos e interflujo), resurgencias (filtraciones difusas), afloramientos antrópicos y manantiales presentes en el área de estudio, determinando el nivel freático, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y números de usuarios.
iv. Identificar regionalmente las unidades hidrogeológicas captadas a partir de las unidades geológicas presentes e identificar los tipos de acuíferos.
v. Estimar el flujo de agua subsuperficial, subterránea, y posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales.
vi. Identificar las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
vii. Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación para proteger la calidad del mismo.
viii. Evaluar el riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas

5.1.8.1.3 Alcance

El alcance del presente capítulo está enfocado en la identificación y caracterización del agua subsuperficial y subterránea y de los acuíferos y zonas saturadas o semisaturadas

presentes en la zona de influencia hidrogeológica de la unidad funcional 1 (UF1), de manera que se pueda establecer una línea base que servirá de referencia para el posterior monitoreo de este recurso en términos de calidad y cantidad.

Como producto final de los diferentes análisis se entrega una valoración de los potenciales impactos que por la construcción de la vía a cielo abierto pudieran sufrir los puntos de agua identificados en el inventario. Esta valoración será hecha mediante un análisis de sensibilidad que toma en cuenta condiciones hidrogeológicas de los afloramientos de agua y los tipos de estructuras a construir.

De manera análoga, pero para el túnel Pamplona, se entrega un análisis en términos probabilísticos que valora el potencial impacto que la excavación del túnel pudiera tener sobre los puntos de agua identificados en su zona de influencia. Esto se hace aplicando el método DHI (Drowdawn Hazard Index).

5.1.8.2 Metodología para la vía a cielo abierto y túnel Pamplona

En los siguientes numerales se menciona el procedimiento seguido para obtener el resultado final, sin entrar en el detalle de la metodología técnica, la cual se trata de forma detallada en cada capítulo que trata dicho alcance.

5.1.8.2.1 Secuencia Metodológica

- **Recopilación y análisis de información secundaria**

En la fase inicial se recopila y analiza la información técnica secundaria existente, relacionada con aspectos geológicos, geotécnicos estructurales, geomorfológicos, hidrogeológicos y en general, toda la información suministrada por UVRP relacionada con estructuración y diseños de las obras de la UF1 incluyendo perforaciones, planos, entre otra información de importancia. Adicionalmente se obtiene información de fuentes oficiales como planchas geológicas y memorias explicativas del Servicio Geológico Colombiano (en adelante SGC) (Plancha 110 escala 1:100.000); del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (en adelante IDEAM, con los datos de estaciones en el área de estudio, Estudio Nacional del Agua 2014); del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Metodologías, Resoluciones, etc.) entre otras entidades ambientales para el interés del presente estudio. También se utilizaron: Cobertura Vegetal Corine Land Cover (imagen rapideye año 2017), Modelo de Elevación Digital del Terreno (imagen Alos-palsar del 2011) y ortofotos del proyecto (año 2018).

- **Marco conceptual**

Corresponde al marco que rige en gran parte el presente estudio. Se toma en cuenta el estado del arte para cada temática desarrollada. En particular, para la clasificación de los puntos de agua se ha tomado como referencia el desarrollo conceptual entregado por la UVRP e Hidrogeocol.

- **Recopilación y análisis de información primaria**

  - Prospecciones Realizadas

Dentro de la información primaria recopilada durante las diferentes campañas de investigación realizadas por Sacyr construcción para el túnel y vía a cielo abierto se obtuvo y analizó la siguiente información:

- 13 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la traza del túnel Pamplona, con alcance hasta la cota del túnel.
- 21 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la vía a cielo abierto.
- 8 piezómetros instalados en correspondencia con el eje del túnel Pamplona
- 9 líneas de prospección geoeléctrica con alcance hasta la cota del túnel Pamplona. Se ejecutaron secciones a lo largo de la traza del túnel y secciones paralelas al eje.
- 7 líneas de prospección sísmica de refracción,
- Datos geomecánicos obtenidos de los núcleos de las perforaciones (RQD, Co, modulo, entre otros).
- 12 ensayos de permeabilidad tipo slug ejecutados en perforaciones mecánicas,
- 2 pruebas de bombeo
- 20 ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y 9 tipo Lefranc ejecutados en las perforaciones mecánicas.

En la Figura 5-2.1 se muestra la localización de las prospecciones más representativas llevadas a cabo en el área de estudio. Los resultados de estas investigaciones se incluyen en los siguientes anexos:

- Anexo 5.1.3.5_Tomografia eléctrica
- Anexo 5.1.3.6_Fichas de los sondeos
- Anexo 5.1.3.7_Ensayos y pruebas hidráulicas

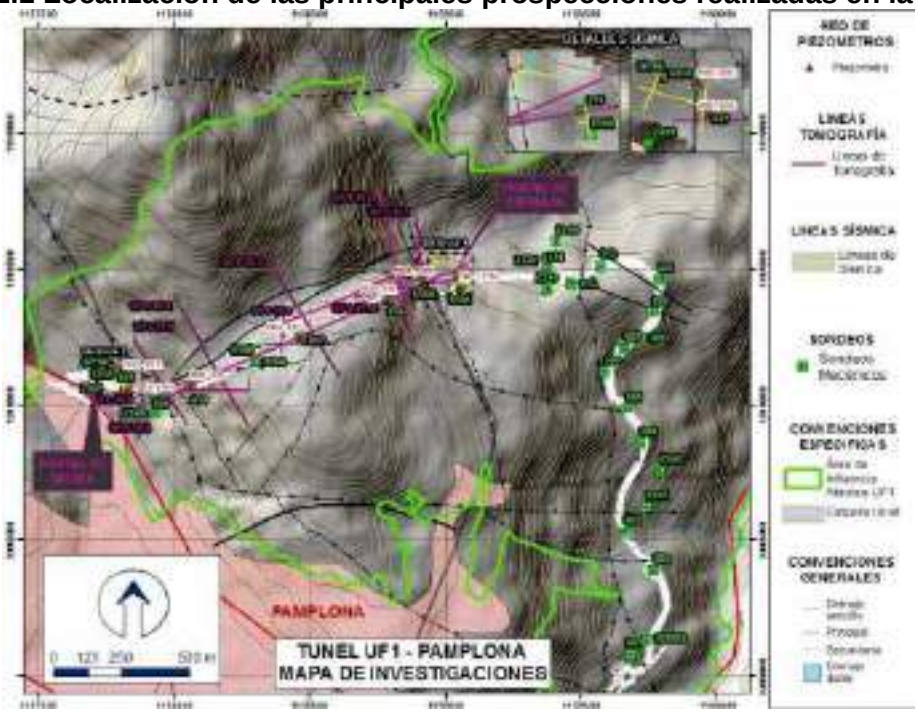
  - Toma de información de campo

Se realizaron varias campañas de reconocimiento de puntos de agua, la primera realizada el mes de noviembre de 2017, la segunda el mes de abril de 2018, la tercera en los meses de mayo y junio del 2018 y la cuarta para obtención de información adicional en el mes de diciembre del 2018.

Esta fase del estudio se dividió en dos comisiones de campo integradas por profesionales y personal capacitado con el fin de recolectar información de carácter hidrogeológico representada especialmente en el inventario de puntos de agua que incluyó la medición del nivel del agua subterránea en los piezómetros.

La actividad de inventario de puntos de agua se realizó siguiendo el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS), elaborado por el IDEAM, SGC y MINAMBIENTE.

Figura 5-2.1 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1



Fuente: Geodata, 2018.

- Procesamiento de la información

En oficina, se procesó la información recolectada y levantada, con el fin de que cada dato pudiese ser usado en la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual, análisis de la afectación potencial de las obras y la definición del área de influencia hidrogeológica.

- Análisis de la Hidrogeoquímica del Agua

Este análisis se basa en resultados de muestreo físico-químicos de puntos de agua y está encaminado a comprender los procesos de flujo del agua desde que se infiltra en el subsuelo hasta que se descarga nuevamente a superficie. Durante el tránsito del agua en las unidades hidrogeológicas sus características pueden cambiar por la disolución de iones, razón por la cual se analiza su concentración.

- Analisis de Isotopos

El análisis de isótopos es una herramienta para entender el flujo de agua subterránea regional y confirma, o refuta, las relaciones inferidas entre los acuíferos, brindándonos información sobre origen, edad, tiempo de residencia y trayectoria de flujo de agua subterránea.

- Elaboración del Modelo Hidrogeológico Conceptual

El modelo conceptual busca abstraer de la realidad los aspectos más importantes y representativos desde el punto de vista hidrogeológico, para plasmarlos en una base más sencilla manejable tanto a nivel hidrogeológico como a nivel computacional, buscando siempre representar el medio hidrogeológico de forma fiel a la realidad.

Con base en la información de carácter primario y secundario disponible sobre el área de estudio, la recopilada durante las investigaciones hidrogeológicas de campo (inventario de puntos de agua) y aquella de tipo hidroquímica se elabora un Modelo Hidrogeológico Conceptual del área de estudio, identificando la relación existente entre las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas, los tipos de drenaje dominantes, las principales zonas de carga y descarga, así como la dirección preferencial de flujo subsuperficial y subterráneo.

- Elaboración del Modelo numérico del flujo subsuperficial y subterráneo

De manera similar a lo que sucede con el modelo hidrogeológico conceptual, el cual se toma como referencia; el modelo numérico debe entenderse como un acercamiento a la realidad que trata de simular de la mejor manera posible y con base en la información a disposición, el comportamiento de los flujos subsuperficiales y subterráneos teniendo en cuenta la construcción del túnel Pamplona.

Para el caso específico del túnel Pamplona las simulaciones numéricas realizadas se han ejecutado involucrando los puntos de agua en superficie.

Para la elaboración del modelo numérico se utilizó el método de elementos finitos, código Feflow 7.0 (Wasy AG, Berlin) que aplica la ley de Darcy en todas sus partes. La cual es actualmente una de las herramientas de cálculo más utilizadas y reconocidas por la comunidad científica internacional en estudios hidrogeológicos realizados en contextos geológicos y estructurales complejos como aquel donde se construirá el túnel Pamplona.

No obstante, dada la complejidad geológica, estructural y por lo tanto de distribución de flujos en el contexto geológico presente en la zona de estudio, el modelo numérico realizado se cruza con otras metodologías en el tema específico de valoración de potenciales afectaciones a los puntos de agua por la presencia del túnel Pamplona, como por ejemplo el método DHI (Drowdawn Hazard Index), de esta manera no se confía este importante resultado a una sola herramienta de cálculo.

- Definición del Área Influencia y Análisis de la Afectación Potencial y Medidas

Todas las actividades y análisis realizados mediante la anterior metodología están enfocados a definir un área de influencia hidrogeológica. De forma posterior a la definición de esta área, se realiza también un análisis con el objeto de identificar la potencial

afectación del recurso hídrico subsuperficial y subterráneo (incluyendo puntos de agua) por las obras que integran el nuevo corredor vial.

Finalmente, de evidenciarse alguna afectación en cantidad o calidad del agua subsuperficial y subterránea, se plantean medidas de manejo sobre los cuerpos impactados.

- Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos

Para el análisis de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos se utilizó el método G.O.D. (Foster et al., 2002; Foster, 1987), muy eficaz en contextos análogos al objeto en estudio, que toma en cuenta tres datos fundamentales: a) el tipo de confinamiento del agua o tipo de acuífero (G), b) características litológicas de la zona no saturada (O) y c) la profundidad del agua (D). Se eligió este método frente a otros existentes, por ejemplo, DRASTIC, SINTACS, COP o EPIK, especialmente por la confiabilidad de los datos a disposición tomando en cuenta la extensión del área de estudio.

- Valoración del riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteada

Este análisis específico toma en consideración las principales obras que conforman el proyecto y valora la posibilidad de que ocurra algún daño causado por la presencia de condiciones peligrosas en alguna parte de este. El riesgo representa la probabilidad e importancia de que un posible peligro se haga realidad en términos de contaminación.

El objetivo del proceso para identificar y evaluar riesgos es obtener un mayor conocimiento acerca de los tipos de sustancias y productos transportados, así como de las principales fuentes de potencial contaminación. El requisito principal de una identificación y evaluación de riesgos es adquirir un entendimiento del modelo físico del sitio, la vulnerabilidad de los acuíferos, la localización de las aguas subsuperficial y subterráneas amenazadas para la contaminación y los tiempos de exposición a una contaminación. Estos factores son tenidos en cuenta en la valoración de riesgo realizada.

- Elaboración de la Red Monitoreo

En términos generales, son objetivos de una Red de Monitoreo para aguas subsuperficiales y subterráneas identificar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua, su estado y variación estacional en cantidad y calidad, los efectos de los procesos naturales y los impactos antrópicos y la estimación de tendencias en cantidad y calidad.

Con base en lo anterior, para concluir y realizar seguimiento del análisis realizado, se elabora una red de monitoreo, especificando los puntos para el monitoreo, incluyendo periodicidad y parámetros a medir a lo largo de la construcción y operación del proyecto vial.

5.1.8.2.2 Área de influencia preliminar

Para la definición preliminar del área de influencia hidrogeológica se ha considerado específicamente el tipo de obra que se prevé implementar, en este caso una vía a cielo abierto con un túnel, y se ha valorado el potencial impacto que sobre el entorno hidrogeológico pudieran tener las estructuras que la conforman.

Las obras más importantes que conforman una carretera proyectada en zona de montaña, y que pueden incidir en mayor o menor grado en el abatimiento de los niveles freáticos en los acuíferos interceptados y/o redireccionamiento de los flujos que alimentan los diferentes puntos de agua en correspondencia y/o inmediaciones de las zonas de intervención, son:

- Puentes o viaductos de diferentes tipos y longitudes (impacto bajo a muy bajo). Por lo general su impacto se limita a un área relacionada con el tipo y tamaño de la fundación. En el caso específico de la UF1 no se construirán puentes ni viaductos.
- Terraplenes de diferentes alturas (impacto bajo a medio). Por lo general su impacto se traduce en la reducción de la permeabilidad en el terreno subyacente por el peso propio del terraplén. En el caso específico de la UF1 son pocos los terraplenes que se construirán y todos de ellos de baja altura.
- Vía a nivel o estructura de vía normal (impacto bajo). Por lo general su impacto se relaciona con la reducción local del área de infiltración y recarga potencial debido a la presencia de la carpeta asfáltica. La mayor parte del proyecto de la UF1 se desarrollará en esta condición.
- Cortes y/o taludes de diferentes alturas y diseños (impacto medio a alto). Por lo general su impacto se considera el de mayor relevancia especialmente para los flujos subsuperficiales, dado que, dependiendo de su altura, tiene la capacidad de afectarlos o interceptarlos, con el potencial de afectar puntos de agua ubicados en cotas superiores o inferiores respecto al eje de la vía proyectada. La mayor parte de los cortes y taludes previstos en la UF1 son menores a 15 m, con algunas excepciones especialmente ubicadas en inmediaciones a los portales del túnel que no superan los 30 m de altura.
- ZODMEs (Impacto medio – alto). Por lo general su impacto se limita al área de intervención propiamente dicha y un perímetro aledaño. En la UF1 se ha previsto el uso de ocho (8) ZODMEs de diferentes tamaños.
- Túnel (impacto alto). Sin duda alguna es la obra que mayor capacidad tiene de impactar su entorno hidrogeológico debido a su efecto dren, el cual genera un cono de abatimiento alrededor del túnel. En la UF1 se tiene prevista la construcción del túnel Pamplona.

Tomando en cuenta lo antes expuesto y el hecho que la selección del área de estudio tiene como objetivo incluir todas las zonas donde potencialmente pudiesen ocurrir impactos a causa de la construcción y operación de la vía proyectada, el área de estudio preliminar se enmarca de la siguiente manera:

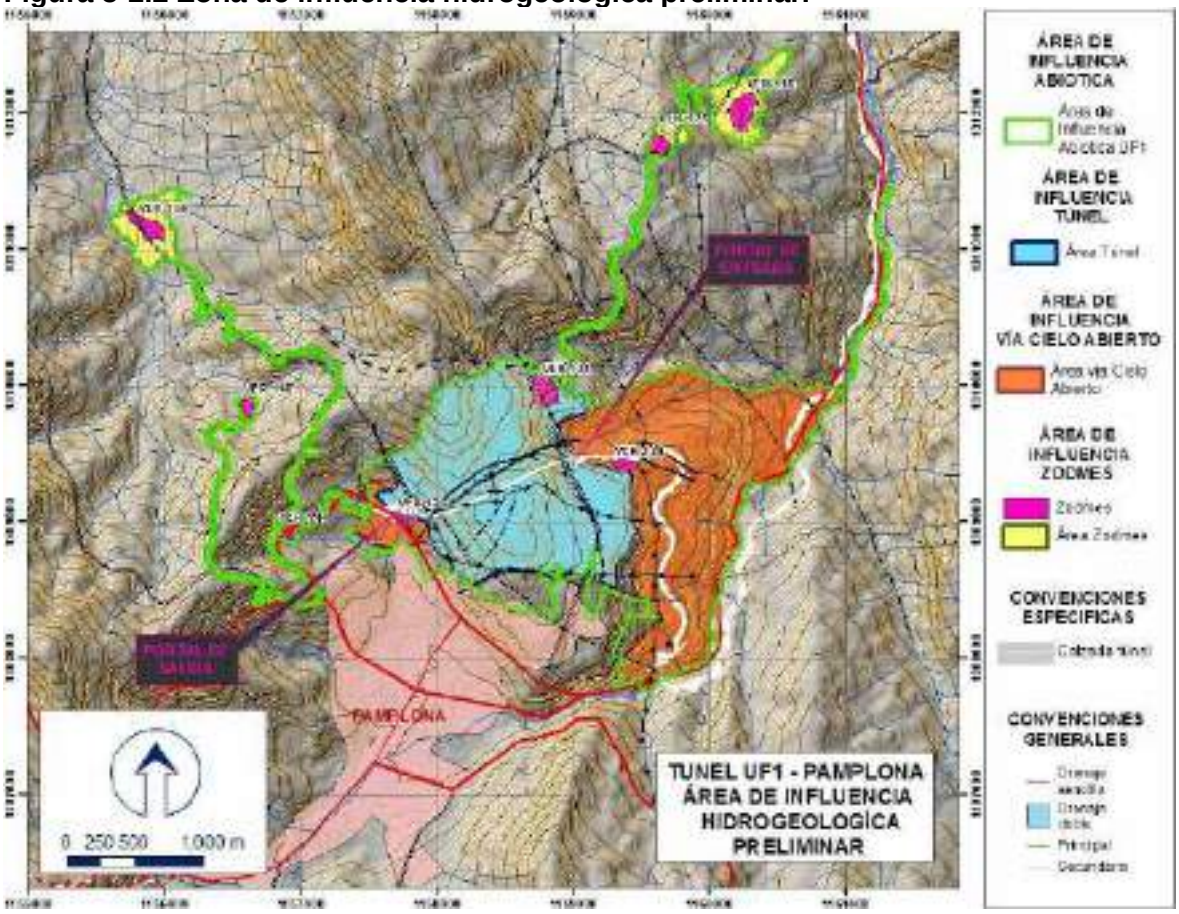
- Para la vía a cielo abierto se considera una distancia perpendicular a su trazado de 100 m para cotas superiores (buffer), mientras que para cotas inferiores se toma el

área comprendida entre el eje del trazado vial y el cauce del río Pamplonita, por ser esté último el límite hidrogeológico más claro y evidente a lo largo de toda la UF1 para la vía a cielo abierto.

- Para el túnel se considera un área similar a aquella definida como área de influencia del medio abiótico, que en las inmediaciones de la parte central del eje del túnel alcanza aprox. 1 km de extensión.
- Para los ZODMEs se considera una zona equivalente al área de intervención más un polígono de 100 m a su alrededor.

En la Figura 5-2.2 se muestra el área de estudio preliminar, la cual se enmarca en el área de influencia abiótica del proyecto.

Figura 5-2.2 Zona de influencia hidrogeológica preliminar.



Fuente: Geodata, 2018.

5.1.8.2.3 Marco Teórico

Como base para la caracterización hidrogeológica del área de estudio, es preciso realizar una síntesis teórica sobre los conceptos básicos utilizados en el desarrollo del documento, así como las definiciones y clasificaciones implementadas.

- **Definiciones Hidrogeología**

- Acuífero:

Es una formación, grupo de formaciones o parte de una formación que contiene suficiente material saturado permeable para proveer cantidades significativas de agua a pozos, aljibes y manantiales (Wilson & Moore, 1998).

- Acuitardo:

Es una unidad geológica que no es capaz de transmitir cantidades significativas de agua, bajo gradientes hidráulicos ordinarios (Freeze & Cherry, 1979). En la actualidad el término acuitardo se reemplazó con el término capa confinante (Wilson & Moore, 1998). Sobre este tipo de unidades no es factible ubicar pozos y/o aljibes.

- Acuífero Libre:

Acuífero en el cual el nivel piezométrico se encuentra a presión atmosférica, dentro de la zona saturada (Wilson & Moore, 1998). La recarga a estos acuíferos se da desde los procesos de infiltración descendente a través de la zona no saturada.

- Descarga:

Se entiende como el volumen de agua que fluye en un tiempo unitario a través de una corriente o un acuífero.

- Área de descarga:

Corresponde a un área en la cual el agua subsuperficial, incluyendo agua subterránea y agua de la zona vadosa se descarga a la superficie, a cuerpos de agua superficiales o a la atmosfera (Wilson & Moore, 1998).

- Descarga específica:

Corresponde a una velocidad aparente calculada a partir de la ecuación de Darcy que corresponde al flujo de agua subsuperficial y subterránea por área unitaria de acuífero.

- Área de recarga:

Es un área bajo la cual el agua alcanza la zona saturada por medio de infiltración y percolación. Por debajo de esta zona existen componentes de gradiente hidráulico que hacen que el agua fluya a zonas más profundas del acuífero (Wilson & Moore, 1998).

- Filtración Difusa (SEEP):

Corresponde a un área, generalmente pequeña donde el agua percola de la tierra a la superficie. Es usado para flujos muy pequeños para ser considerados manantiales (Wilson & Moore, 1998).

- Flujo subsuperficial:

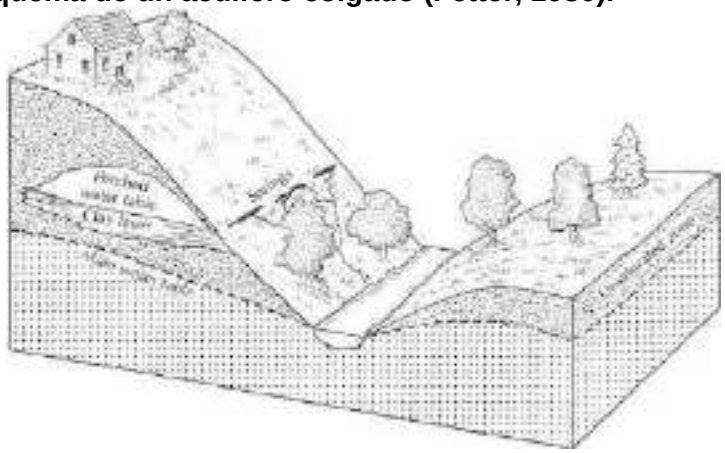
Sinónimo de filtración superficial, interflujo y flujo hipodérmico. Es una parte de la precipitación que no se ha filtrado hasta el nivel freático, pero que se descarga como flujo subsuperficial desde el terreno (Unesco, WMO, 2012)

- Resurgencia:

Reaparición por encima del suelo, al final de su recorrido subsuperficial o subterráneo, de una corriente de agua superficial que había desaparecido bajo tierra (Unesco, WMO, 2012).

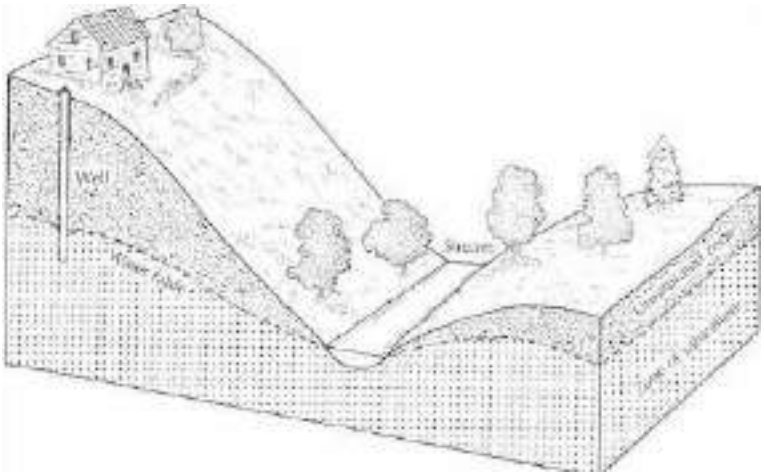
Con el fin de detallar los últimos 3 conceptos descritos, en la Figura 5-2.3 y la Figura 5-2.4 se muestran esquemas de manantiales, tal y como son descritos por Fetter (1980).

Figura 5-2.3. Esquema de un acuífero colgado (Fetter, 1980).



Fuente: Hidrogeocol, 2018

Figura 5-2.4. Acuífero libre, inconfinado o de nivel freático (Fetter, 1980)



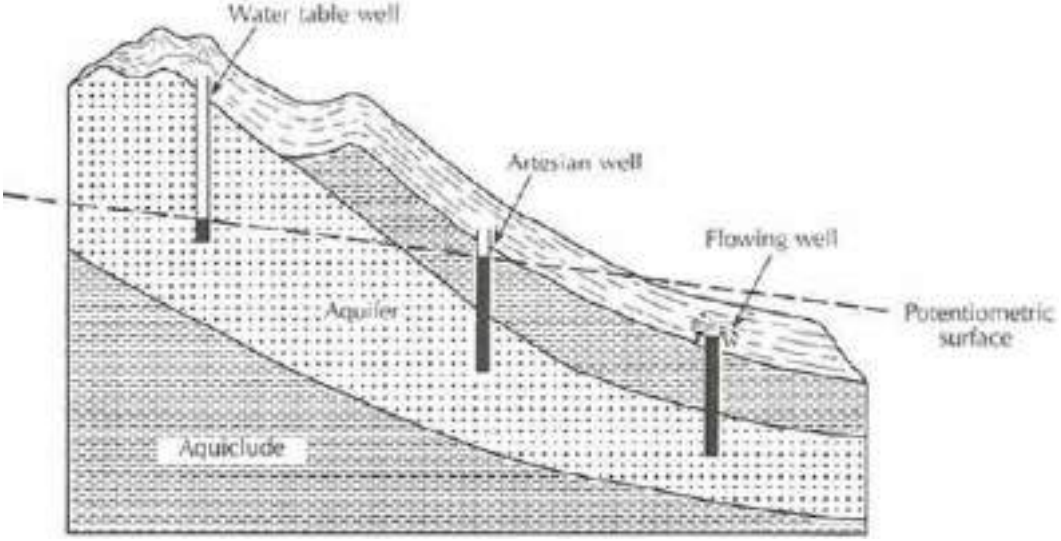
Fuente: Hidrogeocol, 2018

En la Figura 5-2.3 se puede observar una zona que corresponde a manantiales (springs) ocasionados por niveles colgados (perched water table). Estos flujos de agua a la superficie corresponden a fenómenos locales no relacionados con la tabla de agua principal.

En la Figura 5-2.4 se observa el esquema de un acuífero libre de extensión regional, en el cual no hay niveles colgados, por lo cual no se observan afloramientos de agua en superficie a media ladera.

En la Figura 5-2.5 se muestra la estratigrafía de un sistema acuífero el cual se encuentra semiconfinado por capas de baja permeabilidad (dada la antigüedad de la imagen se mantiene el término acuicludo, ahora en desuso). La zona de recarga se muestra en la zona superior, en donde el acuífero tiene un comportamiento libre, agua abajo, el acuífero se hace confinado.

Figura 5-2.5. Estratigrafía en un sistema acuífero (Fetter 1980)



Fuente: Hidrogeocol, 2018

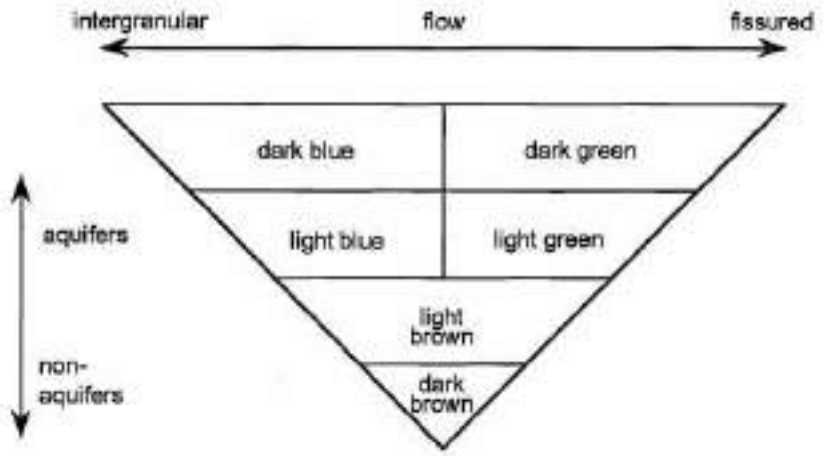
- **Clasificación de unidades hidrogeológicas**

La clasificación de las unidades hidrogeológicas busca determinar de forma global los principales aspectos que controlan el flujo de agua subsuperficial y subterránea dentro del área de estudio. Los resultados de la clasificación de unidades serán implementados en el modelo conceptual de forma posterior.

Las unidades hidrogeológicas en el área de estudio se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la Asociación Internacional de Hidrogeología (1995) (en adelante IAH, por sus siglas en inglés). La clasificación de la IAH se basa en el tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (Primaria o intergranular y secundaria o por fracturas) y a su potencialidad acuífera, reflejada ésta última en el valor de la Capacidad Específica y la Conductividad Hidráulica de cada unidad, clasificándose las dichas unidades en acuífero, capa confinante y/o unidad sin potencial acuífero.

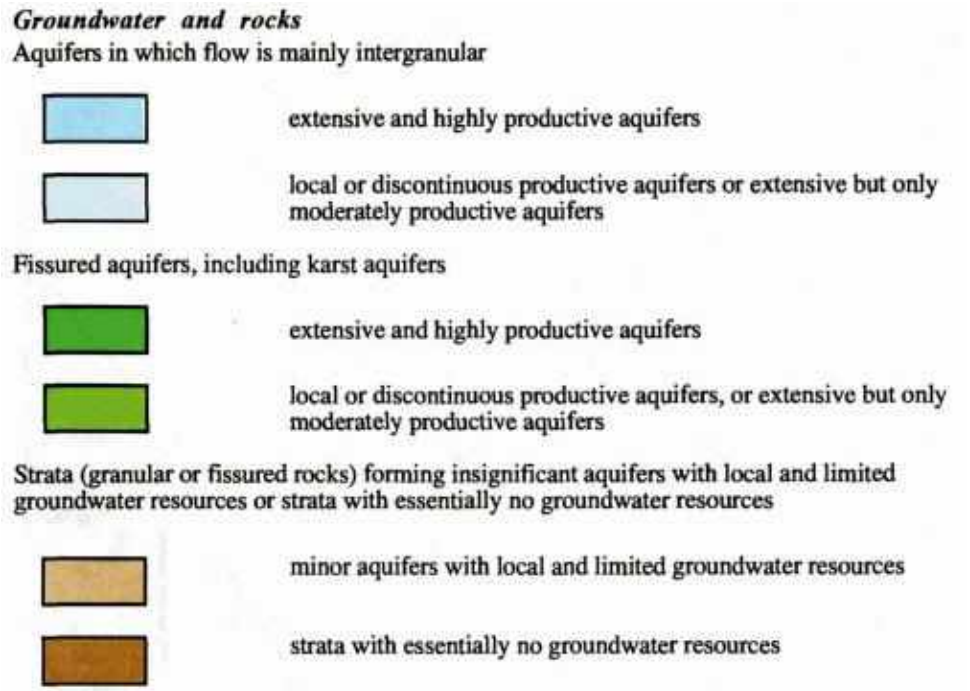
En la Figura 5-2.6 se muestra el estándar de colores para la representación de unidades hidrogeológicas según la IAH (1995).

Figura 5-2.6. Esquema de colores para representación hidrogeológica – IAH (1995)



Fuente: Hidrogeocol, 2018

Figura 5-2.7. Ejemplo colores para representación hidrogeológica – IAH (1995)



Fuente: Hidrogeocol, 2018

- **Puntos hidrogeológicos**

  - Pasos para la clasificación de puntos hidrogeológicos

A continuación, se enuncian los pasos del algoritmo de caracterización de los puntos hidrogeológicos:

1. Identificación de aspectos geológicos y geomorfológicos a nivel regional
2. Identificación de localización de surgencias de agua.
3. Realización de pruebas físicas de caracterización. (sondeos, slug, tomografías, SEVs, piezómetros, etc)
4. Filtro de caracterización de puntos de surgencia según ocurrencia geológica y distribución hidrogeológica.
5. Filtro de caracterización de puntos de surgencia según origen y sentido de los flujos.
6. Determinación de condiciones de cercanía y afectación a las obras viales para su clasificación en cuanto a criticidad y medidas requeridas.

Para la clasificación de los puntos hidrogeológicos se tienen en cuenta las definiciones contempladas al inicio del componente hidrogeológico:

- Manantial.

De acuerdo a la definición, es el afloramiento de agua desde una roca o suelo en la superficie del terreno o en otros cuerpos de agua superficial. En este estudio se considera el hecho de que se origina a partir de flujo subterráneo saturado, no de flujo subsuperficial.

- Interflujo o Flujo Subsuperficial.

Es la segunda clasificación, que corresponde a un flujo que se ha infiltrado pero que no llega hasta el nivel, sino que sigue trayectorias cortas y generalmente aflora en cursos de agua o en el suelo, formando cursos de agua superficial.

- Resurgencia.

Es la reaparición en el suelo de un agua o corriente que se ha infiltrado siguiendo trayectorias cortas, o sea se puede considerar también como flujo subsuperficial, y reaparece más aguas abajo del lugar de reinfiltración.

  - Clasificación de los puntos hidrogeológicos

Los puntos de agua subsuperficial y subterránea en una determinada zona pueden estar subdivididos en puntos de agua de origen natural (flujos desde el suelo hacia la superficie) y puntos de agua de origen antrópico, que son aquellos en los cuales existe un flujo de agua desde el suelo hacia la superficie ocasionado a partir de actividades humanas.

Para el presente estudio se generó una clasificación con el fin de cumplir con los objetivos planteados y siguiendo las directrices de los Términos de Referencia del ANLA. Esta clasificación corresponde a una recopilación de la literatura disponible sobre el tema, así como a la experiencia de Hidrogeocol S.A. en el desarrollo de estudios hidrogeológicos.

Para realizar la clasificación de los puntos de agua que existen en la zona se empleó bibliografía académica altamente empleada a nivel mundial. Las principales fuentes citadas se muestran en la siguiente lista. Cabe resaltar que los dos primeros documentos, datan de los años 90's, sin embargo, aún se siguen citando ampliamente en publicaciones indexadas contemporáneas.

- Custodio, E. & Llamas, M.R. (1976). Hidrología Subterránea. OMEGA ESPAÑA
- Wilson, W. & Moore, J. (1998). Glossary of Hydrology. American Geological Institute. Capital City Press.
- Kresic, N. & Stevanovic, Z. (2009). Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management and Sustainability
- Fetter C.W. (2001). Applied Hydrogeology. Prentice Hall.
- Glosario Hidrológico Internacional, WMO UNESCO (2012)

Con base en la revisión de la literatura citada se realiza la definición del tipo de puntos de agua que se encuentran presentes en la zona de estudio.

- Puntos Antrópicos

Corresponden a todo elemento construido por el ser humano para la exploración y/o explotación de aguas subsuperficiales y subterráneas que no están disponibles de manera natural. Estos puntos se encuentran en un sistema hidrogeológico principalmente como:

A. Pozos de Agua: Corresponden a excavaciones artificiales, generalmente cilíndricas, realizadas en el suelo. Poseen una profundidad lo suficientemente alta para permitir la penetración en roca con condiciones acuíferas (Wilson & Moore, 1998).

B. Piezómetros: Corresponden a perforaciones utilizadas para la medición de carga hidráulica al interior de unidades acuíferas (Wilson & Moore, 1998).

C. Aljibes: Corresponden a pozos someros, generalmente de gran diámetro, construidos mediante excavación manual o por medios diferente a taladros de perforación profunda (Wilson & Moore, 1998).

D. Excavaciones (y/o modificaciones del terreno): Corresponden a cortes de material en el terreno que modifican la topografía, cortan el nivel freático en un acuífero libre y generan exfiltraciones a partir del suelo.

- Puntos Naturales

Corresponden a todo afloramiento natural de agua desde la matriz de suelo hacia la superficie. Pueden estar asociados a flujos en zona no saturada, a la naturaleza de las rocas, a la posición de la tabla de agua y a la topografía de la zona (Wilson & Moore, 1998).

A. Manantial: Es un lugar en el cual el agua emerge de forma natural desde una roca o el suelo y fluye hacia la superficie o hacia una masa de agua superficial (Unesco, WMO, 2012). El manantial es entonces el afloramiento de agua subterránea diferente de los flujos subsuperficiales llamados también interflujos o flujos hipodérmicos, entre otros, los cuales que tienen generalmente trayectorias más cortas.

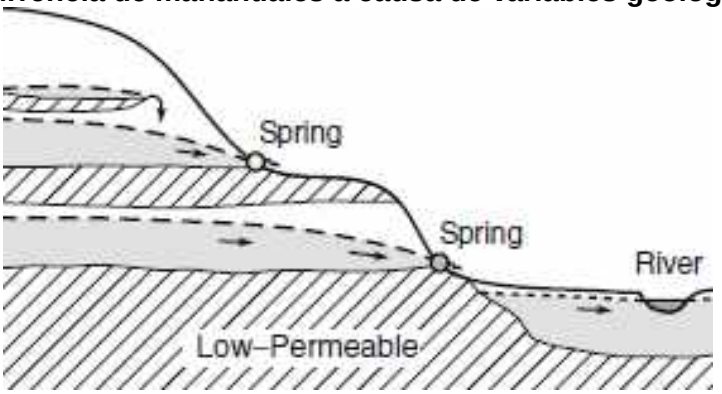
Los manantiales se clasifican de acuerdo con diferentes criterios, entre los cuales suelen ser los más usuales:

- Caudal y estacionalidad.
- Carácter de la carga hidráulica que crea la descarga.
- Unidad y estructura geológica y geomorfológica que controla el caudal (depresión, contacto, barrera, etc).
- Calidad y temperatura del agua

Se han establecido varios criterios para agrupar manantiales, algunos esquemas han sido propuestos por Fuller (1904), Keilhack (1912), Bryan (1919), Meinzer (1923), Clarke (1924), Stiny (1933), Wallace & Alfaro (2001), etc. De los anteriores esquemas, la clasificación de Meinzer, basada en 11 características de los manantiales (físicas y químicas) continúa siendo empleada, detallando únicamente los valores de caudal (1 variable de 11). La clasificación basada únicamente en la descarga promedio del manantial, sin especificar otros parámetros de descarga, no es muy útil y no permite realizar análisis cualitativos/ cuantitativos válidos.

En las siguientes figuras se muestran algunos tipos de manantial, tal y como son definidos por Kresic (2010).

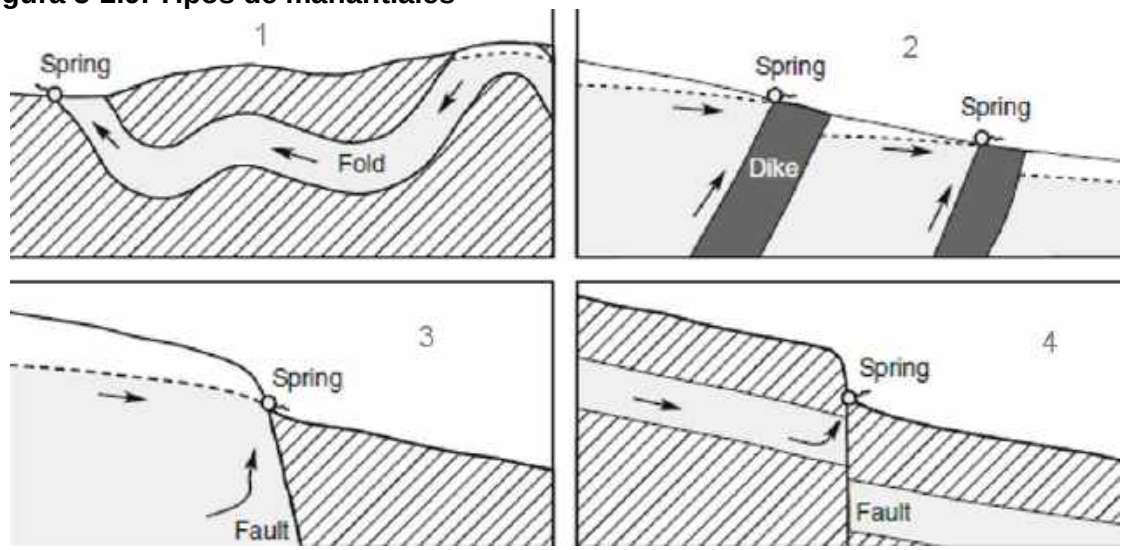
Figura 5-2.8. Ocurrencia de manantiales a causa de variables geológicas



Fuente: Hidrogeocol, 2018

En la Figura 5-2.9 se muestra la ocurrencia de manantiales a causa de capas semiconfinantes en una unidad geológica.

Figura 5-2.9. Tipos de manantiales

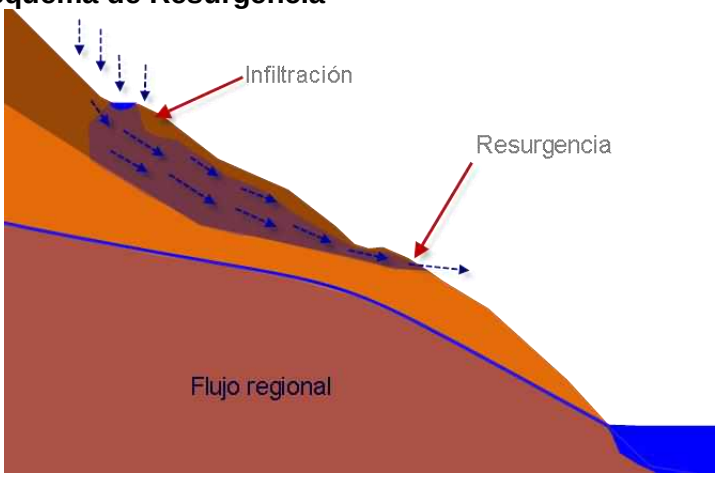


Fuente: Hidrogeocol, 2018 - Kresic (2010).

En la Figura 5-2.9 se muestran varios tipos de manantiales. El primero corresponde a un manantial de plegamiento, el segundo a manantiales por barreras de baja permeabilidad, el tercero a manantiales por fallas que ponen en contacto dos formaciones y el cuarto a un manantial por fallas normales que separan dos tipos de formaciones.

B. Resurgencia (Flujo Secundario): Se define como la reaparición por encima del suelo, al final de su recorrido subterráneo, de una corriente de agua superficial que había desaparecido bajo tierra (Unesco, WMO 2012).

Figura 5-2.10. Esquema de Resurgencia



Fuente: Hidrogeocol, 2018

En la Figura 5-2.10 se muestra de forma esquemática una resurgencia. Por definición las resurgencias no están asociadas al nivel de flujo regional de la zona, por lo que están asociadas a flujo subsuperficial.

C. Interflujo: Es parte de la precipitación que no se ha filtrado hasta el nivel freático pero que se descarga como flujo subsuperficial en los cursos de agua. Figura 5-2.11 También se define como el flujo de agua desde zonas de saturación temporales que circula a través de los estratos superiores de una formación geológica a una velocidad muy superior a la de la escorrentía subterránea normal (Unesco, WMO, 2012). Por esta razón también el interflujo se puede considerar como flujo subsuperficial.

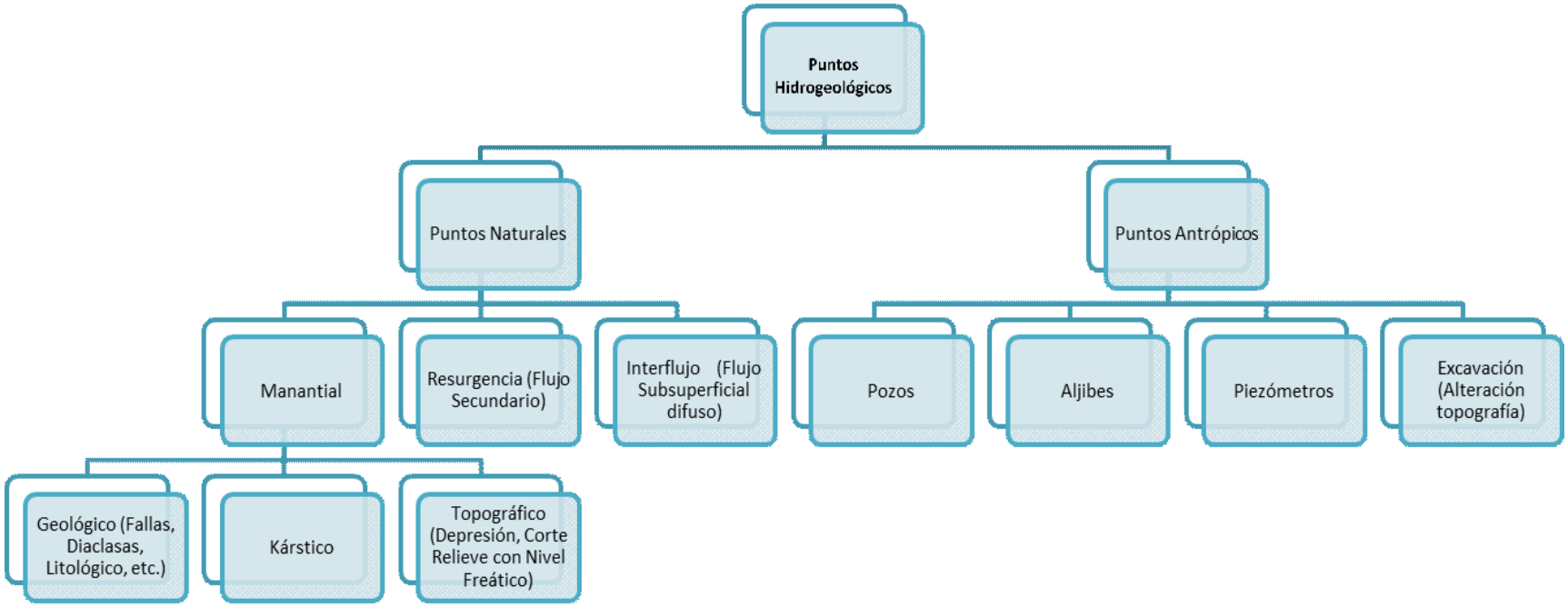
Figura 5-2.11. Interflujo (SEEP en la imagen)

Fuente: Hidrogeocol, 2018

En la Figura 5-2.11 se pueden observar los flujos asociados a escorrentía (overland y subsurface storm flow) que finalmente terminan en un SEEP.

En la Figura 5-2.12 se presenta el esquema generalizado de clasificación de puntos hidrogeológicos descritos en este numeral.

Figura 5-2.12. Clasificación de puntos de agua subsuperficial y subterránea



Fuente: Hidrogeocol, 2018

5.1.8.3 Geología de referencia

En el numeral 5.1.1 se presenta la geología que ha sido conciliada entre las diferentes áreas del proyecto. Esta constituye el modelo geológico de referencia para el desarrollo del componente hidrogeológico. Las características de las unidades y los rasgos estructurales se presentan en el numeral correspondiente.

5.1.8.4 Inventario y clasificación de puntos hidrogeológicos

El inventario se realiza con el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y analizar la información básica de las captaciones de agua subsuperficial y subterránea en el área de estudio. Permite, además, evaluar la disponibilidad del recurso hídrico, tener una visión global de las características y comportamiento de las unidades potencialmente acuíferas y conocer la dirección del flujo subsuperficial y subterráneo.

El inventario se ejecuta consignando la información en el “Formulario Único Nacional Para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea -FUNIAS-” (IDEAM), donde se describen las principales características físicas e hidrogeológicas de las captaciones referidas a manantiales o nacederos, pozos, piezómetros y aljibes. Posteriormente sobre cada punto se realiza una caracterización que permite clasificarlo.

Durante el desarrollo del inventario se ejecutaron las siguientes actividades:

I. Identificación e inventario de puntos de agua subsuperficial y subterránea, que a su vez constituyen la línea base hidrogeológica a lo largo del corredor vial. Cada punto de agua identificado fue descrito siguiendo el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS), diseñado por el IDEAM, SGC y MINAMBIENTE. Se obtuvo como resultado una ficha de información de cada uno de los puntos de aguas, con registro fotográfico, cuyas captaciones fueron identificadas con un código y un número de identificación.
II. Mediciones de parámetros in – situ de las aguas subsuperficiales y subterráneas (PH, conductividad eléctrica, Temperatura y Redox). Esta información fue diligenciada en el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS).
III. Verificación de los puntos de monitoreo para análisis químico, corroborando que ellos cuenten con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad, con el fin de ajustar o no las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.
IV. Reconocimiento de las fuentes de recarga y descarga de las aguas subsuperficiales y subterráneas y sus direcciones preferenciales de flujo.

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

I. Cartografía preliminar
II. Formatos de campo (FUNIAS)
III. Recipientes de volumen conocido para efectuar las correspondientes mediciones de caudales.

IV. Sonda piezométrica.
V. GPS (Garmin)
VI. Equipos HANNA INSTRUMENTS, modelos HI98121, HI 98129, HI991300 y termómetro HI 98501 Termómetro digital Checktemp C -50 a 150°C, para medición de parámetros “in situ” de calidad de agua.
VII. Otros como cámara digital, martillo geológico y brújula, cronómetro.

Se hicieron barridos completos de toda la zona de influencia del proyecto verificando sus condiciones geológicas e hidrogeológicas, identificando los puntos de aguas subsuperficiales y subterráneas e interactuando con la comunidad; ésta última considerada la fuente de información más importante para el presente estudio de inventario.

Para el reconocimiento de campo se contó con dos grupos de trabajo liderados por profesionales idóneos (geólogos), quienes estuvieron apoyados por cuatro baquianos, estos últimos habitantes de la zona de estudio. Los grupos de campo contaron con el apoyo y asesoría permanente de un grupo de especialistas en hidrogeología conformados por un geólogo senior y un especialista en hidrogeología ambiental e hidroquímica.

Desde el punto de vista hidrogeológico los datos y parámetros medidos “in situ” por cada punto de agua censado fueron:

I. Caudal de los puntos de agua. El 100% de las mediciones de caudal se hicieron con método volumétrico.
II. Conductividad eléctrica del agua (µs/cm), pH, Temperatura y Sólidos Totales Disueltos (SDT). Medidos con sonda multiparamétrica (HANNA INSTRUMENTS HI98121, HI 98129, HI991300 y HI 991300). Todas las medidas de pH y conductividad son automáticamente compensadas por temperatura. El instrumento cuenta con calibración de fábrica; en campo se estableció un control de la calibración con soluciones normalizadas provenientes del mismo fabricante del instrumento. La calibración del pH se realizó con frecuencia diaria.
III. ORP (mV), medido con una sonda de ORP HANNA INSTRUMENTS, modelo HI 98120. Su sensor de temperatura expuesto provee un rápido tiempo de respuesta y su cercanía garantiza la exacta compensación de temperatura en las lecturas. El instrumento viene calibrado de fábrica; sin embargo, se hicieron lecturas periódicas de control.

5.1.8.4.1 Resultados de campo

Para el caso de la vía a cielo abierto de la UF1, el inventario se realizó en zonas aledañas al trazado vial proyectado, cubriéndose el área de estudio con énfasis en el corredor vial definido contractualmente y con mayor detalle en una franja respecto al eje de la vía que alcanza aprox. 350 m hacia la parte alta de la ladera y hacia la parte baja llega hasta el valle inferior del río Pamplonita. Con lo cual se logra un reconocimiento en campo que cubre con suficiencia el área de influencia hidrogeológica de la vía a cielo abierto.

Para el caso del túnel Pamplona el inventario alcanzó en la parte central del túnel una extensión de hasta aprox. 1 km a cada lado del trazado vial, con lo cual se logra un

reconocimiento en campo que cubre con suficiencia el área de influencia hidrogeológica de esta obra.

Los principales objetivos de naturaleza hidrogeológica que se tuvieron en cuenta para la realización del inventario fueron:

I. Obtener un conocimiento lo más detallado posible del estado actual de los recursos hídricos subsuperficiales y subterráneos al interior del área de influencia de la vía a cielo abierto de la UF1.
II. Identificar los puntos de agua localizados en correspondencia con los principales litotipos presentes en la zona. Específicamente se relacionan las siguientes unidades litológicas:

- Depósitos Aluviales (Qal)
- Depósitos coluvio-aluviales (Qca)
- Depósitos Coluviales (Qc)
- Depósitos de terraza (Qt)
- Depósitos fluvio-torrenciales (Qft)
- Depósitos conos de deyección (cd)
- Formación Colón – Mito Juan (Kscm)
- Formación la Luna (Ksl)
- Formación Capacho (Kic)
- Formación Aguardiente (Kia)
- Formación Tibú - Mercedes (Kitm)
- Formación Girón (Jg)
- Ortoneis (Pdo)

Todas las campañas realizadas dieron lugar a un censo de 48 puntos de agua naturales y ocho (8) piezómetros. Los puntos de agua identificados, fueron inventariados en los respectivos formularios FUNIAS y se encuentran en el Anexo 5.1.3.1 del presente Estudio. Del mismo modo en dicho Anexo se presentan los certificados de calibración de los equipos utilizadas y los resultados de las verificaciones hechas en campo con las respectivas soluciones buffer.

En el mapa hidrogeológico (Anexo 5.1.3.3), se presentan todos los puntos de agua recopilados durante el inventario para la UF1 (túnel + vía a cielo abierto). Estos mismos puntos de agua se muestran en la
Figura 5-2.13 y se resumen en la **Tabla 5-2.1.** Puntos de agua naturales censados en la UF1.

Tabla 5-2.1. Puntos de agua naturales censados en la UF1

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA01	Interflujo	ZODME 136	1157726	1308915	2381	Depósitos aluviales sobre Formación Girón	nov-17	0,048	7,8	190	17,9	100
							abr-18	0,284	7,8	350	16,4	180
							may-jun/18	-	7,2	180	17,8	95
UF1-PA02	Manantial	Túnel	1158098	1308642	2420		nov-17	0,221	7,97	390	19,3	190
							abr-18	0,352	7,37	390	16,7	200
							may-jun/18	-	7,2	358	17,4	190
UF1-PA03	Manantial	Túnel	1158038	1308669	2409		nov-17	0,214	7,91	400	17,6	200
							abr-18	0,212	7,47	430	16,8	210
							may-jun/18	-	8	385	16,6	204
UF1-PA04	Manantial	Túnel	1158043	1308721	2421		nov-17	1,029	7,57	350	16,9	170
							abr-18	1,1	7,4	390	16,7	190
							may-jun/18	-	7,3	343	16,4	182
UF1-PA05	Interflujo	Túnel	1158208	1308883	2442	Depósitos Coluviales sobre Formación Tibú-Mercedes	nov-17	0,157	7,14	150	15,7	70
							abr-18	0,177	7,05	170	15,5	80
							may-jun/18	-	7,5	152	14,7	81
UF1-PA06	Manantial	Túnel	1157761	1309240	2482	Depósitos coluviales sobre Formación Girón	nov-17	0,011	7,54	80	18,4	40
							abr-18	0,04	7,63	560	17,5	280

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
							may-jun/18	-	7,3	712	19,5	378
UF1-PA07	Manantial	Túnel	1158323	1309304	2568	Depósitos coluvioaluviales sobre Formación Aguardiente	nov-17	0,313	7,46	163	16,9	82
							abr-18	0,449	6,86	190	16,1	100
							may-jun/18	-	6,9	188	15,8	100
UF1-PA08	Interflujo	Túnel	1158483	1309452	2536		nov-17	0,172	5,52	20	15,8	10
							abr-18	0,544	5,42	30	14,5	10
							may-jun/18	-	5,92	21	14,2	11
UF1-PA09	Resurgencia	Túnel	1158987	1309630	2337	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	nov-17	2,211	5,96	45	18,7	22
							abr-18	2,116	6,54	40	16,9	20
							may-jun/18	-	6,8	39	15,9	21
UF1-PA10	Interflujo	Túnel	1158862	1309767	2372		nov-17	0,148	7,16	136	16,2	72
							abr-18	0,36	6,72	120	16,8	60
							may-jun/18	-	7	108	15,5	57
UF1-PA11	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159212	1309611	2287		nov-17	0,047	7,27	340	19,8	170
							abr-18	0,258	6,65	230	17,6	120
							may-jun/18	-	7,1	300	16,4	159
UF1-PA12	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159652	1308983	2257	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	nov-17	0,058	7,92	460	18,1	230
							abr-18	0,132	6,46	570	16,2	290
							abr-18	0,113	7,87	560	17,8	280
							may-jun/18	-	7,7	482	17,9	255
UF1-PA13	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159760	1308981	2238		nov-17	0,041	7,85	570	25,1	280
							abr-18	0,053	7,65	590	18,9	290
							may-jun/18	-	7,6	585	20,5	310

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA14(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159716	1308814	2.258		nov-17	0,002	7,53	380	19	150
							abr-18	0,045	7,25	190	17	95
							abr-18	0,035	6,27	120	16,6	60
							abr-18	0,027	7,52	150	16,6	70
							may-jun/18		7,9	167	15,9	88
UF1-PA15(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159493	1308677	2.300	Formación Aguardiente y Depósitos coluviales	nov-17	0,178	6,57	40	17,4	20
							abr-18	0,053	7.16	84	17.15	42
							abr-18	0,321	5,72	30	17,1	20
UF1-PA16(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159469	1308439	2.301		nov-17	0,274	7,48	20	16,5	10
							abr-18	0,659	6,29	20	16	10
UF1-PA17	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159404	1308450	2317		nov-17	0,405	7,37	20	16,4	10
							abr-18	0,438	6,18	20	16	10
							may-jun/18	-	7,7	22	15,8	11
UF1-PA18	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159478	1308071	2270		nov-17	0,12	7,39	250	19,3	130
							abr-18	0,158	6,67	280	17,2	140
							may-jun/18	-	7,3	262	18,5	139
UF1-PA19	Interflujo	Túnel	1159096	1309390	2401	Depósitos coluviales sobre Formación Aguardiente	nov-17	0,085	4,55	33	15,7	10
							abr-18	0,268	4,25	30	15,2	20
							may-jun/18	-	4,6	26	16,6	14
UF1-PA20	Interflujo	Túnel	1159042	1309370	2409		nov-17	0,065	5,07	20	14,4	10
							abr-18	0,088	4,29	30	14,2	10
							may-jun/18	-	5,3	18	14,8	10
UF1-PA21	Resurgencia		1159616	1308603	2250		abr-18	0,265	7,27	530	17,5	270

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
		Vía a cielo abierto				Formación Capacho	may-jun/18	-	7,3	530	17,5	270
UF1-PA22	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159379	1309509	2306	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	abr-18	0,077	5,82	180	20,3	90
							may-jun/18	-	5,7	181	18,6	96
UF1-PA23	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159561	1309195	2312	Formación Capacho	abr-18	0,219	6,86	890	17	440
							may-jun/18	-	7,6	825	16,1	437
UF1-PA24	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159722	1309169	2225	Depósito coluvial sobre Formación Capacho	abr-18	0,903	7,52	720	17	360
							may-jun/18	-	7,5	597	17,6	315
UF1-PA25	Interflujo	ZODME 144	1156797	1308859	2463	Ortoneis	may-18	0,624	6,63	80	16,4	40
							may-jun/18	-	6,8	66	16,2	35
UF1-PA26	Resurgencia	ZODME 148	1156807	1309800	2472	Ortoneis	may-18	0,066	6,05	70	17,6	30
							may-jun/18	-	6,05	70	17,6	30
UF1-PA27	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159737	1309074	2226	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,3	7,84	814	19,7	424
UF1-PA28	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159270	1309630	2269	Depósitos Coluvioaluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,009	6,87	381	16,8	197

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA29	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159417	1309678	2252	Depósitos Coluviales sobre Formación La Luna	may-jun/18	0,005	6,95	155	20,4	80
UF1-PA30	Resurgencia	ZODME 144	1156958	1308931	2421	Depósitos Coluviales sobre Ortoneis	may-jun/18	0,01	6,9	63	16,3	34
UF1-PA31	Interflujo	ZODME 148	1156575	1309824	2432	Ortoneis	may-jun/18	-	6,6	161	14,9	82
UF1-PA34	Interflujo	ZODME 118	1160146	1312162	2094	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,05	5,1	36	18,1	18
UF1-PA35(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1160040	1309265	2199	Depósitos Coluviales sobre Formación La Luna	may-jun/18	0,054	7,21	284	15,86	142
UF1-PA36(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159934	1308255	2137	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,092	7,12	592	16	214
UF1-PA37(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159579	1308160	2246		may-jun/18	0,094	7,94	334	17,53	167

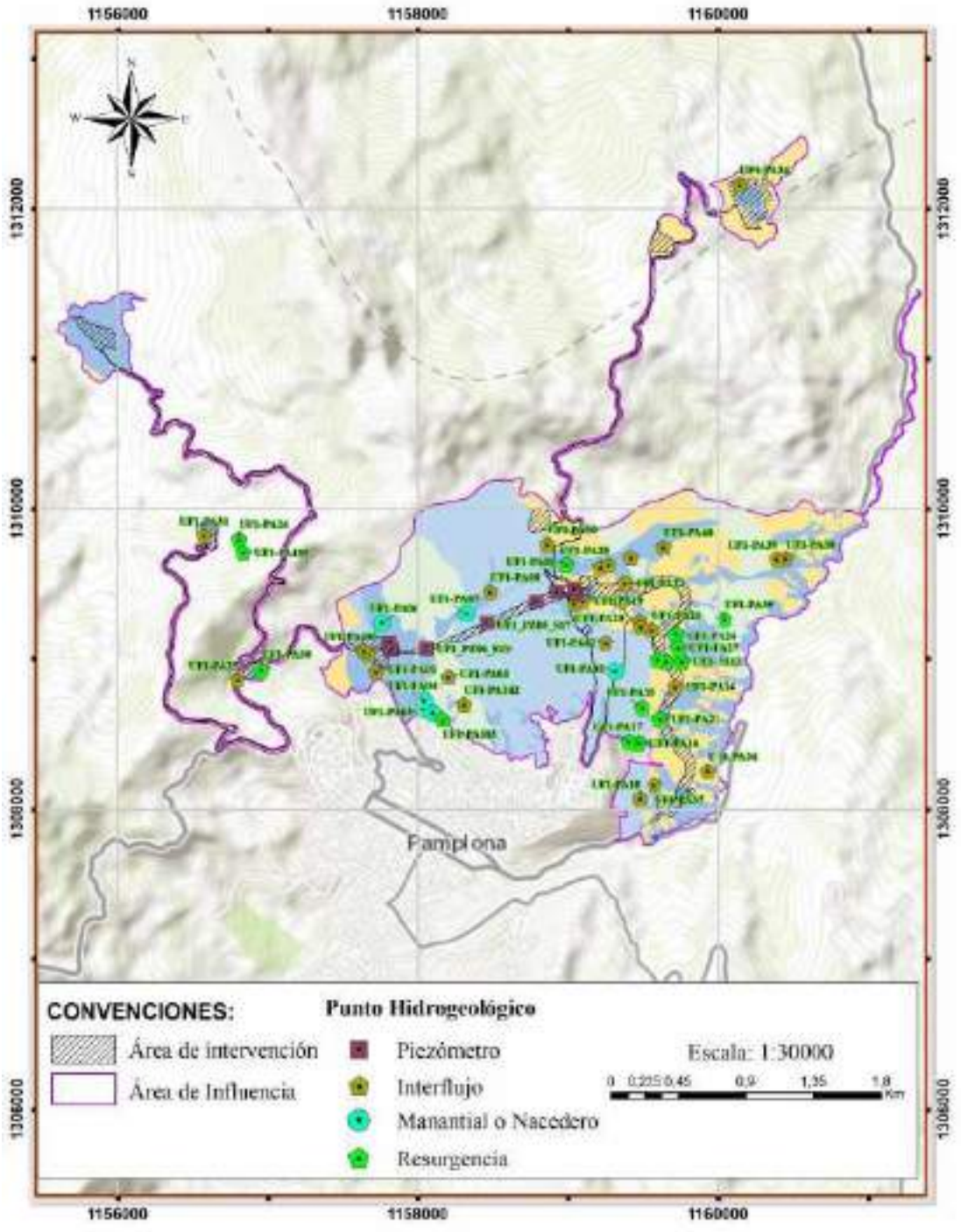
ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA38(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1160451	1309671	2053	Depósitos coluviales sobre Formación Colón Mito-Juan	may-jun/18	0,055	7,45	197	16,1	98
UF1-PA39(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1160391	1309668	2031		may-jun/18	0,092	7,24	161	16,8	81
UF1-PA40(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159640	1309748	2212	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,085	7,11	178	16,82	89
UF1-PA41	Manantial	Vía a cielo abierto	1159315	1308919	2415	Formación Aguardiente	ago-18	0,024	7,61	614	16,7	396
UF1-PA42	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159250	1309106	2433		ago-18	-	6,78	317	15,4	198
UF1-PA43	Interflujo	ZODME 124	1159471	1309255	2345	Formación Capacho	ago-18	-	6,51	352	14,8	224
UF1-PA44	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159482	1309216	2340		ago-18	0,008	6,33	413	16,2	291
UF1-PA101	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159601	1308997	2285	Depositos Coluviales sobre Fm Capacho	dic-18	-	7,22	530	14,3	280
UF1-PA102	Interflujo	Túnel	1158309	1308696	2504	Fm Tibu Mercedes	dic-18	0,16	7,57	224	14,7	112

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA103	Resurgencia	Túnel	1158163	1308597	2443	Depósitos Coluviales sobre Formación Tibú-Mercedes	dic-18	-	7,5	340	17,3	167
UF1-PA104	Interflujo	Vía a cielo abierto	1157676	1309031	2399	Formación Giron	dic-18	0,09	6,82	25	17	125
UF1-PA105	Resurgencia	ZODME 148	1156837	1309714	2488	Ortoneis	dic-18	0,07	6,84	32	12,8	17
UF1-PA106	Interflujo	Vía a cielo abierto	1157643	1309053	2403	Formación Giron	dic-18	0,08	6,77	52	17,3	128
Nota: Los puntos con asterisco (*) se relacionan con puntos reportados en la UF2												

Fuente: Geodata, 2018.

.

Figura 5-2.13. Localización puntos de agua censados en la UF1



Fuente: Geodata, 2018.

Tabla 5-2.1. Puntos de agua naturales censados en la UF1

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA01	Interflujo	ZODME 136	1157726	1308915	2381	Depósitos aluviales sobre Formación Girón	nov-17	0,048	7,8	190	17,9	100
							abr-18	0,284	7,8	350	16,4	180
							may-jun/18	-	7,2	180	17,8	95
UF1-PA02	Manantial	Túnel	1158098	1308642	2420		nov-17	0,221	7,97	390	19,3	190
							abr-18	0,352	7,37	390	16,7	200
							may-jun/18	-	7,2	358	17,4	190
UF1-PA03	Manantial	Túnel	1158038	1308669	2409		nov-17	0,214	7,91	400	17,6	200
							abr-18	0,212	7,47	430	16,8	210
							may-jun/18	-	8	385	16,6	204
UF1-PA04	Manantial	Túnel	1158043	1308721	2421		nov-17	1,029	7,57	350	16,9	170
							abr-18	1,1	7,4	390	16,7	190
							may-jun/18	-	7,3	343	16,4	182
UF1-PA05	Interflujo	Túnel	1158208	1308883	2442	Depósitos Coluviales sobre Formación Tibú-Mercedes	nov-17	0,157	7,14	150	15,7	70
							abr-18	0,177	7,05	170	15,5	80
							may-jun/18	-	7,5	152	14,7	81
UF1-PA06	Manantial	Túnel	1157761	1309240	2482	Depósitos coluviales sobre Formación Girón	nov-17	0,011	7,54	80	18,4	40
							abr-18	0,04	7,63	560	17,5	280

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
							may-jun/18	-	7,3	712	19,5	378
UF1-PA07	Manantial	Túnel	1158323	1309304	2568	Depósitos coluvioaluviales sobre Formación Aguardiente	nov-17	0,313	7,46	163	16,9	82
							abr-18	0,449	6,86	190	16,1	100
							may-jun/18	-	6,9	188	15,8	100
UF1-PA08	Interflujo	Túnel	1158483	1309452	2536		nov-17	0,172	5,52	20	15,8	10
							abr-18	0,544	5,42	30	14,5	10
							may-jun/18	-	5,92	21	14,2	11
UF1-PA09	Resurgencia	Túnel	1158987	1309630	2337	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	nov-17	2,211	5,96	45	18,7	22
							abr-18	2,116	6,54	40	16,9	20
							may-jun/18	-	6,8	39	15,9	21
UF1-PA10	Interflujo	Túnel	1158862	1309767	2372		nov-17	0,148	7,16	136	16,2	72
							abr-18	0,36	6,72	120	16,8	60
							may-jun/18	-	7	108	15,5	57
UF1-PA11	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159212	1309611	2287		nov-17	0,047	7,27	340	19,8	170
							abr-18	0,258	6,65	230	17,6	120
							may-jun/18	-	7,1	300	16,4	159
UF1-PA12	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159652	1308983	2257	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	nov-17	0,058	7,92	460	18,1	230
							abr-18	0,132	6,46	570	16,2	290
							abr-18	0,113	7,87	560	17,8	280
							may-jun/18	-	7,7	482	17,9	255
UF1-PA13	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159760	1308981	2238		nov-17	0,041	7,85	570	25,1	280
							abr-18	0,053	7,65	590	18,9	290
							may-jun/18	-	7,6	585	20,5	310

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA14(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159716	1308814	2.258		nov-17	0,002	7,53	380	19	150
							abr-18	0,045	7,25	190	17	95
							abr-18	0,035	6,27	120	16,6	60
							abr-18	0,027	7,52	150	16,6	70
							may-jun/18		7,9	167	15,9	88
UF1-PA15(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159493	1308677	2.300	Formación Aguardiente y Depósitos coluviales	nov-17	0,178	6,57	40	17,4	20
							abr-18	0,053	7.16	84	17.15	42
							abr-18	0,321	5,72	30	17,1	20
UF1-PA16(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159469	1308439	2.301		nov-17	0,274	7,48	20	16,5	10
							abr-18	0,659	6,29	20	16	10
UF1-PA17	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159404	1308450	2317		nov-17	0,405	7,37	20	16,4	10
							abr-18	0,438	6,18	20	16	10
							may-jun/18	-	7,7	22	15,8	11
UF1-PA18	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159478	1308071	2270		nov-17	0,12	7,39	250	19,3	130
							abr-18	0,158	6,67	280	17,2	140
							may-jun/18	-	7,3	262	18,5	139
UF1-PA19	Interflujo	Túnel	1159096	1309390	2401	Depósitos coluviales sobre Formación Aguardiente	nov-17	0,085	4,55	33	15,7	10
							abr-18	0,268	4,25	30	15,2	20
							may-jun/18	-	4,6	26	16,6	14
UF1-PA20	Interflujo	Túnel	1159042	1309370	2409		nov-17	0,065	5,07	20	14,4	10
							abr-18	0,088	4,29	30	14,2	10
							may-jun/18	-	5,3	18	14,8	10
UF1-PA21	Resurgencia		1159616	1308603	2250		abr-18	0,265	7,27	530	17,5	270

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
		Vía a cielo abierto				Formación Capacho	may-jun/18	-	7,3	530	17,5	270
UF1-PA22	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159379	1309509	2306	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	abr-18	0,077	5,82	180	20,3	90
							may-jun/18	-	5,7	181	18,6	96
UF1-PA23	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159561	1309195	2312	Formación Capacho	abr-18	0,219	6,86	890	17	440
							may-jun/18	-	7,6	825	16,1	437
UF1-PA24	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159722	1309169	2225	Depósito coluvial sobre Formación Capacho	abr-18	0,903	7,52	720	17	360
							may-jun/18	-	7,5	597	17,6	315
UF1-PA25	Interflujo	ZODME 144	1156797	1308859	2463	Ortoneis	may-18	0,624	6,63	80	16,4	40
							may-jun/18	-	6,8	66	16,2	35
UF1-PA26	Resurgencia	ZODME 148	1156807	1309800	2472	Ortoneis	may-18	0,066	6,05	70	17,6	30
							may-jun/18	-	6,05	70	17,6	30
UF1-PA27	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159737	1309074	2226	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,3	7,84	814	19,7	424
UF1-PA28	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159270	1309630	2269	Depósitos Coluvioaluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,009	6,87	381	16,8	197

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA29	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159417	1309678	2252	Depósitos Coluviales sobre Formación La Luna	may-jun/18	0,005	6,95	155	20,4	80
UF1-PA30	Resurgencia	ZODME 144	1156958	1308931	2421	Depósitos Coluviales sobre Ortoneis	may-jun/18	0,01	6,9	63	16,3	34
UF1-PA31	Interflujo	ZODME 148	1156575	1309824	2432	Ortoneis	may-jun/18	-	6,6	161	14,9	82
UF1-PA34	Interflujo	ZODME 118	1160146	1312162	2094	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,05	5,1	36	18,1	18
UF1-PA35(*)	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1160040	1309265	2199	Depósitos Coluviales sobre Formación La Luna	may-jun/18	0,054	7,21	284	15,86	142
UF1-PA36(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159934	1308255	2137	Depósitos Coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,092	7,12	592	16	214
UF1-PA37(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159579	1308160	2246		may-jun/18	0,094	7,94	334	17,53	167

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA38(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1160451	1309671	2053	Depósitos coluviales sobre Formación Colón Mito-Juan	may-jun/18	0,055	7,45	197	16,1	98
UF1-PA39(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1160391	1309668	2031		may-jun/18	0,092	7,24	161	16,8	81
UF1-PA40(*)	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159640	1309748	2212	Depósitos coluviales sobre Formación Capacho	may-jun/18	0,085	7,11	178	16,82	89
UF1-PA41	Manantial	Vía a cielo abierto	1159315	1308919	2415	Formación Aguardiente	ago-18	0,024	7,61	614	16,7	396
UF1-PA42	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159250	1309106	2433		ago-18	-	6,78	317	15,4	198
UF1-PA43	Interflujo	ZODME 124	1159471	1309255	2345	Formación Capacho	ago-18	-	6,51	352	14,8	224
UF1-PA44	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159482	1309216	2340		ago-18	0,008	6,33	413	16,2	291
UF1-PA101	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159601	1308997	2285	Depositos Coluviales sobre Fm Capacho	dic-18	-	7,22	530	14,3	280
UF1-PA102	Interflujo	Túnel	1158309	1308696	2504	Fm Tibu Mercedes	dic-18	0,16	7,57	224	14,7	112

ID FINAL	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos			
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)
UF1-PA103	Resurgencia	Túnel	1158163	1308597	2443	Depósitos Coluviales sobre Formación Tibú-Mercedes	dic-18	-	7,5	340	17,3	167
UF1-PA104	Interflujo	Vía a cielo abierto	1157676	1309031	2399	Formación Giron	dic-18	0,09	6,82	25	17	125
UF1-PA105	Resurgencia	ZODME 148	1156837	1309714	2488	Ortoneis	dic-18	0,07	6,84	32	12,8	17
UF1-PA106	Interflujo	Vía a cielo abierto	1157643	1309053	2403	Formación Giron	dic-18	0,08	6,77	52	17,3	128
Nota: Los puntos con asterisco (*) se relacionan con puntos reportados en la UF2												

Fuente: Geodata, 2018.

5.1.8.4.2 Análisis de los datos de interés hidrogeológico provenientes del inventario

- **Caudales característicos de los puntos de agua**

Se analizaron los datos de caudales característicos (Q=l/s) mediante la metodología propuesta por Meinzer (1923). Se seleccionó esta metodología porque su división en ocho (8) grupos diferentes, contiene los intervalos suficientes para discriminar correctamente los bajos caudales obtenidos en los diferentes puntos de agua. censados. Donde el primer grupo generalmente corresponde a puntos de agua. muy grandes, con una capacidad de producción muy alta, y el octavo grupo a puntos de agua. muy pequeños, con una capacidad de producción muy modesta.

Tabla 5-2.2. Clasificación de puntos de agua de acuerdo con su caudal.

GRUPO	Q (L/s)
Primero	Q >= 2800 l/s
Segundo	280 l/s <= Q < 2800 l/s
Tercero	28 l/s <= Q < 280 l/s
Cuarto	6,7 l/s <= Q < 28 l/s
Quinto	0,67 l/s <= Q < 6,7 l/s
Sexto	0,067 l/s < Q > 0,67 l/s
Séptimo	0,0083 l/s <= Q < 0,067 l/s
Octavo	Q < 0,0083 l/s

Fuente: Meinzer, 1923

La clasificación propuesta por Meinzer es extensible a otros puntos de agua que en este estudio no se clasifican como manantiales.

En la Tabla 5-2.3 y Figura 5-2.14, se reportan los valores de caudales medios medidos “in situ” durante el inventario realizado.

Tabla 5-2.3. Caudales característicos de los puntos de agua inventariados.

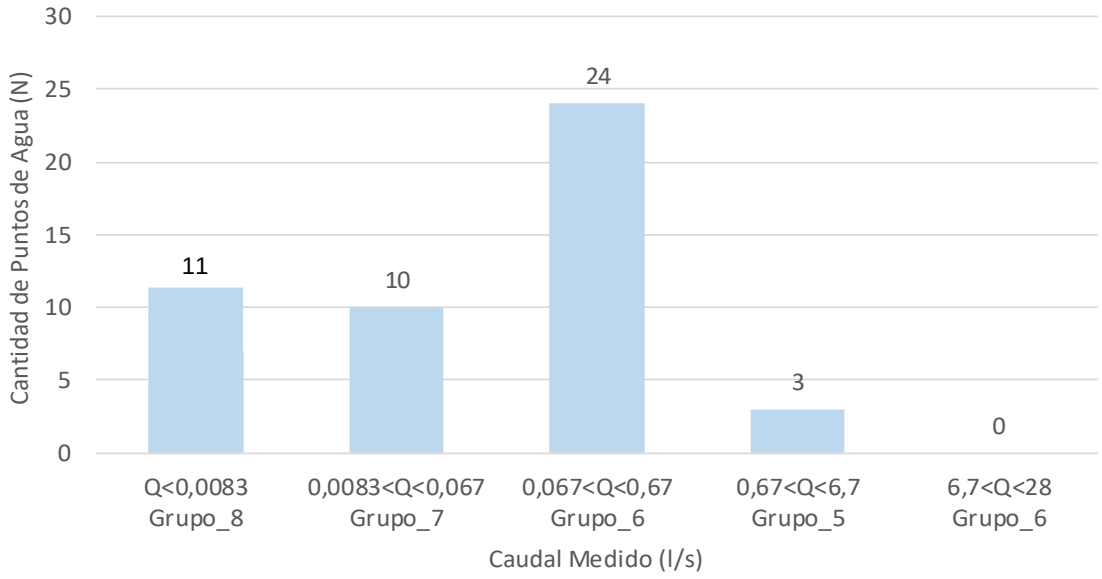
ID Punto	Tipo Punto	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Caudal (l/s)	Fecha
		E	N	Elev		
UF1-PA01	Interflujo	1157726	1308915	2381	0,284	abr/ago_2018
UF1-PA02	Manantial	1158098	1308642	2420	0,352	abr/ago_2018
UF1-PA03	Manantial	1158038	1308669	2409	0,212	abr/ago_2018
UF1-PA04	Manantial	1158043	1308721	2421	1,1	abr/ago_2018
UF1-PA05	Interflujo	1158208	1308883	2442	0,177	abr/ago_2018
UF1-PA06	Manantial	1157761	1309240	2482	0,04	abr/ago_2018
UF1-PA07	Manantial	1158323	1309304	2568	0,449	abr/ago_2018

ID Punto	Tipo Punto	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Caudal (l/s)	Fecha
		E	N	Elev		
UF1-PA08	Interflujo	1158483	1309452	2536	0,544	abr/ago_2018
UF1-PA09	Resurgencia	1158987	1309630	2337	2,116	abr/ago_2018
UF1-PA10	Interflujo	1158862	1309767	2372	0,36	abr/ago_2018
UF1-PA11	Interflujo	1159212	1309611	2287	0,258	abr/ago_2018
UF1-PA12	Resurgencia	1159652	1308983	2257	0,113	abr/ago_2018
UF1-PA13	Resurgencia	1159760	1308981	2238	0,053	abr/ago_2018
UF1-PA14	Interflujo	1159716	1308814	2258	0,035	abr/ago_2018
UF1-PA15	Resurgencia	1159493	1308677	2300	0,321	abr/ago_2018
UF1-PA16	Resurgencia	1159469	1308439	2301	0,659	abr/ago_2018
UF1-PA17	Resurgencia	1159404	1308450	2317	0,438	abr/ago_2018
UF1-PA18	Interflujo	1159478	1308071	2270	0,158	abr/ago_2018
UF1-PA19	Interflujo	1159096	1309390	2401	0,268	abr/ago_2018
UF1-PA20	Interflujo	1159042	1309370	2409	0,088	abr/ago_2018
UF1-PA21	Resurgencia	1159616	1308603	2250	0,265	abr/ago_2018
UF1-PA22	Interflujo	1159379	1309509	2306	0,077	abr/ago_2018
UF1-PA23	Interflujo	1159561	1309195	2312	0,219	abr/ago_2018
UF1-PA24	Resurgencia	1159722	1309169	2225	0,903	abr/ago_2018
UF1-PA25	Interflujo	1156797	1308859	2463	0,624	abr/ago_2018
UF1-PA26	Resurgencia	1156807	1309800	2472	0,066	abr/ago_2018
UF1-PA27	Resurgencia	1159737	1309074	2226	0,3	abr/ago_2018
UF1-PA28	Interflujo	1159270	1309630	2269	0,009	abr/ago_2018
UF1-PA29	Interflujo	1159417	1309678	2252	0,005	abr/ago_2018
UF1-PA30	Resurgencia	1156958	1308931	2421	0,01	abr/ago_2018
UF1-PA31	Interflujo	1156575	1309824	2432	0	abr/ago_2018
UF1-PA34	Interflujo	1160146	1312162	2094	0,05	abr/ago_2018
UF1-PA35	Resurgencia	1160040	1309265	2199	0,054	abr/ago_2018
UF1-PA36	Interflujo	1159934	1308255	2137	0,092	abr/ago_2018
UF1-PA37	Interflujo	1159579	1308160	2246	0,094	abr/ago_2018
UF1-PA38	Interflujo	1160451	1309671	2053	0,055	abr/ago_2018
UF1-PA39	Interflujo	1160391	1309668	2031	0,092	abr/ago_2018
UF1-PA40	Interflujo	1159640	1309748	2212	0,085	abr/ago_2018
UF1-PA41	Interflujo	1159315	1308919	2415	0,024	abr/ago_2018
UF1-PA42	Interflujo	1159250	1309106	2433	0	abr/ago_2018
UF1-PA43	Interflujo	1159471	1309255	2345	0	abr/ago_2018
UF1-PA44	Interflujo	1159482	1309216	2340	0,008	abr/ago_2018
UF1-PA101	Resurgencia	1159601	1308997	2285	0	dic_2018

ID Punto	Tipo Punto	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Caudal (l/s)	Fecha
		E	N	Elev		
UF1-PA102	Interflujo	1158309	1308696	2504	0,16	dic_2018
UF1-PA103	Resurgencia	1158163	1308597	2443	0	dic_2018
UF1-PA104	Interflujo	1157676	1309031	2399	0,09	dic_2018
UF1-PA105	Resurgencia	1156837	1309714	2488	0,07	dic_2018
UF1-PA106	Interflujo	1157643	1309053	2403	0,08	dic_2018

Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.14. Valores de caudal de los puntos de agua encontrados durante el inventario



Fuente: Geodata, 2018.

Del análisis de los datos reportados en la Figura 5-2.14, se destaca lo siguiente:

- 34 de los 48 puntos de agua aforados se ubican en los grupos 6 y 7. Lo que equivale a decir que el 77% de los puntos inventariados presentan caudales bajos a muy bajos, inferiores todos ellos a 0,67 l/s (21129 m3/año).
- 3 de los 48 puntos de agua aforados se ubican en el grupo 5. Lo que equivale a decir que el 7% de los puntos inventariados presentan caudales moderados a bajos, inferiores todos ellos a 2,15 l/s (78840 m3/año).
- 11 de los 48 puntos de agua aforados se ubican en el grupo 8. Lo que equivale a decir que el 16% de los puntos inventariados presentan caudales despreciables a insignificantes, inferiores a 0,0083 l/s (262 m3/año).

Respecto a la cantidad de agua presente en los puntos de agua aforados se tiene que en la totalidad de puntos medidos durante el inventario se registraron los caudales medios indicados en la Tabla 5-2.3.

Los bajos caudales son indicativos de una circulación poco profunda generalmente asociadas a zonas de recarga y almacenamientos de poca extensión, o a interflujos y resurgencias, presentes en los depósitos cuaternarios y en las zonas alteradas y fracturadas del basamento rocoso o rocas permeables. Esto conlleva además a prever una alta posibilidad de afectación de la cantidad de agua medida en los puntos de agua censados ante periodos prolongados de sequía.

Para tener una valoración de la variación del caudal medio de los puntos censados, se tomó una muestra de 20 puntos de agua a los cuales se les aforó su caudal en dos periodos climáticos (noviembre del 2017 y abril_may del 2018). En la Tabla 5-2.4 se muestran estos puntos y los caudales medidos.

Los datos mostrados en la Tabla 5-2.4 evidencian un incremento de la oferta hídrica de aproximadamente un 38% en el mes de abril 2018 respecto al mes de noviembre del 2017. Este aparente incremento en oferta es proporcional a cambios estacionales debidos al del ciclo hidrológico bimodal.

En la Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.15 se nota la distribución de las excedencias de caudal antes citado. Por lo general los caudales mayores permanecen iguales mientras que los bajos caudales son más sensibles a los cambios de precipitación, evidenciando una alta vulnerabilidad ante periodos prolongados de sequía.

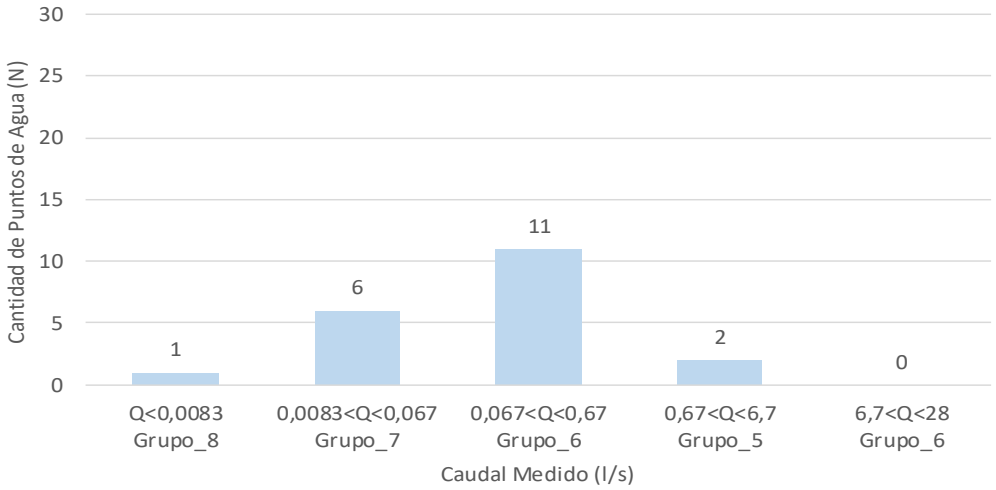
Tabla 5-2.4. Caudales característicos medios de 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos (Nov_2017 y Abr_2018).

ID Punto	Tipo Punto	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Caudal (l/s)	
		E	N	Elev	nov-17	abri-may/18
UF1-PA01	Interflujo	1157726	1308915	2381	0,048	0,284
UF1-PA02	Manantial	1158098	1308642	2420	0,221	0,352
UF1-PA03	Manantial	1158038	1308669	2409	0,214	0,212
UF1-PA04	Manantial	1158043	1308721	2421	1,029	1,100
UF1-PA05	Interflujo	1158208	1308883	2442	0,157	0,177
UF1-PA06	Manantial	1157761	1309240	2482	0,011	0,040
UF1-PA07	Manantial	1158323	1309304	2568	0,313	0,449
UF1-PA08	Interflujo	1158483	1309452	2536	0,172	0,544
UF1-PA09	Resurgencia	1158987	1309630	2337	2,211	2,116
UF1-PA10	Interflujo	1158862	1309767	2372	0,148	0,360
UF1-PA11	Interflujo	1159212	1309611	2287	0,047	0,258

ID Punto	Tipo Punto	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Caudal (l/s)	
		E	N	Elev	nov-17	abri-may/18
UF1-PA12	Resurgencia	1159652	1308983	2257	0,058	0,113
UF1-PA13	Resurgencia	1159760	1308981	2238	0,041	0,053
UF1-PA14	Interflujo	1159716	1308814	2258	0,002	0,035
UF1-PA15	Resurgencia	1159493	1308677	2300	0,178	0,321
UF1-PA16	Resurgencia	1159469	1308439	2301	0,274	0,659
UF1-PA17	Resurgencia	1159404	1308450	2317	0,405	0,438
UF1-PA18	Interflujo	1159478	1308071	2270	0,120	0,158
UF1-PA19	Interflujo	1159096	1309390	2401	0,085	0,268
UF1-PA20	Interflujo	1159042	1309370	2409	0,065	0,088
					5,80	**8,03**

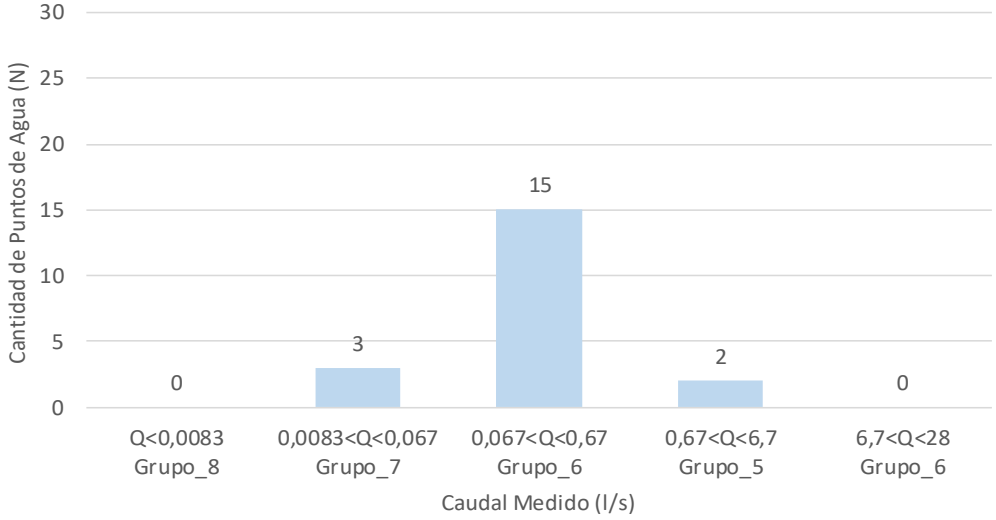
Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.15. Valores de caudal para los 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos – primer período.



Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.16. Valores de caudal para los 20 puntos de agua aforados en dos periodos climáticos – segundo período.



Fuente: Geodata, 2018.

- **Conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos en puntos de agua naturales**

La conductividad eléctrica del agua subsuperficial y subterránea (aquí expresada en µS/cm a 25°C) depende de una serie de factores ligados esencialmente a la naturaleza litológica del acuífero. Además de esto, también la temperatura del agua, su profundidad y el tiempo de residencia en el acuífero afectan los valores de conductividad eléctrica. Éste último factor depende a su vez de la longitud del recorrido y de la velocidad de flujo.
La conductividad eléctrica provee información sobre la cantidad total de sales disueltas (mg/L), dado que su valor es directamente proporcional a la concentración total. Los dos factores son correlacionables con la siguiente relación lineal[1].

$$SDT = \alpha * COND$$

Donde α, que corresponde al coeficiente angular de la recta, puede variar dependiendo de las especies disueltas en el agua.

En la Tabla 5-2.5, Figura 5-2.7 y Figura 5-2.18 se reportan la distribución de la conductividad y STD en cada uno de los puntos de agua muestreados durante el inventario.

[1] Célico, 1986.

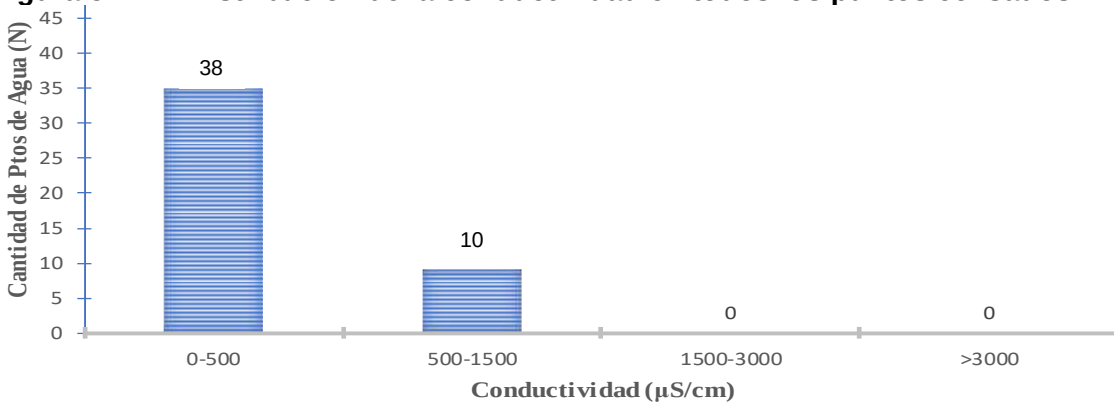
Tabla 5-2.5. Valores de conductividad y STD de los puntos censados.

ID Punto	Tipo Punto	CE	SDT	T
		(µS/cm)	(mg/l)	°C
		abr-ago/18	abr-ago/18	abr-ago/18
UF1-PA01	Interflujo	350	180	16,4
UF1-PA02	Manantial	390	200	16,7
UF1-PA03	Manantial	430	210	16,8
UF1-PA04	Manantial	390	190	16,7
UF1-PA05	Interflujo	170	80	15,5
UF1-PA06	Manantial	560	280	17,5
UF1-PA07	Manantial	190	100	16,1
UF1-PA08	Interflujo	30	10	14,5
UF1-PA09	Resurgencia	40	20	16,9
UF1-PA10	Interflujo	120	60	16,8
UF1-PA11	Interflujo	230	120	17,6
UF1-PA12	Resurgencia	560	280	17,8
UF1-PA13	Resurgencia	590	290	18,9
UF1-PA14	Interflujo	150	70	16,6
UF1-PA15	Resurgencia	84	42	17,2
UF1-PA16	Resurgencia	20	10	16
UF1-PA17	Resurgencia	20	10	16
UF1-PA18	Interflujo	280	140	17,2
UF1-PA19	Interflujo	30	20	15,2
UF1-PA20	Interflujo	30	10	14,2
UF1-PA21	Resurgencia	530	270	17,5
UF1-PA22	Interflujo	180	90	20,3
UF1-PA23	Interflujo	890	440	17
UF1-PA24	Resurgencia	720	360	17
UF1-PA25	Interflujo	80	40	16,4
UF1-PA26	Interflujo	70	30	17,6
UF1-PA27	Resurgencia	814	424	19,7
UF1-PA28	Interflujo	381	197	16,8
UF1-PA29	Interflujo	155	80	20,4
UF1-PA30	Resurgencia	63	34	16,3
UF1-PA31	Interflujo	161	82	14,9
UF1-PA34	Interflujo	36	18	18,1
UF1-PA35	Resurgencia	284	142	15,9
UF1-PA36	Interflujo	592	214	17,9

ID Punto	Tipo Punto	CE (µS/cm) abr-ago/18	SDT (mg/l) abr-ago/18	T °C abr-ago/18
UF1-PA37	Interflujo	334	167	17,5
UF1-PA38	Interflujo	197	98	16,1
UF1-PA39	Interflujo	161	81	16,8
UF1-PA40	Interflujo	178	89	16,8
UF1-PA41	Manantial	614	396	16,7
UF1-PA42	Interflujo	317	198	15,4
UF1-PA43	Interflujo	352	224	14,8
UF1-PA44	Interflujo	413	291	16,2
UF1-PA101	Resurgencia	530	280	14,3
UF1-PA102	Interflujo	224	112	14,7
UF1-PA103	Resurgencia	340	167	17,3
UF1-PA104	Interflujo	25	125	17
UF1-PA105	Resurgencia	32	17	12,8
UF1-PA106	Interflujo	52	128	17,3

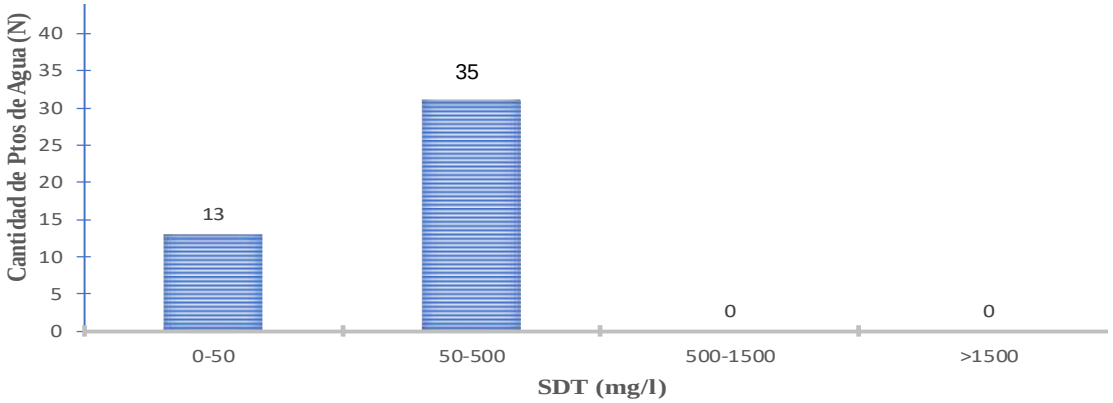
Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.17. Distribución de la conductividad en todos los puntos censados.



Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.18. Distribución de los STD en todos los puntos censados.



Fuente: Geodata, 2018.

De los 48 puntos de agua reportados en la

Figura 5-2.17 y Figura 5-2.18 se destaca lo siguiente:

- 38 puntos de agua que representan el 80% del total de puntos muestreados, presentan valores de conductividad comprendidos entre 0 y 500 µS/cm, que corresponde a una mineralización total inferior a 250 mg/L.
- 10 puntos de agua restantes que representan el 20% del total de puntos muestreados, presentan valores de conductividad comprendidos entre 500 y 890 µS/cm, que corresponden a una mineralización total comprendida entre 250 mg/L y 440 mg/L.

Existen diferentes clasificaciones del agua en función de su mineralización total. Una de estas, aplicada al agua potable y mineral en Europa[2], identifica cuatro categorías:

- STD ≤ 50 mg/l — Agua poco mineralizada
- STD < 50 y ≤ 500 mg/l — Agua mineral
- STD < 500 y ≤ 1500 mg/l — Agua medianamente mineralizada
- STD > 1500 mg/l — Agua rica en sales minerales

Bajo esta clasificación, el agua muestreada en los 48 puntos de agua naturales censados se ubica en los siguientes rangos (ver Figura 5-2.17):

- 13 puntos de agua que representan el 30% del total de puntos muestreados, presentan valores de STD comprendidos entre 0 y 50 mg/l.
- Los 35 puntos de agua restantes que representan el 70% del total de puntos muestreados, presentan valores de STD comprendidos entre 50 mg/l y 440 mg/l.

[2] Appelo & Postma, 2006.

Lo anterior indica que la totalidad del agua muestreada durante el inventario corresponde a agua mineral a poco mineralizada (100% del total).

Esta baja conductividad y mineralización es un indicativo adicional de la estrecha correlación entre los puntos de agua con la recarga directa del agua de lluvia, evidenciando flujos en su mayoría subsuperficiales de trayectorias cortas.

Existen 10 puntos de agua (UF1-P06, UF1-P12, UF1-P13, UF1-P21, UF1-P23, UF1-P24, UF1-P27, UF1-P36, UF1-P41, UF1-P101) cuyos valores de conductividad se ubican por encima de 500 µS/cm, lo cual puede indicar mayor tiempo de circulación, probablemente influenciados localmente por circuitos un poco más profundos o que son alimentados por sectores más amplios que permiten una mayor circulación en los depósitos cuaternarios, generando un enriquecimiento de aniones/cationes a través de rocas más solubles como p.e. calizas meteorizadas, sin descartar la contribución de insumos utilizados en la agroindustria frecuente en la región. En este caso en particular se puede estar ante la presencia de flujos mixtos donde la mayor parte de alimentación del punto se atribuye a flujos subsuperficiales.

5.1.8.5 Caracterización Hidrogeoquímica del agua muestreada

La red de muestreo hidrogeoquímico, de carácter esencialmente hidrogeológico, tiene como objeto caracterizar químicamente el agua presente en los puntos de agua censados en la zona de influencia de la UF1, de acuerdo con los parámetros relacionados en la Tabla 5 de la resolución 751 de marzo del 2015. Esta actividad representa un dato útil para la definición del modelo hidrogeológico conceptual.

De los 48 puntos de agua censados durante el inventario entre los meses de noviembre y diciembre del 2017, fueron seleccionados Diecinueve (19) puntos (Figura 5-2.19), de los cuales 11 fueron agregados recientemente como información adicional según solicitud de la autoridad ambiental ANLA (UF1-PA19, UF1-PA11, UF1-PA22, UF1-PA23, UF1-PA101, UF1-PA27, UF1-PA24, UF1-PA14, UF1-PA21, UF1-PA36, UF1-S15-PZ3).

Desde la perspectiva hidrogeológica, estos puntos satisfacen los requerimientos hechos de acuerdo con los criterios enumerados en el parágrafo siguiente.

El protocolo de muestreo y análisis satisface lo establecido por el IDEAM para este tipo de agua, como explícitamente ha sido requerido en los Términos de Referencia. Los análisis fueron llevados a cabo por el laboratorio CIMA (Corporación Integral del Medio Ambiente).

5.1.8.5.1 Criterios para la selección de los puntos de agua

Entre los puntos de agua identificados durante el inventario fueron muestreados ocho (8) puntos, que se consideran representativos para la definición de una red de muestreo y monitoreo hidroquímico de particular interés hidrogeológico.

Los criterios utilizados para la selección de los puntos antes citados son de naturaleza hidrogeológica y se relacionan a continuación:

- Puntos de agua localizados en correspondencia con los litotipos más representativos de la zona. Los cuales han sido relacionados en el parágrafo 5.1.8.6.1 del presente informe.
- Puntos de agua más mineralizados y/o caracterizados por caudales mayores.
- Puntos de agua distribuidos especialmente a lo largo del trazado vial proyectado.
- Puntos de agua mayormente utilizados por la comunidad.

5.1.8.5.2 Puntos de agua seleccionados

Aplicando los criterios antes indicados fueron seleccionados Diecinueve (19) puntos de agua, los cuales se resumen en la Tabla 5-2.6 y Figura 5-2.19.

5.1.8.5.3 Parámetros analizados

En atención a la resolución 751 de marzo de 2015 y con especial énfasis en aquellos datos de interés hidrogeológico se relacionan a continuación los parámetros que fueron muestreados en cada uno de los Diecinueve (19) puntos seleccionados (Tabla 5-2.8).

Con el objeto de guardar coherencia en la identificación del punto de muestreo, en la Tabla 5-2.7 se incluye la lista de equivalencias entre el código de laboratorio y los distintos nombres genéricos dados a los puntos de agua muestreados:

Tabla 5-2.6. Puntos de agua seleccionados para muestreo y análisis hidrogeoquímico en la UF1.

ID	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Físico-químicos				Redox-Eh/
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)	
UF1-PA02	Manantial	Túnel	1158098	1308642	2420	Depósitos coluviales sobre Fm Girón	nov-17	0,221	7,97	390	19,3	190	124
UF1-PA05	Interflujo		1158208	1308883	2442	Depósitos coluviales sobre Fm Tibú-Mercedes	nov-17	0,157	7,14	150	15,7	70	318
UF1-PA07	Manantial		1158323	1309304	2568	Depósitos coluvioaluvial sobre Fm Aguardiente	nov-17	0,313	7,46	163	16,9	82	189
UF1-PA09	Resurgencia		1158987	1309630	2337	Depósitos coluviales sobre Fm Capacho	nov-17	2,211	5,96	45	18,7	22	289
UF1-PA10	Interflujo		1158862	1309767	2372		nov-17	0,148	7,16	136	16,2	72	64
UF1-PA11	Interflujo	Vía a cielo abierto	1159212	1309611	2287		nov-17	0,047	7,27	340	19,8	170	-
UF1-PA13	Resurgencia		1159760	1308981	2238		nov-17	0,041	7,85	570	25,1	280	184
UF1-PA14	Interflujo		1159716	1308814	2258		dic-17	0,002	7,53	380	19	150	-
UF1-PA17	Resurgencia		1159404	1308450	2317	Formación Aguardiente y Depósitos coluviales	nov-17	0,405	7,37	20	16,4	10	284
UF1-PA18	Interflujo		1159478	1308071	2270	Formación Aguardiente y Depósitos coluviales	nov-17	0,12	7,39	250	19,3	130	200
UF1-PA19	Interflujo	Túnel	1159096	1309390	2401	Depósitos coluviales sobre Fm Aguardiente	nov-17	0,085	4,55	33	15,7	10	-
UF1-PA21	Resurgencia	Vía a cielo abierto	1159616	1308603	2250	Fm Capacho	abr-18	0,265	7,27	530	17,5	270	-
UF1-PA22	Interflujo		1159379	1309509	2306	Depósitos coluviales sobre Fm Capacho	abr-18	0,077	5,82	180	20,3	90	-

ID	Tipo de Punto	Ubicación Obra	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Geología	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Físico-químicos				Redox-Eh/
			E	N	Elev				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)	
UF1-PA23	Interflujo		1159561	1309195	2312	Fm Capacho	abr-18	0,219	6,86	890	17	440	-
UF1-PA24	Resurgencia		1159722	1309169	2225		abr-18	0,903	7,52	720	17	360	-
UF1-PA27	Resurgencia		1159737	1309074	2226	Depósitos coluviales sobre Fm Capacho	may-jun/18	0,3	7,84	814	19,7	424	-
UF1-PA36	Interflujo		1159934	1308255	2137		may-jun/18	0,092	7,12	592	16	214	-
UF1-PA101	Resurgencia		1159601	1308997	2285		dic-18	-	7,22	530	14,3	280	-
UF1-S15-PZ37	Piezometro	Túnel	1159040	1309470	2373	Fm Capacho	dic-18	-	7,43	380	19	230	-

Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.7. Equivalencias de nomenclaturas de puntos en análisis de laboratorio

Código Laboratorio	ID Punto Hidrogeológico	Tipo de Punto	Otros códigos relacionados
26495	UF1-PA02	Manantial	MA-03
26494	UF1-PA05	Interflujo	MA-06
26493	UF1-PA07	Manantial	MA-08
26001	UF1-PA09	Resurgencia	MA-08B
26497	UF1-PA10	Interflujo	MA-09
44290	UF1-PA11	Interflujo	UF1-PA11
26496	UF1-PA13	Resurgencia	MA-12
44297	UF1-PA14	Interflujo	UF1-PA14
26846	UF1-PA17	Resurgencia	MA-15B

Código Laboratorio	ID Punto Hidrogeológico	Tipo de Punto	Otros códigos relacionados
26498	UF1-PA18	Interflujo	MA-16
44289	UF1-PA19	Interflujo	UF1-PA19
44298	UF1-PA21	Resurgencia	UF1-PA21
44291	UF1-PA22	Interflujo	UF1-PA22
44292	UF1-PA23	Interflujo	UF1-PA23
44295	UF1-PA24	Resurgencia	UF1-PA24
44294	UF1-PA27	Resurgencia	UF1-PA27
44299	UF1-PA36	Interflujo	UF1-PA36
44293	UF1-PA101	Resurgencia	UF1-PA101
44300	UF1-S15-PZ37	Piezometro	UF1-S15-PZ37

Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.8. Parámetros hidrogeoquímicos medidos en los puntos de agua seleccionados en el área de influencia de la UF1, de acuerdo con la resolución 751 de marzo del 2015.

PARTE1:

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA07	UF1-PA05	UF1-PA02	UF1-PA13	UF1-PA10	UF1-PA18	UF1-PA17	UF1-PA09	UF1 - PA19	UF1-PA11
				26493	26494	26495	26496	26497	26498	26846	26001	44289	44290
Fecha				8/12/2017	8/12/2017	8/12/2017	8/12/2017	5/12/2017	5/12/2017	11/12/2017	28/11/2017	8/12/2018	8/12/2018
Hora				8:00	10:00	12:00	13:00	9:00	13:00	10:00	7:30	10:15	12:15
T° Ambiente			° C	21,8	23,2	24,1	19,4	23,2	22,3	18,6	15,3	28,5	26,1
T° Muestra			° C	13,53	14,58	16,35	15,09	15,79	17,57	16,06	14,9	15,8	16
pH			Unidades	6,5	7,66	7,36	7,9	7,79	7,5	8,1	6,19	4,35	6,73
Conductividad			µs/cm	38	275	662	1202	271	619	36	79	60	200

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA07	UF1-PA05	UF1-PA02	UF1-PA13	UF1-PA10	UF1-PA18	UF1-PA17	UF1-PA09	UF1 - PA19	UF1-PA11
				26493	26494	26495	26496	26497	26498	26846	26001	44289	44290
Sólidos disueltos totales			mg/L	19	138	331	601	135	309	18	40	20	90
Sólidos sedimentables			mL/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	7	-0,1	-0,1	0,1	0,5
Oxígeno disuelto			mg/L	1,35	1,19	1,19	1,76	1,65	1,33	1,3	1,53	N/A	N/A
Acidez	SM 2310 B	5	mg CaCO3/L	14	6	12	13	7	10	6	<5	39	9
Alcalinidad Total	SM 2320 B	4	mg/L CaCO3	<4	8	62	76	24	60	5	<4	<5	67
Aluminio Total	SM 3030 E 3111 D	0,3	mg Al/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	1,2	<0,3	<0,3	N/A	N/A
Arsénico Total	SM 3030 K - EPA 200-9 - ICP/MS	0,0045	mg Metal/L	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,005	<0,005
Bario Total	SM 3030 E 3111 D	0,1	mg Ba/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bicarbonatos	SM 2320 B	10	mg CaCO3/L	<10	8	62	76	24	60	<10	<10	N/A	N/A
Cadmio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,005	mg Cd/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005
Calcio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,1	mg Ca/L	1,2	21,1	72,4	140,4	23,8	57,6	1,3	2,8	N/A	N/A
Cloruros	SM 4500 - CL C	5	mg Cl-/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	N/A	N/A
Cobre total	SM 3030 E, 3111 B	0,015	mg Cu/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado	<1	NMP/100mL	<1	98	<1	17	183	98	32	127	10	630
Coliformes totales	SM 9223 B	<1	NMP/100mL	410	410	100	26030	2950	740	785	373	200	68900
Color Verdadero	SM 2120 C	4,97	UPC	15.150	<4,970	<4,970	6.390	11.720	13.510	<4,970	<4,970	<5	36
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Cr/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DBO5	SM 5210 B. ASTM D-888-12 Método C	10	mgO2/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	14	8

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA07	UF1-PA05	UF1-PA02	UF1-PA13	UF1-PA10	UF1-PA18	UF1-PA17	UF1-PA09	UF1 - PA19	UF1-PA11
				26493	26494	26495	26496	26497	26498	26846	26001	44289	44290
DQO	SM 5220 C	10	mgO2/L	25	<10	24	21	18	40	13	<10	24	12
Dureza Calcica	SM 3500-Ca B	5	mg CaCO3/L	<5	26	143	252	54	166	<5	9	<5	58
Dureza Total	SM 2340 C	5	mg CaCO3/L	<5	26	146	264	60	176	<5	12	13	65
Fenoles Totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,1	<0,1
Fluoruros	EPA 300.0	0,05	mg Fl/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	0,06	0,09	<0,05	<0,05	N/A	N/A
Fósforo Total	S.M 4500- P B,E	0,02	mg P/L	1,08	0,06	0,07	0,05	0,12	0,08	0,11	0,07	<0,05	0,17
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Núméral 4, Método C	0,5	mg/L	1,1	<0,5	0,6	<0,5	1,6	1,2	<0,5	2,6	1,2	1,5
Hierro Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Fe/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,95	6,02	0,78	<0,05	N/A	N/A
Magnesio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,3	mg Mg/L	<0,3	2,5	5,3	6,8	1,4	2,5	0,7	0,6	N/A	N/A
Manganeso Total	SM 3030 E, 3111 B	0,03	mg Mn/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	0,43	<0,03	<0,03	N/A	N/A
Mercurio Total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS	0,0006	mg Metal/L	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0005	<0,0005
Molibdeno Total	SM 3030 E 3111 D	0,2	mg Mo/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N/A	N/A
Nitratos	J. Rodier, 9 na Edición, 2011	0,3	mg NO2^- -N/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	N/A	N/A
Nitritos	SM 4500 NO2- B	0,003	mg NO3^- -N/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	N/A	N/A
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500-Norg C-4500NH3 B,C	2	mg N/L	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	3	2
Níquel Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ortofosfatos	SM 4500-P E	0,06	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N/A	N/A

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA07	UF1-PA05	UF1-PA02	UF1-PA13	UF1-PA10	UF1-PA18	UF1-PA17	UF1-PA09	UF1 - PA19	UF1-PA11
				26493	26494	26495	26496	26497	26498	26846	26001	44289	44290
Plata Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Ag/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo Total	SM 3030 E. 3111 B	0,05	mg Pb/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Potasio Total	SM 3030 E 3500 K B	0,1	mg K/L	<0,1	0,3	0,4	0,7	1,2	1,2	0,2	0,4	N/A	N/A
Selenio Total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS	0,0055	mg Metal/L	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,0055	<0,003	<0,003
Silicio Total	SM 4500-SIO2 D AZUL DE HEROPOLI	0,175	mg/L	3,51	2,63	3,01	3,05	3,73	2,73	1,58	3,53	N/A	N/A
Sodio Total	SM 3030 E, 3500-Na B	0,2	mg Na/L	0,5	0,6	0,6	11,6	2,5	2,6	0,6	0,7	N/A	N/A
Sulfatos	SM 4500 SO4 - E	2	mg SO4^2-/L	5	4	20	134	8	10	<2	<2	N/A	N/A
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	5	mg/L	<5	<5	<5	<5	139	36	4	<5	<15	18
Turbiedad	SM 2130 B	0,3	NTU	0,5	0,4	<0,3	0,6	83,2	20,1	2,3	1	29	25
Zinc Total	SM 3030 E, 3111 B	0,01	mg Zn/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,02	<0,02

Fuente: Geodata, 2018

PARTE 2:

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA22	UF1-PA23	UF1-PA101	UF1-PA27	UF1-PA24	UF1-PA14	UF1-PA21	UF1-PA36	UF1-S15-PZ3
				44291	44292	44293	44294	44295	44297	44298	44299	44300
Fecha				8/12/2018	8/12/2018	8/12/2018	9/12/2018	9/12/2018	9/12/2018	9/12/2018	9/12/2018	8/12/2018
Hora				13:30	16:30	18:00	8:15	10:00	12:15	13:20	15:30	9:00
T° Ambiente			° C	32,3	17,2	15,8	21,5	23,1	28,9	22,7	21,5	29
T° Muestra			° C	20,3	17	14,3	19,7	17	19	17,5	16	19
pH			Unidades	5,11	7,3	7,22	5,77	7,4	6,93	7,19	7,15	7,43

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA22	UF1-PA23	UF1-PA101	UF1-PA27	UF1-PA24	UF1-PA14	UF1-PA21	UF1-PA36	UF1-S15-PZ3
				44291	44292	44293	44294	44295	44297	44298	44299	44300
Conductividad			µs/cm	220	950	530	350	630	300	500	870	380
Sólidos disueltos totales			mg/L	120	470	280	190	330	150	270	460	230
Sólidos sedimentables			mL/L	<0,01	0,3	12	8	0,2	11	0,3	0,1	0,5
Oxígeno disuelto			mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Acidez	SM 2310 B	5	mg CaCO3/L	37	13	16	37	16	21	8	14	5
Alcalinidad Total	SM 2320 B	4	mg/L CaCO3	<5	241	214	9	263	136	208	212	134
Aluminio Total	SM 3030 E 3111 D	0,3	mg Al/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Arsénico Total	SM 3030 K - EPA 200-9 - ICP/MS	0,0045	mg Metal/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bario Total	SM 3030 E 3111 D	0,1	mg Ba/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bicarbonatos	SM 2320 B	10	mg CaCO3/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cadmio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,005	mg Cd/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Calcio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,1	mg Ca/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cloruros	SM 4500 - CL C	5	mg Cl-/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cobre total	SM 3030 E, 3111 B	0,015	mg Cu/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,021	<0,015	0,042	<0,015	<0,015
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado	<1	NMP/100mL	12	5	2603	52	2603	410	10	20	9208
Coliformes totales	SM 9223 B	<1	NMP/100mL	86640	3990	198630	1210	2820	12200	12910	1610	241960
Color Verdadero	SM 2120 C	4,97	UPC	<5	<5	31	66	7	26	<5	<5	<5
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Cr/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DBO5	SM 5210 B. ASTM D-888-12 Método C	10	mgO2/L	<2	7	11	16	4	5	2	2	5
DQO	SM 5220 C	10	mgO2/L	<10	12	25	25	<10	10	<10	<10	<10
Dureza Calcica	SM 3500-Ca B	5	mg CaCO3/L	58	437	230	17	327	127	111	245	141
Dureza Total	SM 2340 C	5	mg CaCO3/L	77	800	279	27	332	147	241	331	142

Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA22	UF1-PA23	UF1-PA101	UF1-PA27	UF1-PA24	UF1-PA14	UF1-PA21	UF1-PA36	UF1-S15-PZ3
				44291	44292	44293	44294	44295	44297	44298	44299	44300
Fenoles Totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D	0,002	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoruros	EPA 300.0	0,05	mg Fl/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fósforo Total	S.M 4500- P B,E	0,02	mg P/L	<0,05	<0,05	1,46	<0,05	0,17	0,28	<0,05	<0,05	<0,05
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Númeral 4, Método C	0,5	mg/L	<1,0	1,4	4,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	3,6
Hierro Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Fe/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Magnesio Total	SM 3030 E, 3111 B	0,3	mg Mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Manganeso Total	SM 3030 E, 3111 B	0,03	mg Mn/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Mercurio Total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS	0,0006	mg Metal/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	<0,0005
Molibdeno Total	SM 3030 E 3111 D	0,2	mg Mo/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nitratos	J. Rodier, 9 na Edición, 2011	0,3	mg NO2^- -N/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nitritos	SM 4500 NO2- B	0,003	mg NO3^- -N/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500-Norg C-4500NH3 B,C	2	mg N/L	<2	2	<2	3	2	<2	<2	<2	<2
Níquel Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Ni/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ortofosfatos	SM 4500-P E	0,06	mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Plata Total	SM 3030 E, 3111 B	0,05	mg Ag/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo Total	SM 3030 E. 3111 B	0,05	mg Pb/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Potasio Total	SM 3030 E 3500 K B	0,1	mg K/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Selenio Total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS	0,0055	mg Metal/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Silicio Total	SM 4500-SIO2 D AZUL DE HEROPOLI	0,175	mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

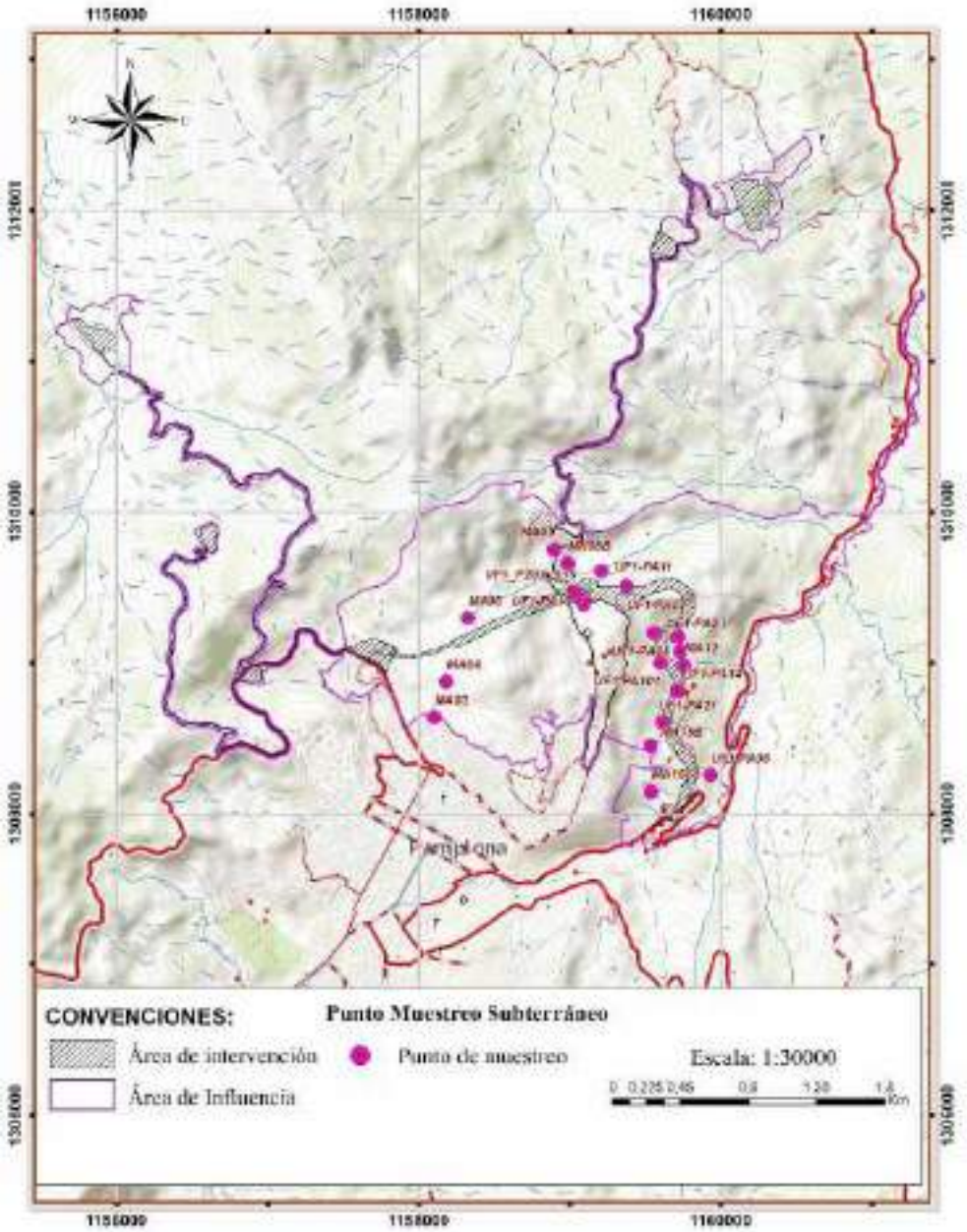
Parámetro	Método	Límite cuantificación	Unidades	UF1-PA22	UF1-PA23	UF1-PA101	UF1-PA27	UF1-PA24	UF1-PA14	UF1-PA21	UF1-PA36	UF1-S15-PZ3
				44291	44292	44293	44294	44295	44297	44298	44299	44300
Sodio Total	SM 3030 E, 3500-Na B	0,2	mg Na/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sulfatos	SM 4500 SO4 - E	2	mg SO4^2-/L	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	5	mg/L	<15	16	679	<15	<15	256	19	<15	48
Turbiedad	SM 2130 B	0,3	NTU	6,1	5,3	900	1,1	2,1	200	6,7	0,5	27
Zinc Total	SM 3030 E, 3111 B	0,01	mg Zn/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,29	<0,02	0,34	<0,02	<0,02

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.5.4 Clasificación Hidrogeoquímica

En el siguiente capítulo se describen las características hidrogeoquímicas de Diecinueve (19) puntos de agua seleccionados en el área de influencia de la UF1, localizados al norte y noreste de la ciudad de Pamplona (Figura 5-2.19).

Figura 5-2.19. Ubicación del muestreo hidroquímico de la UF1



Fuente: Geodata, 2018

Las formaciones donde surgen los Diecinueve (19) puntos de agua estudiados están caracterizadas por litologías que van desde Areniscas de grano fino, lutitas, rocas calizas y conglomerados, dentro de los cuales es posible encontrar números minerales (feldespatos, carbonatos, silicatos entre otros) de fácil disolución por el flujo de las aguas que circulan en el subsuelo. Entre los elementos más importantes para la clasificación de las aguas que se pueden encontrar en estas litologías están: el Ca, Na, Mg, Al, K, Fe, Cl, SO4 y HCO3.

El flujo subsuperficial y subterráneo que atraviesa las formaciones geológicas conocidas como Aguardiente, Capacho, Tibú-Mercedes y algunos depósitos coluviales, es el que controla la hidrogeoquímica de los puntos de agua analizados, que en general están caracterizados por la presencia de niveles de calizas, que probablemente influencia la presencia de Ca y carbonatos.

En los análisis presentados en este capítulo se propone una clasificación mediante diferentes diagramas (Piper, Schoeller e Stiff), para los ocho (8) puntos que son representativos de los Diecinueve (19) caracterizados, lo cual permite definir una caracterización hidrogeoquímica inicial de la zona de estudio para el periodo noviembre/diciembre 2017.

La interacción agua-roca determina la disolución de minerales y la carga iónica del agua, que puede ser estudiada y clasificada con base en sus fases químicas, utilizando los mencionados diagramas geoquímicos de Piper, Shoeller y Stiff. Adicionalmente, se utiliza el método del Índice de Saturación (*saturation index*) el cual es útil para determinar si el agua se encuentra saturadas, insaturada, o sobresaturada con respecto a un mineral específico.

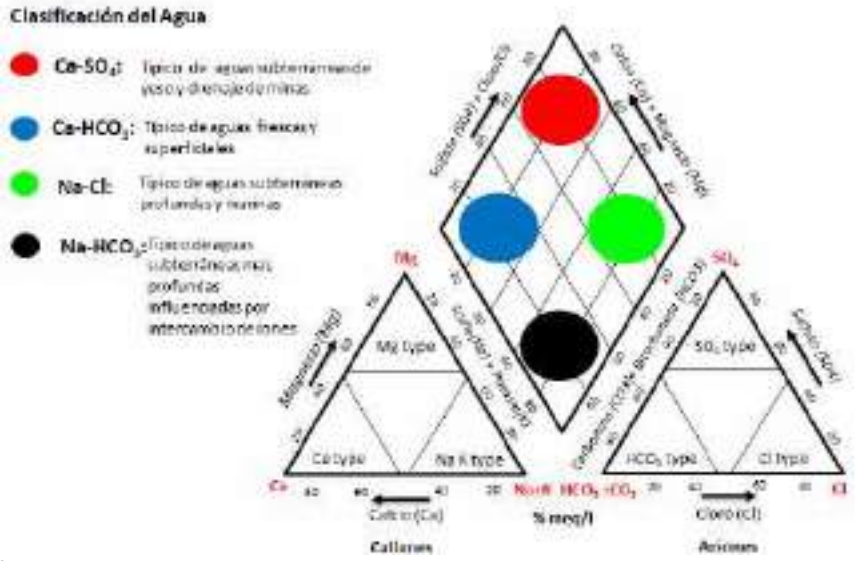
El diagrama de Piper está conformado por un rombo en cuyos extremos inferiores se localizan dos triángulos equiláteros, uno para los cationes y uno para los aniones. La concentración se expresa en meq/l. En los dos triángulos, la posición del punto se localiza teniendo en cuenta que cada lado se subdivide en 100 partes. En el esquema (rombo), el punto representativo de todo el análisis se sitúa en la intersección de la recta paralela al lado Mg2+ (pasando por el punto representativo de los cationes), con aquella paralela al lado SO42- (pasando por el punto representativo de los aniones). Como se muestra en la Figura 5-2.20 se representan las características hidrogeoquímicas de los puntos de agua según su posición espacial dentro del rombo superior.

El diagrama de Shoeller se compone de 7 escalas verticales logarítmicas, equidistantes entre sí, que representan la concentración de los aniones principales (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}++K^{+}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, $HCO3^{-}$, NO^{3-}), más uno extra, en este caso relacionado con los STD (solidos totales disueltos) expresados en meq/l. La ventaja de este gráfico es que a diferencia del diagrama de Piper, se conservan los valores absolutos de la concentración de los iones individuales. Esto permite distinguir el agua de baja mineralización de aquella más mineralizada. La pendiente de cada segmento que une los puntos representativos de dos iones diferentes representa la relación característica entre los iones mismos; por lo tanto, relaciones iguales implican la existencia de segmentos paralelos o sub paralelos, mientras que segmentos con pendientes diferentes o invertidas indican que el agua tiene características hidrogeoquímicas diferentes.

El diagrama de Stiff está constituido por el diseño en meq/L, de tres o más aniones y cationes, los cuales pueden ser trazados para evaluar los cambios de la calidad del agua, en un lugar durante el tiempo: También pueden ser útiles para evaluar el cambio de la calidad del agua que fluye a través de una unidad geológica diferente, o para evaluar diferentes condiciones geoquímicas del subsuelo.

Estos tres tipos de representación de las ocho fuentes estudiadas son útiles para clasificar el agua con base en sus componentes principales. En la Figura 5-2.20 se describen los tipos de aguas que se pueden discriminar según el diagrama de Piper.

Figura 5-2.20. Clasificación química de los tipos de agua en el diagrama de Piper.

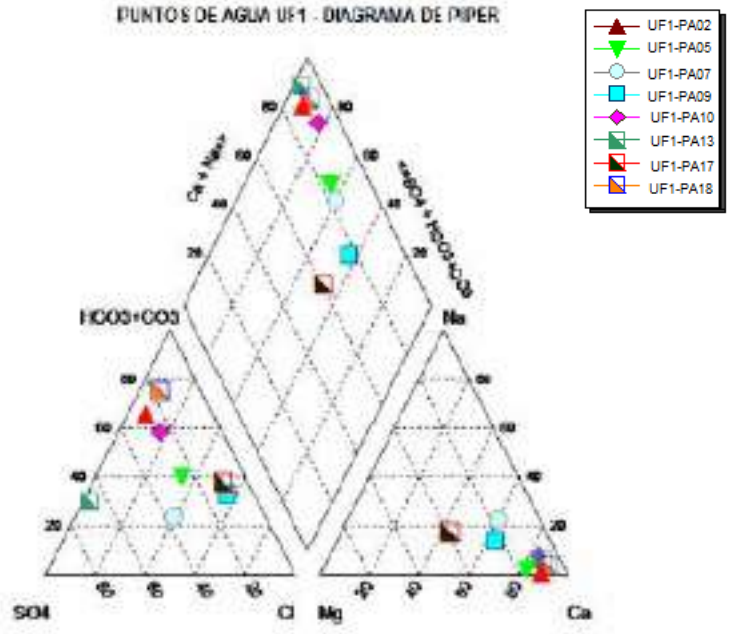


Fuente: Geodata, 2018

La Figura 5-2.21 muestra los resultados de los análisis de las ocho fuentes disponibles, de las cuales resultan claramente dos facies dominantes: Ca-Mg-SO4 y Ca-Mg-HCO3-Cl. Esta clasificación según la distinción mostrada en la Figura 5-2.20, indicarían aguas que de una parte provienen de recargas subsuperficiales, influenciadas por la degradación de minerales del yeso, y por otra parte demuestran una tendencia de aguas subterráneas un poco más profundas pero que se ven influenciadas por aguas ricas en Ca.

Para simplificar la clasificación grafica de los puntos de agua, estos han sido muestreados en dos zonas del área de la UF-1, las muestras que se tomaron cerca a la traza del túnel y las muestras a cielo abierto. El primer caso corresponde a los puntos de agua ubicados cerca al túnel (UF1-P02, UF1-P05, UF1-P07, UF1-P09, UF1-P10), mientras que el segundo grupo, se representa por los cuadrados con la división a dos colores (UF1-P13, UF1-P17, UF1-P18). Las bajas concentraciones de Cl influencian el comportamiento espacial dentro del gráfico, de hecho, todas las muestras resultaron con concentraciones menores a 5mg/L. esta característica es típica de aguas que ha tenido un tiempo de circulación relativamente breve.

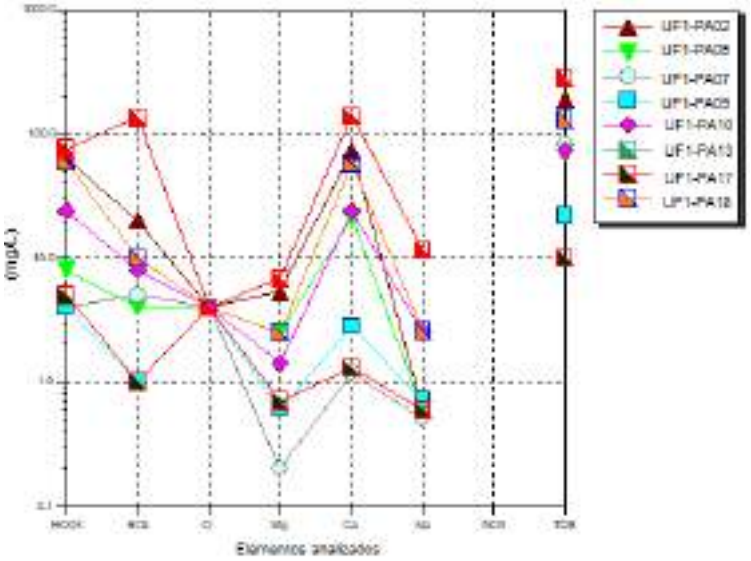
Figura 5-2.21. Diagrama de Piper para las ocho fuentes de agua analizadas



Fuente: Geodata, 2018

En la Figura 5-2.22 se muestra el diagrama de Shoeller para las ocho fuentes de agua analizadas, se puede observar como la mayor parte de las muestras presentan una gran variabilidad en la concentración del Ca, Na, HCO_3 y SO_4 y Mg. Se evidencia también las concentraciones bajas de Cl, que indicarían una relativa corta circulación y aguas subsuperficiales.

Figura 5-2.22. Diagrama de shoeller para las ocho fuentes de agua analizadas



Fuente: Geodata, 2018

Los puntos de agua observados en la zona del túnel (UF1-PA02, UF1-PA05, UF1-PA07, UF1-PA09, UF1-PA10), presentan una gran variedad de concentraciones en casi todos los elementos descritos, indicando una circulación muy variable influenciada por flujos que podría representar recorridos a lo largo de las formaciones geológicas presentes (Ortoneis, Fm Girón, Fm Aguardiente, Fm Tibú-Mercedes, Fm Capachos, depósitos cuaternarios), así como a través de las fracturas, fallas y posibles elementos estructurales que permiten una rápida mezcla entre diferentes acuíferos.

La nula concentración del NO_3 expuesta en la Figura 5-2.22, indica que las ocho fuentes no han sido afectadas por contaminación antrópica, pues la mayor de las concentraciones calculada no supera valores de 5.0 mg/L, la cual respeta los valores límites propuestos por la comunidad Europea para las aguas de consumo humano (Directiva 2000/60/EU). En contraposición a este comportamiento las concentraciones observadas de los SO_4 (de 1 a 108 mg/L) y del Ca (de 1.2 a 140 mg/L), indicarían que la diversidad hidrogeoquímica puede ser causada por minerales asociados a los sulfatos del Ca presente dentro las formaciones aflorantes.

En la Tabla 5-2.6 se exponen los valores de STD (Sólidos Totales Disueltos) calculados para los puntos de agua analizados, la mayoría de las muestras demuestran concentraciones menores a 280 mg/l. Según los limites propuestos por la comunidad europea (Directiva 2000/60/EU), los valores de STD inferiores a 50 mg/l corresponde a aguas poco mineralizadas, mientras que valores de STD comprendido entre 50 y 500 mg/l corresponden a aguas minerales. Adoptando esta clasificación resulta que seis de las ocho muestras son aguas minerales y los dos restantes corresponderían con agua poco mineralizadas.

- **Facies hidrogeoquímicas**

De los resultados obtenidos y una vez analizadas las facies hidrogeoquímicas de los puntos de agua se puede decir que los aniones que controlan principalmente las aguas dentro de los acuíferos pertenecen a Ca-Mg-HCO_3 y Ca-HCO_3 con algunas variaciones hacia el Mg y los SO4 (ver Tabla 5-2.9.).

Tabla 5-2.9. Facies hidrogeoquímicas de los puntos de agua analizados.

Puntos de Agua	Facies hidrogeoquímica
UF1-PA02	Ca-HCO3
UF1-PA05	Ca-Mg
UF1-PA07	Ca-Cl-SO4-HCO3
UF1-PA09	Ca-Mg-Cl-HCO3
UF1-PA10	Ca-HCO3
UF1-PA13	Ca-SO4
UF1-PA17	Ca-Mg-Cl-HCO3
UF1-PA18	Ca-HCO3

Fuente: Geodata, 2018

Para poder establecer variaciones temporales se hace necesario un muestreo temporal, que permita analizar el comportamiento de las facies durante periodos lluviosos y secos y

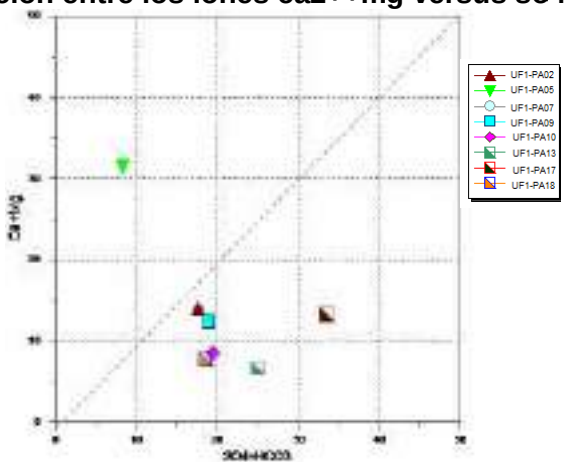
así poder corroborar posibles variaciones hidrogeoquímicas dentro de los acuíferos. En este estudio se evidencia únicamente una caracterización puntual relacionada específicamente con las condiciones del acuífero durante el periodo de muestreo, realizado durante los meses de noviembre a diciembre de 2017.

Para las muestras tomadas cercanas a la traza del túnel (UF1-PA02, UF1-PA05, UF1-PA07, UF1-PA09, UF1-PA10) se esperaría una mineralización mayor a los puntos de agua muestreados a cielo abierto. Esta característica validaría la hipótesis anteriormente propuesta; que el flujo subsuperficial y subterráneo está influenciado por recorridos que contribuyen no solo a crear una variedad hidrogeoquímica, sino que probablemente las condiciones estructurales de esta zona de estudio (fallas presentes), podrían generar un mayor y más rápido flujo y directamente una mezcla de diferentes circuitos subterráneos.

Algunas correlaciones estequiometrias entre los iones de los Cl con el Na, pueden ser útiles para definir si existe o no una correlación estequiometria. Si la correlación Na/Cl es mayor que 1, el origen del Na se debe a la degradación de los silicatos (Meybeck, 1987), si en cambio la relación Na/Cl está por debajo de la línea de correlación, entonces el Cl puede tener origen diferente a la degradación de los silicatos, probablemente de elementos con Cl, probablemente del Yeso presente en venas dentro de los niveles arenosos/arcillosos existentes en la Fm Aguardiente, Tibú-Mercedes y Capachos. Debido a las bajas concentraciones de Cl medidas en todas las ocho muestras, no se pueden establecer una correlación valida.

En la Figura 5-2.23, se representa la relación entre la suma de los cationes del Ca + Mg, versus la suma de los aniones del SO_4+HCO_3 en términos de meq/l, la cual permite validar los procesos de degradación que están actuando en los puntos de agua al momento del muestreo. Es posible evidenciar que siete de las ocho muestras caen por debajo de la línea de correlación 1:1, indicando que el fenómeno dominante es la degradación de los silicatos, siendo más importante que la los carbonatos. Solo en la muestra UF1-PA05, es la degradación de los carbonatos el factor principal de la degradación.

Figura 5-2.23. Correlación entre los iones ca2++mg versus so42-+hco3 en meq/l.

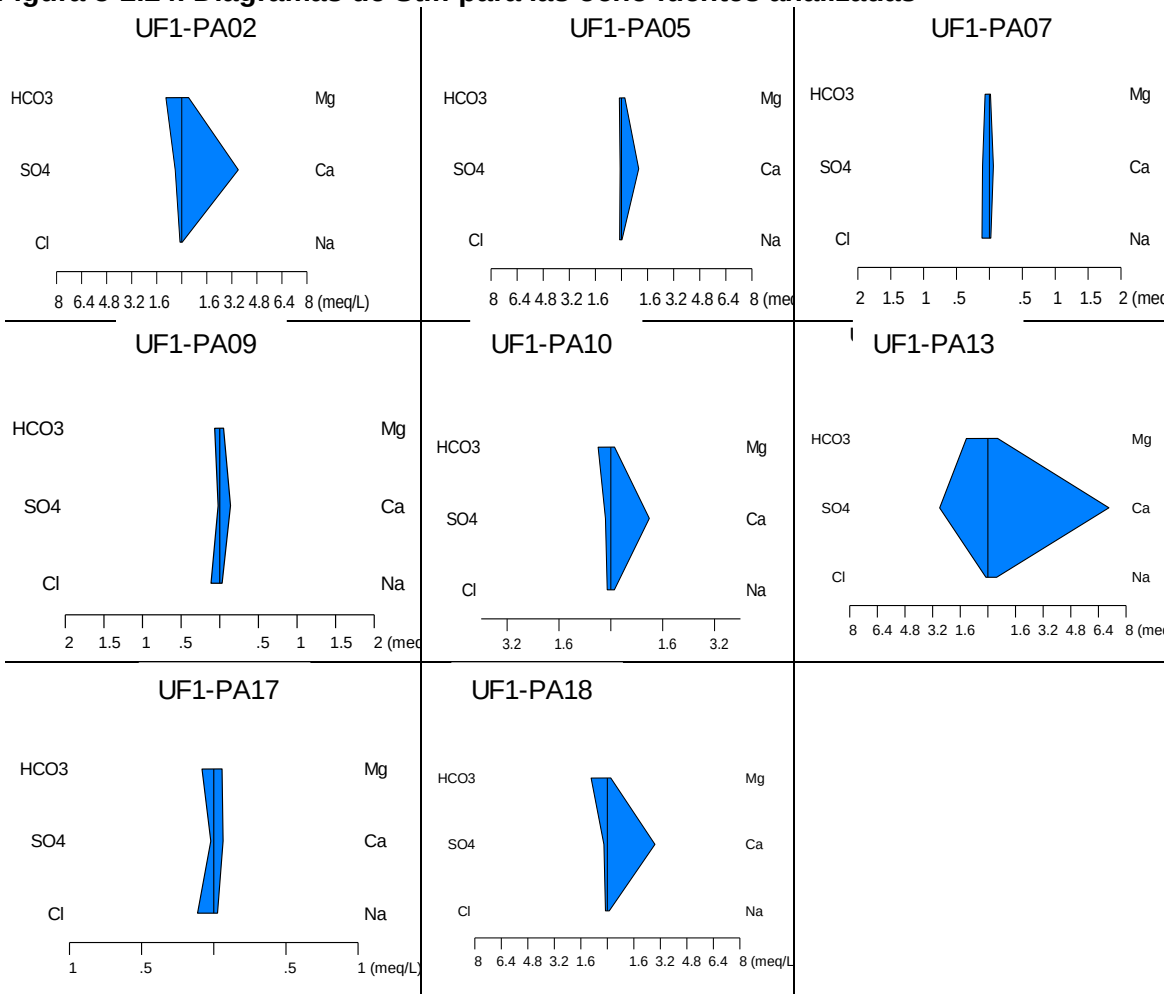


Fuente: Geodata, 2018

Este desbalance hacia el sector SO_4^{2-}+HCO_3 podría deberse a minerales ricos en sulfatos y en iones CO3 y a la disolución del yeso (CaSO4), o también a la disolución de las plagioclasas y de los anfíboles, minerales presentes en las formaciones aflorantes en el área. Otro factor que puede validar la disolución dominante de los silicatos es el hecho que los valores de TDS son menores a 500mg/L.

Por último, en la Figura 5-2.24, se muestran los gráficos representativos para cada una de las ocho fuentes analizadas según el método de Stiff. Este método permite establecer fácilmente correlaciones gráficas, y de este modo crear grupos hidrogeoquímicos. De hecho, los puntos de agua UF1-P02, UF1-P05, UF1-P10, UF1-P13 y UF1-P18 parecerían perteneces a un grupo específico, mientras el resto de los puntos presentan una geometría diferente que permitiría ponerlas en otro grupo. Este método de discriminación es útil para representar geográficamente las características hidrogeoquímicas de las fuentes, pues permite clasificar en un mapa geometrías rápidamente diferenciables y fáciles de entender.

Figura 5-2.24. Diagramas de Stiff para las ocho fuentes analizadas



Fuente: Geodata, 2018

Además de los tres métodos antes presentados, de manera solamente indicativa se menciona el índice de saturación, el cual permite definir si las muestras presentan una sobre-saturación, o están insaturados, respecto a los minerales para los cuales se han calculado (Anhidrita, Yeso, Dolomía, Calcita). Esto sirve para determinar los minerales que están influyendo principalmente en la formación de los iones en suspensión. Si los cálculos del índice de saturación demuestran un valor mayor a 1, seria probable la precipitación de uno de estos iones.

El hecho que todos los puntos de agua en este análisis preliminar de índice de saturación presentan valores negativos, menores a 0, puede tomarse a este nivel de estudio como un indicativo que las aguas no han tenido suficiente tiempo dentro del acuífero para reaccionar con este, y se pueden definir como inmaduras desde el punto de visita hidrogeoquímico. Esta característica es coherente con otros parámetros de los puntos de agua como la concentración de CL y el potencial redox, el cual indica condiciones oxidantes en todos los puntos de agua muestreados (Eh > a 0).

- **Muestreo de puntos aleatorios por isótopos.**

Por último, se realizó la prueba de isótopos Deuterio y Oxígeno 18, en seis puntos aleatorios (UF1-PA14, UF1-PA101, UF1-PA23, UF1-PA13, UF1-PA24, UF1-PA21). Los análisis realizados se muestran en los anexos de este capítulo y evidencian la existencia de cantidades “atmosféricas” de deuterio y oxigeno 18 demostrando el poco tiempo de residencia de las aguas. Al analizar respecto a la curva meteórica aplicable se encuentra que los valores son muy cercanos a los valores determinados para las condiciones atmosféricas de la región.

5.1.8.6 Modelo Hidrogeológico Conceptual UF1 (Túnel y Vía a Cielo Abierto)

5.1.8.6.1 Principales unidades geológicas y su comportamiento hidrogeológico

La mayoría de las formaciones geológicas presentes a lo largo del corredor vial en términos generales se pueden agrupar de la siguiente manera.

- **Sedimentos y rocas con porosidad primaria de limitado interés hidrogeológico:**

a) Corresponden a depósitos recientes no consolidados constituidos especialmente por coluviones dispersos en las laderas (Qc), algunos depósitos aluviales circunscritos especialmente en las zonas aledañas al cauce actual del río Pamplonita (Qal) y en menor proporción a depósitos de diferente origen (Qant, Qcd, Qft, Qt). La composición dominante de los depósitos cuaternarios más representativos en la zona de estudio (Qc/Qal), es variable, generalmente constituida por granulometrías gruesas, alguna de ellas embebidas en matriz compuesta por gran cantidad de arenas y gravas, arenas arcillosas y mezcla de finos. Su comportamiento hidrogeológico más probable corresponde a acuíferos libres, discontinuos y heterogéneos de muy limitada extensión, poco productivos, de porosidad primaria y permeabilidad de media a alta.

b) Formaciones geológicas consolidadas compuestas por secuencias de areniscas con intercalaciones menores de lutitas y limolitas (Kia, Jg, Tpb), con porosidad primaria y secundaria (doble porosidad), por lo que en términos generales la permeabilidad es baja a intermedia. Su comportamiento hidrogeológico más probable se relaciona con acuíferos semiconfinados de extensión regional y limitado interés hidrogeológico.

- **Rocas con porosidad secundaria de limitado interés hidrogeológico:**

a) Formaciones geológicas consolidadas con presencia importante de niveles de calizas e intercalaciones menores de lutitas y areniscas (Ksl y Kitm), con porosidad secundaria dada por fracturas y/o disolución (pseudocarst), por lo que la permeabilidad dominante es, en términos generales, intermedia, siendo su comportamiento hidrogeológico más probable el de acuíferos confinados a semiconfinados de poca extensión y productividad baja a moderada.

Rocas con porosidad secundaria y primaria sin interés hidrogeológico:

a) Formaciones geológicas consolidadas compuestas por rocas cristalinas (PDo) y rocas sedimentarias dominadas, estas últimas, por secuencias de lutitas con intercalaciones menores de calizas, limolitas y areniscas de grano fino (Ksc, Kic), por lo que la permeabilidad dominante es, en términos generales, baja a muy baja y principalmente de tipo secundario, siendo su comportamiento hidrogeológico más probable el de acuitados y/o acuícludos, con presencia eventual de flujos locales asociados a fracturas y disolución de las calizas.

En la mayor parte de la zona de influencia de la UF1 existe lo que podría llamarse un "acuífero superficial", fracturado, discontinuo y heterogéneo de limitado interés hidrogeológico; el cual contiene una napa libre, constituido por depósitos cuaternarios y de alteración del macizo rocoso.

En el Anexo 5.1.3.3, se presenta el mapa hidrogeológico del sector en el que se ilustra la distribución de las unidades geológicas, que para fines del presente trabajo han sido consideradas como complejos hidrogeológicos, se indican las direcciones preferenciales del flujo subsuperficial y subterráneo, así como las principales zonas de recarga y descarga identificadas en la zona de influencia del proyecto. La nomenclatura utilizada en el mapa hidrogeológico sigue las recomendaciones de la International *"International Association of Hydrogeologists_ (IAH)"*[3].

En la Tabla 5-2.10, se indican los principales complejos hidrogeológicos presentes en la zona de estudio, donde se indica, además, el intervalo de variación de la permeabilidad asignada a cada una de ellas a nivel regional.

[3] W.F. Struckmeier and J. Margat, IAH, 1995.

Tabla 5-2.10. Complejos hidrogeológicos UF1.

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPLEJOS HIDROGEOLÓGICOS				
SIMBOLO	**Unidad Geológica**	**DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA**	**DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA**	**"IAH" Mapa**
Qant	Depósitos antrópicos	Se trata de depósitos mayoritariamente arcillo-limosos con algunas gravas y bloques de roca de composición vairable (procedentes de la construcción de la vía) sobre suelos residuales que se situan a ambos lados de la vía existente. Sus espesores máximos reconocidos son del orden de 5 - 10 m.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m; B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qant
Qal	Depósitos aluviales	Acumulaciones de sedimentos poco consolidados y de poco espesor que se encuentran en el curso actual de los ríos y quebradas; principalmente en el río Pamplonita, conformados por cantos, gravas, arenas, limos y arcillas de composición variada.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qal
Qca	Depósitos coluvio aluviales	Ubicados dos depósitos coluvio-aluviales dentro del área de influencia de ésta unidad funcional. A lo largo de drenajes, formando un valle, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qca
Qc	Depósitos coluviales	Depósitos producto de desprendimientos del terreno asociados al sistema complejo de fallas de la zona, en un relieve de montañas,. Materiales sueltos de composición variable, de acuerdo al material parental. Depósitos de ladera de espesor variable, angulares,, que incluye depósitos de talud, y depósitos de derrumbe. Característica general de plasticidad media, con gran cantidad de arenas y gravas, arenas arcillosas y mezclas de finos.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m; B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qc
Qt	Depósitos de terraza	Sedimentos restinguidos a zonas aledañas del río Pamplona, conformado por bloques, gravas, arenas y arcillas, no consolidados, depósitados formando diferentes espesores en periodos actuales.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m; B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qt
Qft	Depósitos fluviotorrenciales	Depósitos de gravas, cantos y bloques en matriz limo-arcillosa, matriz soportados, de mediana a pobremente consolidados.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m; B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qft
Qcd	Depósitos cono de deyección	Mezcla de gravas, cantos y bloques decimétricos o métricos en matriz de fracción fina, matrizsoportado. Posible presencia de nivel freático de carácter estacional.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero libre. Porosidad dominante: primaria, la cual puede variar de acuerdo con la composición granulométrica de la matriz y verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Conformado por depósitos cuaternarios no consolidados con el potencial de formar acuíferos de extensión local de baja productividad. capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m; B= 463 a 1132 m; K= 2 a 13 m/d; T= 25 a 350 m2/d; S= 5.0 x10-4 a 1.8 x10-3	Qcd
Tpb	Formación Barco	Paleoceno Inferior.Conformada por intercalaciones de arenisca, shale y arcillolita.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuifero semiconfinadode baja productiviad. Porosidad dominante: primaria, la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Con posibilidad de flujos locales asociados a niveles de arenisca. capacidad específica promedio menor de 0.05 l/s/m.	Tpb
Kscm	Formación Colon-Mito Juan	Campaniano-Maastrichtiano. Lutitas gris oscuro a verdoso fragmentadas, con capas de limolitas con meteorización moderada.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuicludo a Acuitardo. Porosidad dominante: secundaria, la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Son complejo de rocas sedimentarias que tienen el potencial de almacenar agua por fracturación, de productividad muy baja. Capacidad específica promedio menor de 0.05 l/s/m.	Kscm

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPLEJOS HIDROGEOLÓGICOS

SIMBOLO	Unidad Geológica	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA	"IAH" Mapa
K2l	Formación la Luna	Turoniano-Santoniano. Capas centimétricas de calizas y lutitas, con moderada meteorización, de color gris oscuro a claro para las calizas; y las lutitas de gris oscuro a negro, con presencia esporádica de nódulos calcáreos y algunas capas delgadas de chert.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuífero confinado a semiconfinado. Porosidad dominante: secundaria por fracturación/disolución (pseudokarts). Esta porosidad puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Sistemas acuíferos discontínuos de extensión local, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas cretácicas, consolidadas de ambiente marino, de productividad moderada. capacidad especifica promedio mayor de 5,0 l/s/m	Ksl
Kic	Formación Capacho	Albiano Superior-Turoniano. Compuesto principalmente de lutitas gris oscuro o negro con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris. El área de esta unidad aflorante en la UF1, se encuentra cubierta en gran mayoría por depósitos coluviales.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuitardo. Porosidad dominante: secundaria, la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Son complejo de rocas sedimentarias que tienen el potencial de almacenar agua por fracturación y/o disolución (pseudokarts) , de muy baja productividad. Eventual presencia de flujos locales asociados a fracturas y disolución de las calizas. capacidad especifica promedio menor de 0.05 l/s/m.	Kic
Kia	Formación Aguardiente	Albiano Inferior y Medio. Arenisca clara y dura (competente) con algunas capas de limolitas, y meteorización baja. Hacia la zona del túnel Pamplona la unidad se observó litológicamente con predominancia arenosa, con areniscas silíceas blancas a grises muy bien cementadas de grano fino a grueso y localmente conglomeráticas, en capas medias (20 a 60 cm) a gruesas (60 cm a 2 m) y localmente muy gruesas (>2 m) con estratificación plano paralela, de alta competencia. Localmente puede presentar capas de areniscas friables y contenidos de pirita. Se considera que las areniscas representan más del 75% y el 25% restante corresponde a lutitas grises con mayor incidencia en el techo de la formación.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuífero semiconfinado. Porosidad dominante: primaria y secundaria por fracturación. Esta doble porosidad puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Son sistemas acuíferos discontínuos de extensión regional, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias clásticas de edades cretácicas depositadas en ambientes marinos. capacidad especifica promedio menor de 0.05 l/s/m.	Kia
Kitm	Formación Tibu-Mercedes	Albiano Superior-Albiano Inferior. Calizas grises fosilíferas y arenosas, con lutitas gris oscuras y algunas intercalaciones de areniscas claras. Esta unidad presenta dentro del área de influencia de la UF1 capas de lodolitas calcáreas, limosas, grises, areniscas grises y calizas grises, en capas planas a lenticulares. La parte superior está conformada por areniscas cuarzosas, grises, grano fino, en capas delgadas y medianas, con intercalaciones de lodolitas gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, que son más predominantes hacia el techo de la unidad, siguiendo el tren estructural de la secuencia cretácica.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuífero semiconfinado. Porosidad dominante: secundaria por fracturación/disolución (pseudokarts), la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Son sistemas acuíferos discontínuos de extensión regional, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas-clásticas de edades cretácicas depositadas en ambientes marinos. capacidad especifica promedio mayor de 5,0 l/s/m	Kit
Jg	Formación Girón	Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Se presentan conglomerados matriz soportados con una diferencia de partículas que conforman el armazón, de color rojizo a violeta, se encuentra generando una morfología abrupta de alta montaña. La unidad sigue paralela al sistema de fallas de Pamplona y Chitaga y es altamente fracturada. La matriz es de arenita de cuarzo (con proporciones menores de plagioclasas y líticos), media, bien seleccionada, subredondeados. El armazón está compuesto por guijos y cantos subredondeados de arenitas de cuarzo fino, con buena selección, subangular, de color violeta, y en proporciones menores guijos y cantos subredondeados de rocas ígneas y cuarzo lechoso.	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuífero semiconfinado. Porosidad dominante: primaria, la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Sistema de acuíferos discontínuos de extensión regional de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias clásticas. capacidad especifica entre 0,05 y 1 l/s/m	Jg
Pdo	Ortoneis	Neis cuarzomonzonítico y granodiorítico (origen ígneo). Dentro de la UF1 esta unidad se encuentra aflorando en una pequeña parte del extremo occidental, donde se evidenció saprolito de la misma, específicamente de color rosáceo, con abundante feldespato potásico transformándose a caolinita, observándose además mica moscovita y cuarzo. La unidad se encuentra ampliamente fracturada y muy meteorizada, dando lugar a suelos arcillosos de color amarillento	Comportamiento hidrogeológico más probable: Acuicludo. Porosidad dominante: secundaria por fracturación, la cual puede verse incrementada en presencia de meteorización y/o discontinuidades importantes. Corresponde a rocas graníticas que tienen el potencial de almacenar agua por fracturación, de muy baja productividad. capacidad especifica promedio menor de 0.05 l/s/m.	Pdo

Fuente: Geodata con base en la geología del proyecto, 2018

5.1.8.6.2 Principales zonas de recarga y descarga

Las principales áreas de recarga se identifican con zonas donde afloran las unidades con mayor potencial de infiltración, incluidos depósitos cuaternarios de cualquier tipo, zonas de mayor influencia tectónica caracterizadas por discontinuidades persistentes, zonas con pendientes moderadas y continuas, zonas con vegetación arbustiva, así como zonas donde la precipitación es mayor. La zona interceptada por el trazado vial se caracteriza a nivel regional por presentar, en términos generales, zonas con mayor capacidad de recarga ubicadas hacia la parte alta, especialmente hacia el sector de la montaña conocida como Cristo Rey, y zonas con mayor capacidad de descarga ubicada en la parte baja de las cuencas, en particular hacia el valle inferior del río Pamplonita (ver mapa hidrogeológico en Anexo 5.1.3.3).

En términos generales, las zonas donde se da el proceso de recarga, en mayor o menor grado, de acuerdo con su espesor y permeabilidad retienen el agua de lluvia permitiendo su infiltración en profundidad, para posteriormente drenarla de forma natural en el área de descarga representada especialmente por las laderas bajas del río pamplonita. Otras áreas de descarga natural menos significativas la constituyen los pequeños valles Intermontanos de las quebradas presentes en la zona, todas ellas tributarias del río Pamplonita, siendo la más representativa de ellas la Qda San Antonio, la cual recoge gran parte de las aguas subsuperficial y subterráneas que provienen del sector de Cristo Rey. Otro medio de descarga natural lo constituyen los distintos puntos presentes en la región e identificados durante el inventario (ver mapa hidrogeológico).

La principal área de recarga se ubica en la parte alta de la montaña conocida como conocida como Cristo Rey; sector donde se emplaza el túnel Pamplona. Esta zona se encuentra bisectada por una falla geológica regional que corre en dirección dominante E-W y constituye el elemento estructural más importante desde el punto de vista hidrogeológico de la zona de estudio, dado que no solamente facilita la infiltración por la depresión intermontana creada, sino que además direcciona los flujos principales en la misma dirección. Este elemento estructural a la vez que condiciona los flujos subsuperficiales y subterráneos en dirección paralela a su rumbo, al parecer actúa como barrera hidrogeológica en dirección transversa (N-S).

5.1.8.6.3 Dirección preferencial del flujo subsuperficial y subterráneo

De acuerdo con el análisis de los datos provenientes del inventario presentados en este informe, es de esperar en la zona de influencia del corredor vial una circulación poco profunda y rápida tanto del agua subsuperficial como del agua subterránea.

En consecuencia, se espera que en las zonas donde predominan las unidades geológicas dominadas por lutitas con intercalaciones de calizas, limolitas y areniscas de grano fino (Kic, Kscm, Kic y Pdo), caracterizadas por presentar permeabilidades bajas a muy bajas; la dirección dominante del flujo subsuperficial y subterráneo siga el contacto entre los depósitos cuaternarios y el basamento rocoso menos alteradas, influenciado por las pendientes moderadas de las laderas del terreno que drenan hacia los valles de los principales cursos de agua superficiales antes mencionados. Mientras que en los sectores

donde predominan las unidades geológicas más permeables y fracturadas (Tpb, Kia, Kit, Jg); es de esperar que gran parte del flujo subsuperficial y subterráneo penetre al interior de las capas de areniscas, conglomerados, calizas y siga las direcciones del buzamiento de las principales discontinuidades presentes en las mismas (ver mapa hidrogeológico en Anexo 5.1.3.3).

En relación con la circulación intermedia o mixta relacionada probablemente con algunos puntos de agua que presentan mayores conductividades y considerando el marco geológico y estructural reportado en el informe geológico, es de esperar que en las zonas de mayor fracturación, representadas por fallas y diaclasas maestras, presentes potencialmente en el macizo rocoso subyacente (muchas de ellas cubiertas por depósitos recientes), tengan lugar infiltraciones localizadas que seguirán en profundidad la posición dominante de estas discontinuidades geológicas, en dirección preferencial hacia los principales cursos de agua superficiales y cuencas superficiales vecinas que se encuentren conectadas a través de fallas, como las indicadas en el mapa geológico del sector, las cuales para efectos del presente estudio han sido consideradas como potenciales conexiones hidráulicas entre los acuíferos superficiales y aquellos más profundos. Finalmente, una vez ocurrida la saturación de la cobertura cuaternaria de los macizos rocosos, es de esperar que el flujo comience un proceso de escorrentía superficial, siguiendo la topografía dominante hasta integrarse con el sistema de drenaje.

Existen por lo menos cinco (5) fallas geológicas regionales de rumbo preferencial N-S (algunas de ellas inferidas), que segmentan la zona de estudio en por lo menos seis partes. Estas fallas regionales tienen el potencial de condicionar las direcciones de flujo subsuperficial y subterráneo a lo largo de su traza facilitando la interconexión de la zona de estudio con la zona de alta montaña ubicada más al norte.

Los análisis de los datos obtenidos durante el inventario en la mayoría de los puntos censados permiten prever una circulación dominante de carácter subsuperficial y rápida en la zona de influencia de la UF1. Con una menor incidencia de flujos mixtos o intermedios.

5.1.8.6.4 Dinámica del flujo de agua subsuperficial y subterránea

Se describe cada punto de agua censado en la zona de estudio de la UF1, tanto para el túnel como para la vía a cielo abierto. Esta descripción constituye un modelo hidrogeológico local o de detalle por cada punto censado, en el que se tienen en cuenta aspectos geológicos, geomorfológicos, estructurales, fisicoquímicos, investigaciones (tomografías eléctricas, sondeos mecánicos, piezómetros) y de cobertura vegetal para definir el punto de surgencia. La mayoría de estos aspectos se consignan en los respectivos formatos Funias y se analizan y describen en el Anexo 5.1.3.2, al cual se remite.

En capítulos sucesivos se complementa la descripción de modelo hidrogeológico conceptual para el túnel Pamplona, ver específicamente análisis de los puntos de agua censados.

5.1.8.7 Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la contaminación

Para el objeto del presente proyecto, es preciso realizar un análisis de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de las unidades acuíferas identificadas y descritas. La evaluación de la vulnerabilidad de estas unidades permite establecer el grado de defensa natural del acuífero ante la potencial alteración de la calidad del agua subsuperficial y subterránea, basándose en la determinación de las propiedades físicas del medio no saturado, que lo convierten en una herramienta de protección del recurso.

Con la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación antrópica, se establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subsuperficial y subterránea, mediante infiltración a través del suelo y la zona no saturada. Foster (1987), dice que la definición más confiable de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos es “la medida del grado de inaccesibilidad de los contaminantes a través de la zona no saturada de un acuífero y el grado de atenuación a la contaminación que posean las capas de ésta zona, como resultado de retención y/o reacción físico – química”.

La utilidad del mapa de vulnerabilidad a la contaminación, lo determina la escala de trabajo y la cantidad y calidad de la información. Existen varias metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación y su aplicación depende principalmente de la escala de presentación y de la información existente. Para el presente proyecto, se tuvo en cuenta la propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial del 2010, en la cual se presentan las descripciones de las principales metodologías, su utilidad y limitaciones. Las metodologías en general califican la vulnerabilidad a la contaminación mediante una escala cualitativa que generalmente va desde una vulnerabilidad muy baja o despreciable, hasta vulnerabilidad extrema. En la Tabla 5-2.11, se pueden observar las definiciones prácticas de las categorías de vulnerabilidad según el documento del Banco Mundial, 2007.

Para la presente investigación se desarrolla el método GOD, un método de puntuación en los que cada parámetro está dividido en clases a las cuales se atribuye un valor específico. A continuación, se explica en detalle la metodología GOD que se aplicará.

Tabla 5-2.11 Definición de clases de Vulnerabilidad a la Contaminación de Acuíferos

CLASE DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
EXTREMA	Vulnerable a la mayoría de los contaminantes con impacto rápido en muchos escenarios de contaminación
ALTA	Vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados en muchos escenarios de contaminación.
MODERADA	Vulnerable a algunos contaminantes sólo cuando son continuamente descargados o lixiviados.
BAJA	Sólo vulnerable a contaminantes conservativos cuando son descargados o lixiviados en forma amplia y continua durante largos periodos de tiempo
DESPRECIABLE	Presencia de capas confinantes en las que el flujo vertical (percolación) es insignificante.

Fuente: Banco Mundial, 2007. Protección de la Calidad del Agua Subterránea guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales Guía Técnica parte B.

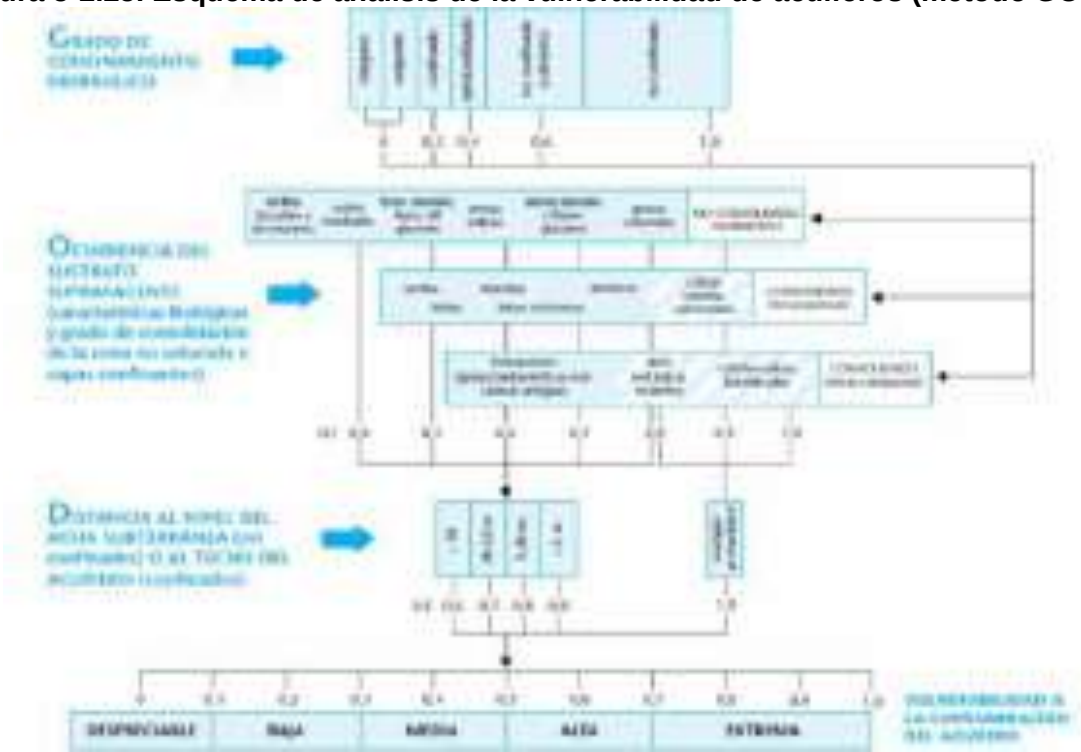
5.1.8.7.1 Metodología GOD

En Colombia según el nivel de información hidrogeológica se ha empleado el método GOD (Foster, 1987), recomendado para áreas con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de estos. Este método considera tres parámetros de evaluación: "G" para la ocurrencia del agua subsuperficial y subterránea, "O" para la condición del substrato litológico (zona no saturada) y "D" para la profundidad del agua subsuperficial y subterránea.

La metodología GOD da un puntaje a cada variable de acuerdo con la capacidad de atenuación del suelo. Una vez valorado cada parámetro se calcula el índice de vulnerabilidad total multiplicando los valores asignados a cada parámetro, obteniéndose valores de 0 a 1, donde un índice cero "0" indica una vulnerabilidad despreciable y el índice "1" revela vulnerabilidad extrema a la contaminación (Ver Tabla 5-2.11).

Los suelos tienen un papel muy importante en la valoración de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, ya que dependiendo de sus características texturales (arcillas no expansivas o expansivas, franco, franco arcillosos a franco arenoso, arenas o gravas) y su contenido de materia orgánica, son susceptibles a la lixiviación o transporte de contaminantes. El grado de susceptibilidad de los suelos a la lixiviación de contaminantes aumenta de suelos conformados por arcillas no expansivas (menor susceptibilidad) a los suelos constituidos por gravas (mayor susceptibilidad).

Figura 5-2.25. Esquema de análisis de la vulnerabilidad de acuíferos (método GOD).



Fuente: Foster et al., 2002; Foster, 1987, modificada Min. Ambiente 2010.

La vulnerabilidad intrínseca se representa mediante un mapa temático que muestra cualitativa o cuantitativamente ciertas características de un ambiente subsuperficial, que hace susceptible de contaminación al agua subsuperficial y subterránea.

Los mapas de vulnerabilidad son útiles como herramienta de planificación, de ordenamiento territorial, de gestión del presupuesto y de educación a la comunidad. Además, permiten identificar áreas susceptibles de transporte de contaminantes, definir zonas de protección, diseñar redes de monitoreo y definir acciones en caso de emergencia hídrica.

A continuación se muestra la Metodología GOD desarrollada por Foster (1987) para evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los acuíferos.

5.1.8.7.1 Grado Confinamiento Hidráulico (G)

Se refiere a la condición de confinamiento del acuífero y establece las siguientes categorías: no confinado, no confinado-cubierto, semiconfinado, confinado y sin presencia de acuífero. La condición de confinamiento de los acuíferos es una función que interviene directamente en la vulnerabilidad natural del agua subsuperficial y subterránea ante una contaminación potencial, ya que en general en acuíferos confinados o cautivos con un espesor considerable de capa confinante, el acceso de contaminantes es más restringido.

La valoración de este parámetro tiene como soporte principal el Mapa Hidrogeológico del área de estudio y la información litológica disponible para algunos pozos y piezómetros del área, como también información de sondeos eléctricos verticales y estudios de suelos. En particular la información aportada por 33 perforaciones realizadas tanto para la vía a cielo abierto como para el túnel (ver Anexo 5.1.3.6).

Teniendo en cuenta las condiciones litológicas más someras, dominantes en el área de influencia de la UF1, puestas en evidencia por las perforaciones mecánicas realizadas, se dan valores a las unidades hidrogeológicas en la Tabla 5-2.12 presentada a continuación.

Tabla 5-2.12 Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas según grado de confinamiento.

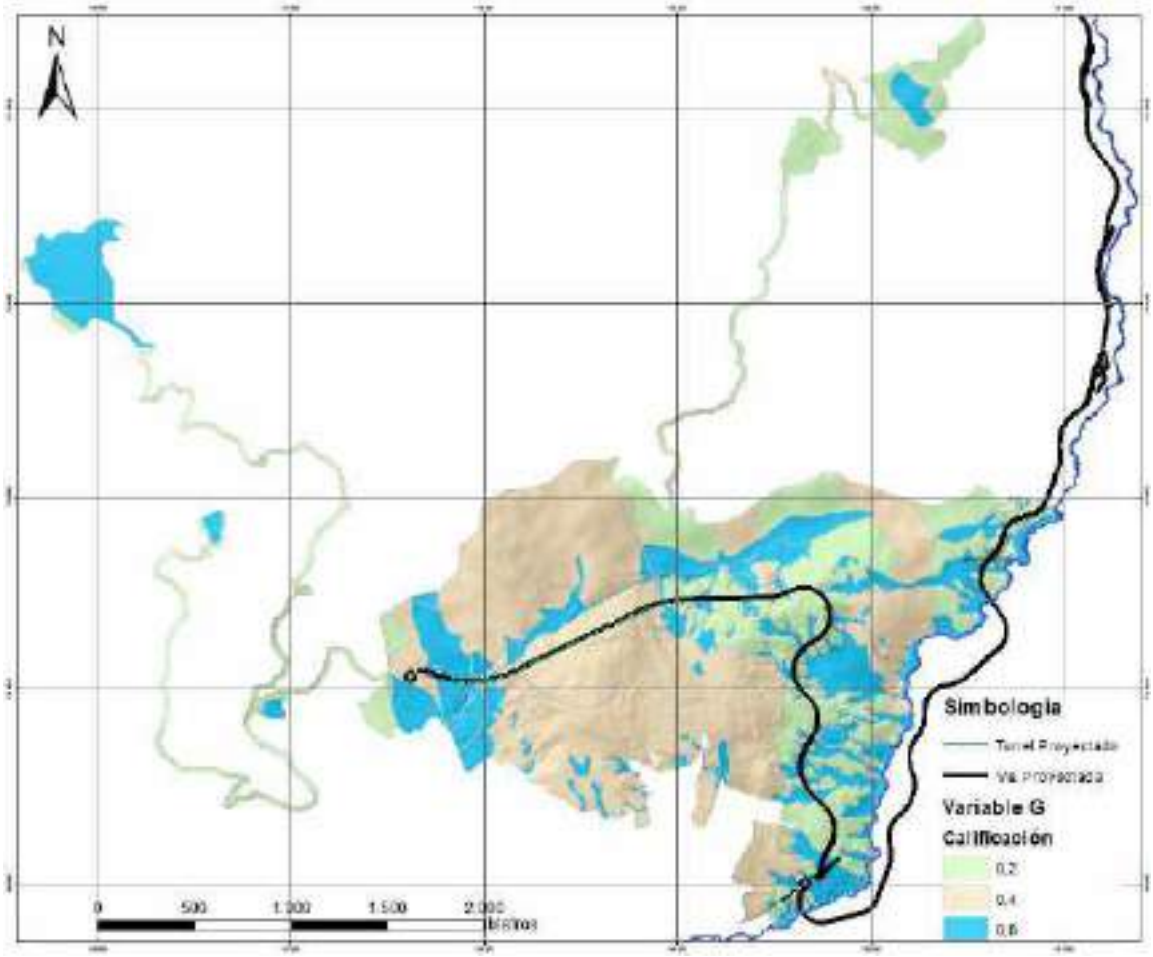
Nombre Unidad Hidrogeológica	Nomenclatura	Valor asignado
Acuífero Cuaternario	Qant	0,8
	Qal	0,8
	Qca	0,8
	Qc	0,8
	Qt	0,8
	Qft	0,8
	Qcd	0,8
Acuífero Barco	Tpb	0,4
Acuiclúdo Colón - Mito Juan	Kscm	0,2
Acuífero La Luna	Ksl	0,4

Nombre Unidad Hidrogeológica	Nomenclatura	Valor asignado
Acuitardo Capacho	Kic	0,2
Acuífero Aguardiente	Kia	0,4
Acuífero Tibú-Mercedes	Kitm	0,4
Acuífero Girón	Jg	0,4
Acuiclúdo Ortoneis	Jg	0,2

Fuente: Geodata, 2018

Es clara la presencia dominante de un acuífero no confinado consistente en lentes discontinuos que por su limitada capacidad de almacenamiento debida a aspectos geomorfológicos se convierte mayoritariamente en zonas de flujos subsuperficiales, localizados en correspondencia con los depósitos cuaternarios que sirven de cobertura al basamento rocoso conformado por las principales unidades geológicas presentes en la zona de estudio.

Figura 5-2.26. Distribución geográfica del parámetro G.



Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.7.2 Ocurrencia del Sustrato Suprayacente (O)

Este parámetro incluye una caracterización global de la zona que suprayace al acuífero, en cuanto a la naturaleza litológica y al grado de consolidación y fracturamiento de la roca. La importancia de la zona no saturada en la evaluación de la vulnerabilidad radica en su potencial para la intercepción, sorción y eliminación de bacterias y virus patógenos; para la atenuación de minerales pesados y químicos orgánicos a través de precipitación (como carbonatos, sulfatos e hidróxidos); para la sorción e intercambio catiónico y para la sorción y biodegradación de algunos compuestos orgánicos de origen natural o sintético. Sin embargo la zona no saturada puede en ocasiones actuar sólo como un retardante del efecto contaminante, cuando se enfrenta a contaminantes móviles y persistentes.

Las características litológicas de la zona no saturada en la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos pueden dar indicios de la condición de confinamiento de los acuíferos.

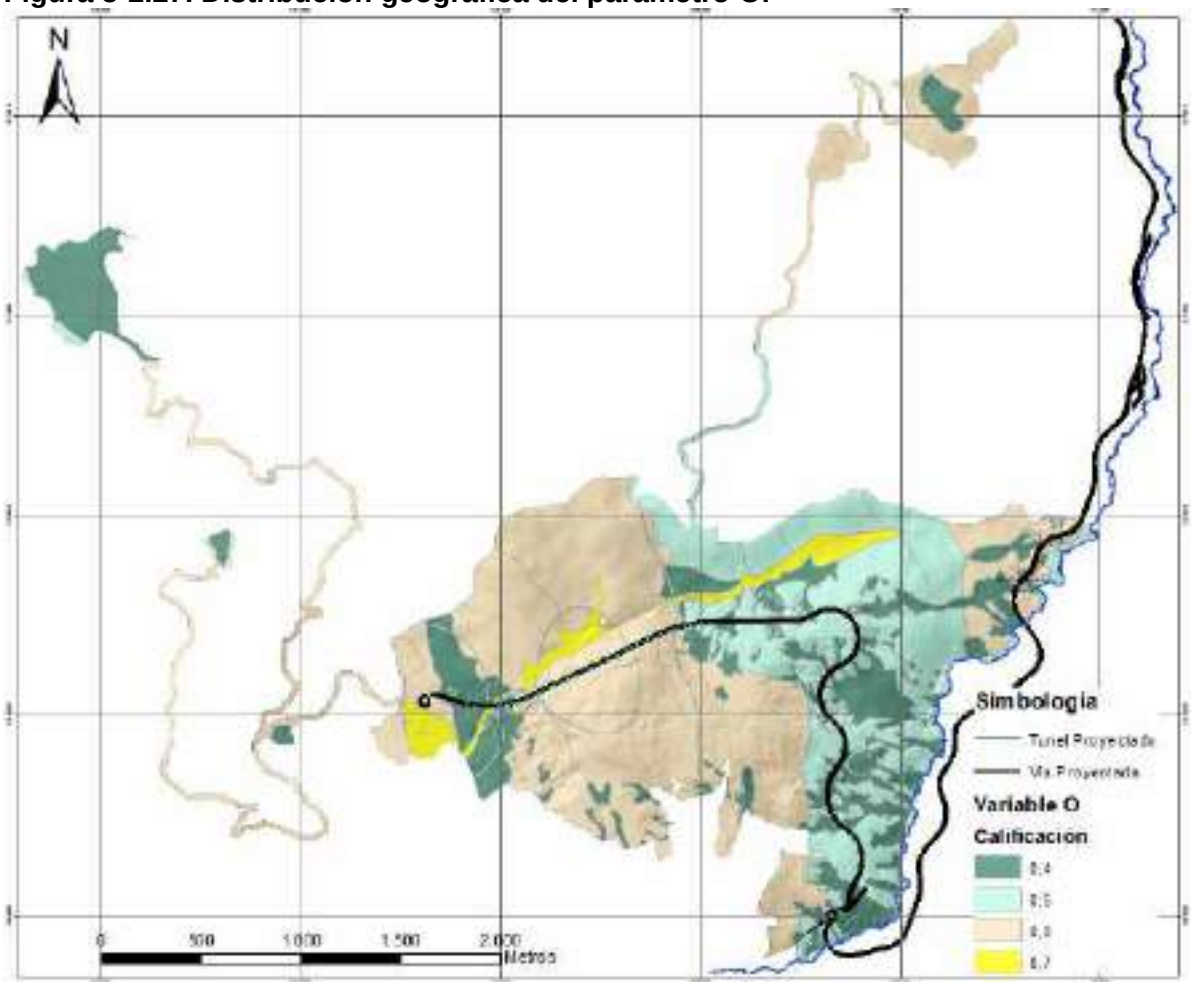
Según las características litológicas evidenciadas en las perforaciones realizadas, se asignaron a este parámetro los valores relacionados en la Tabla 5-2.13 presentada a continuación:

Tabla 5-2.13 Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas según sustrato suprayacente.

Nombre Unidad Hidrogeológica	Nomenclatura	Valor asignado
Depósitos antrópicos	Qant	0,4
Depósitos aluviales	Qal	0,7
Depósitos coluvio-aluviales	Qca	0,7
Depósitos coluviales	Qc	0,4
Depósitos de terraza	Qt	0,5
Depósitos fluviotorrenciales	Qft	0,5
Depósitos conos de deyección	Qcd	0,4
Formación Barco	Tpb	0,6
Formación Colón - Mito Juan	Kscm	0,5
Formación La Luna	Ksl	0,5
Formación Capacho	Kic	0,5
Formación Aguardiente	Kia	0,6
Formación Tibú-Mercedes	Kitm	0,6
Formación Girón	Jg	0,6
Formación Ortoneis	Jg	0,6

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.27. Distribución geográfica del parámetro O.



Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.7.3 Distancia al Nivel de Agua Subsuperficial y Subterránea (D)

Corresponde a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o profundidad del estrato litológico confinante en acuíferos confinados. La profundidad del agua subsuperficial y subterránea es el parámetro más difícil de valorar. Esta profundidad puede estar sujeta a variaciones estacionales para el caso de acuíferos libres, cuya recarga depende en gran medida de la precipitación y las inundaciones que varían de acuerdo con las condiciones climáticas.

Según la profundidad del nivel freático y de acuerdo con la Figura 5-2.25 se asignaron a este parámetro los valores relacionados en la Tabla 5-2.14:

Tabla 5-2.14. Vulnerabilidad de unidades hidrogeológicas por distancia al nivel del agua subsuperficial y subterránea.

Profundidad del nivel freático	Valor asignado
>50	0,6
20 - 50 m	0,7
5 - 20 m	0,8
<5m	0,9

Fuente: Foster et al., 2002

En el presente estudio los valores de la profundidad del agua subsuperficial y subterránea (D) han sido obtenidos a partir de la información suministrada por las perforaciones mecánicas realizadas a lo largo del trazado de la UF1 (Anexo 5.1.3.6) y modelo de elevación del terreno (MDT).

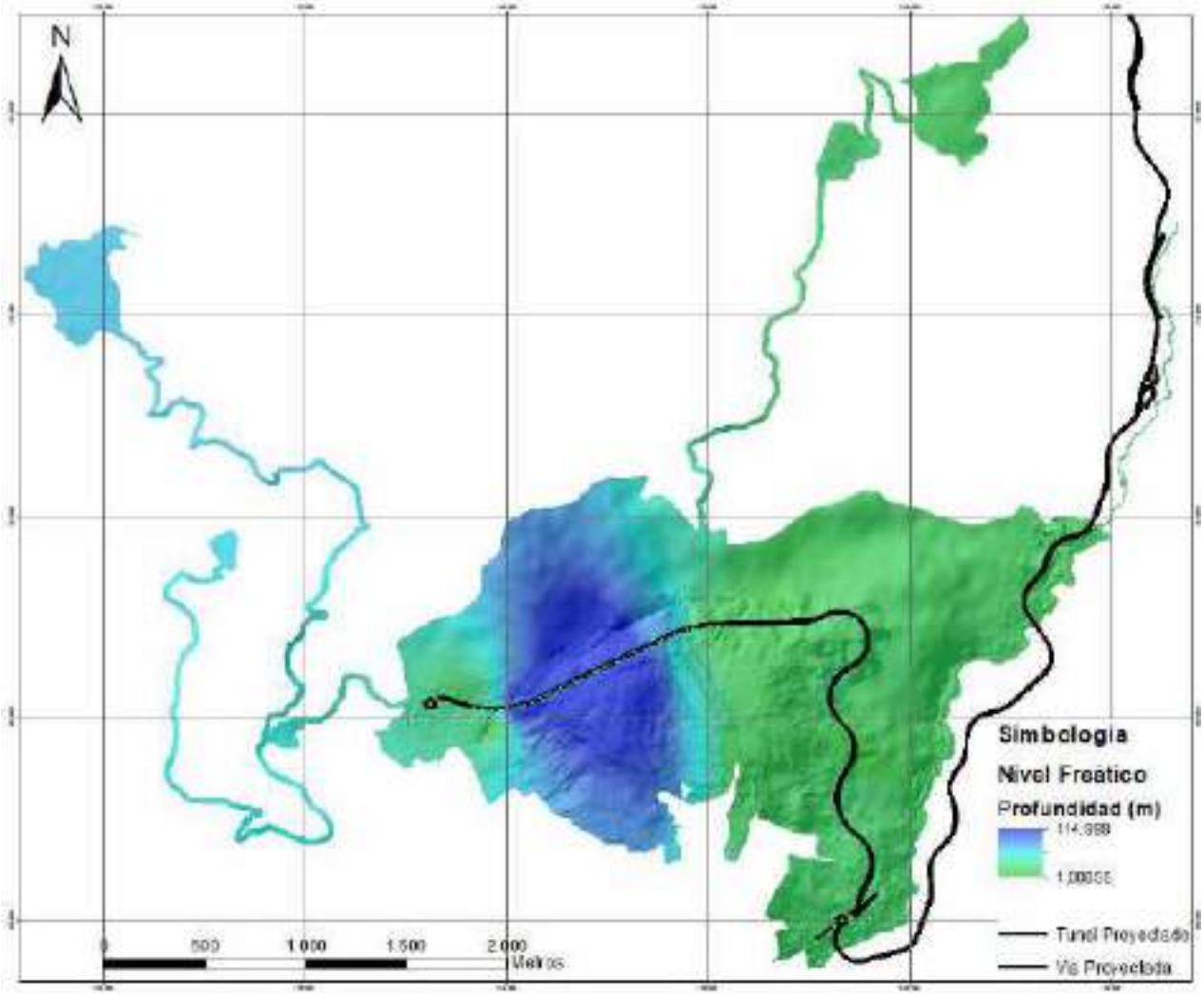
El nivel del agua subsuperficial y subterránea se ha obtenido interpolando los valores de las isopiezas del nivel del agua subsuperficial y subterránea, elaborado como “shapefile” en ambiente GIS a partir de los datos extraídos de las perforaciones y red hidrográfica de la zona de estudio, en donde su principal elemento lo constituye el río Pamplonita y la quebrada San Antonio en el sector Cristo Rey. El proceso de interpolación ha permitido obtener un “raster” con resolución de 1m x 1m, en el que a cada celda le corresponde un valor de la profundidad relativa del nivel del agua en el subsuelo. Estos datos además permitieron que, en zonas con poca información, los datos fueran interpolados para mejorar la fiabilidad del modelo.

En la Figura 5-2.28 y Figura 5-2.29 se aprecia el análisis y resultado de la variable D a en el área de influencia de la UF1.

Es necesario tener en cuenta que los niveles indicados corresponden a la distancia real desde el nivel de las obras hasta la superficie de la zona saturada más cercana verticalmente. En el caso del túnel, se está por debajo de niveles freáticos colgados donde el agua en el macizo rocoso no es susceptible a contaminación por la obra ya que las líneas de flujo se concentran en dirección a las líneas equipotenciales del túnel. Este aspecto se desarrolla con mayor detalle en el numeral 5.1.8.10.6. En la parte a cielo abierto, se presentan primordialmente flujos subsuperficiales en zona vadosa que generan delgadas zonas saturadas sobre materiales muy poco permeables existentes a muy poca profundidad como lo son por ejemplo las arcillolitas. Sin embargo, estos flujos son predominantemente de muy bajo caudal y retornan a la superficie en recorridos muy cortos y de muy poca duración.

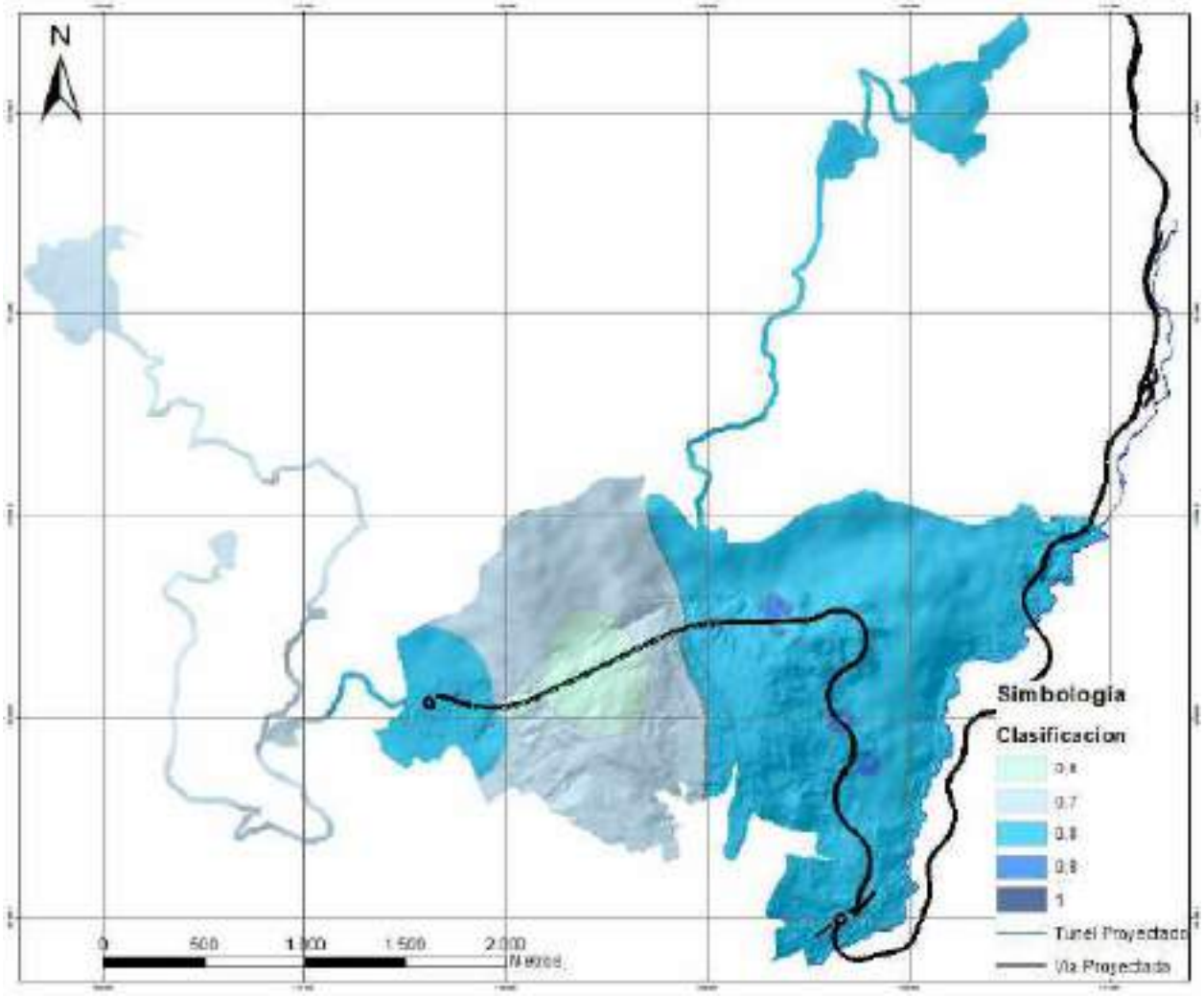
A partir de estos valores, se clasificaron los rangos de acuerdo con la Tabla 5-2.14, en función de la profundidad del nivel freático. El resultado se presenta en la Figura 5-2.29.

Figura 5-2.28. Valores de profundidad del nivel freático en la zona de estudio.



Fuente: Geodata, 2018.

Figura 5-2.29. Valores asignados al parámetro D en la zona de influencia de la UF1.



Fuente: Geodata, 2018.

5.1.8.7.4 Clasificación de la Vulnerabilidad

El índice de vulnerabilidad se calculó mediante la multiplicación de las variables de los tres componentes citados anteriormente (G.O.D), de acuerdo con la metodología descrita en la Figura 5-2.25 con lo cual se llega a la siguiente expresión:

$$I = G \times O \times D$$

Donde,

G: Tipo de confinamiento del agua subsuperficial y subterránea (tipo de acuífero). Se utilizó la información litológica y aquella relacionada con la capa freática.

O: Características litológicas de la zona no saturada del acuífero. Se utilizó la información litológica que incluye la zona no saturada.

D: Profundidad del agua subsuperficial y subterránea o profundidad del nivel freático. Se utilizó la información del nivel freático.

De este modo, con el método aplicado se obtuvo un resultado que permitió discriminar los sectores vulnerables de aquellos de menor criticidad presentes a lo largo de la zona de estudio. El valor del índice (I) varía también entre 0 (vulnerabilidad muy baja) y 1 (vulnerabilidad elevada). El método prevé 5 (cinco) rangos de vulnerabilidad relacionados en la Tabla 5-2.15.

Tabla 5-2.15. Rangos de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad	Rango de Valores
Muy Baja o despreciable	0.0 a 0.1
Baja	0.1 y 0.3
Moderada	0.3 y 0.5
Alta	0.5 y 0.7
Elevada o Extrema	0.7 y 1.0

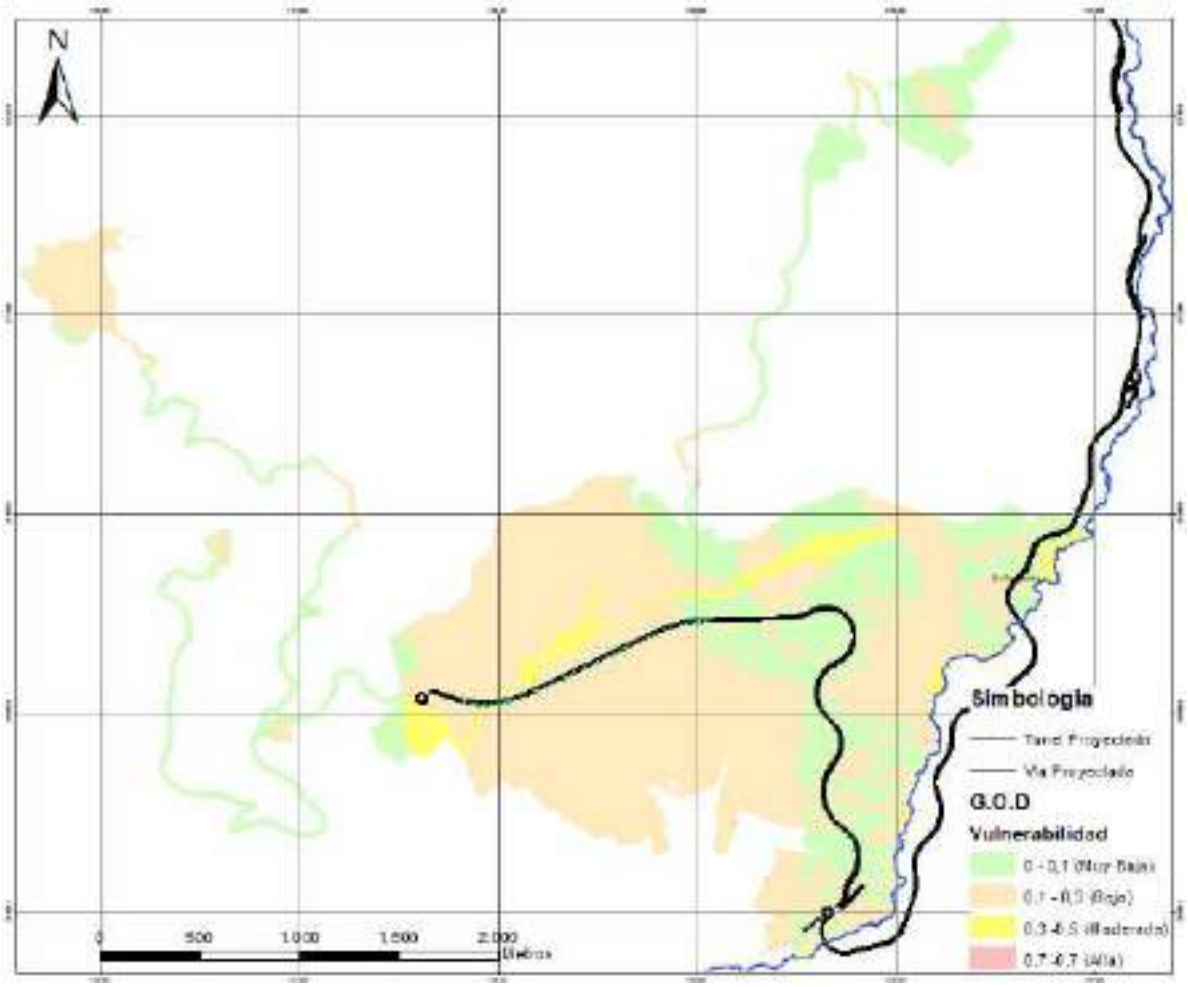
Fuente: Geodata, 2018

Con esto elementos conceptuales, se procedió a trabajar en el entorno SIG (Sistemas de Información Geográfica ArcGIS). El proceso de interpolación ha permitido obtener en términos generales un “raster” con resolución de 1m x 1m, con lo cual se aseguró el cubrimiento adecuado de toda el área de trabajo.

El valor asignado a cada una de las variables se basó en la información tomada de las perforaciones realizadas, observaciones de campo y análisis hidrogeológico. Siendo las perforaciones insumo importante para la asignación de la información litológica y sobre la profundidad del nivel freático.

Los resultados del procedimiento aplicado para calcular la vulnerabilidad del acuífero se muestran en la Figura 5-2.30.

Figura 5-2.30. Distribución geográfica de la vulnerabilidad intrínseca en la UF1.



Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.8 Valoración del riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas

La evaluación de Riesgos es un instrumento para estimar la probabilidad de que ocurra algún daño causado por la presencia de condiciones peligrosas en alguna parte del proyecto. El riesgo representa la probabilidad e importancia de que un posible peligro se haga realidad.

El objetivo del proceso para identificar y evaluar riesgos es obtener un mayor conocimiento acerca de los tipos de sustancias y productos transportados, así como de las principales fuentes de potencial contaminación. El requisito principal de una identificación y evaluación de riesgos es adquirir un entendimiento del modelo físico del sitio, la vulnerabilidad de los

acuíferos, la localización de las aguas subsuperficiales y subterráneas amenazadas por la contaminación y los tiempos de exposición a una contaminación.

Para la UF1 se ha analizado la siguiente información:

- Mapa de obras en fase de construcción (túneles, carretera nueva, carretera existente, vías de acceso, ZODMEs).
- Mapa de puntos o áreas de peligro de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras.
- Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos (GOD).
- Matriz de cálculo de riesgo de contaminación del acuífero.
- Mapa de riesgo de contaminación del acuífero.

5.1.8.8.1 Metodología aplicada

Este documento ha sido realizado a partir de un análisis crítico de los procedimientos y ecuaciones propuestas por las principales líneas de normas y directrices nacionales e internacionales sobre la aplicación del análisis de riesgos para este tipo de obras. En particular, se han considerado como referencia los documentos emitidos por la ASTM, EPA, UNICHIM, CONCAWE. Estos documentos son el punto de referencia para el estudio del riesgo, ya que proporcionan la información necesaria para la elección de los parámetros, las ecuaciones para la descripción del transporte de contaminantes y para el cálculo de los límites de riesgo. Por lo general son el resultado del trabajo realizado por las agencias gubernamentales (por ejemplo, la EPA "*Environmental Protection Agency*" Estados Unidos.) o grupos de investigación que combinan diferentes competencias (por ejemplo UNICHIM "*Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica*", asociación italiana federada al UNI) con el objetivo de crear una guía de referencia técnica para la aplicación del análisis de los criterios de riesgo.

El "Análisis de riesgos para el transporte terrestre de mercancías peligrosas en la ciudad de barranquilla" (Gloria Estebana Bastidas Rodriguez y Fabio Andres Monsalvo Carrillo, 2011), propuesta para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Atlántico en el marco del Programa de Ingeniería Industrial Barranquilla, es otro ejemplo de aplicación metodológica que ha proporcionado una indicación útil para los análisis en este estudio.

La reconstrucción del medio real (tanto natural como antropogénico), de sus elementos y de las interacciones entre ellos, por medio de herramientas cualitativas o matemáticas lleva el nombre de "Modelo". Esta abstracción permite, a partir de una geometría real y por lo tanto compleja, dar vida a un esquema físico teórico simplificado. Como parte del análisis de riesgo relacionado con la contaminación de un acuífero, es necesario identificar el Modelo Conceptual del Sitio. Este proceso es el resultado de las investigaciones y análisis del sitio y su definición comprende esencialmente la reconstrucción de los tres componentes principales de los caracteres que constituyen el modelo:

Fuente ⇒ Transporte ⇒ Objetivo

Para lo cual se definen:

a. las fuentes de peligro de contaminación, o fuentes de amenaza
b. La vulnerabilidad del acuífero desde la superficie
c. La localización de los acuíferos

El riesgo (R), como definición originalmente derivada de los procedimientos de seguridad industrial, es la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento dañoso, o vulnerabilidad (V) con la entidad de los daños causados por el mismo evento (D):

$$R = V \times D$$

El daño resultante de un evento incidental (D), a su vez, puede ser dado por el producto de un factor de peligrosidad (Fp), dependiente de la entidad del daño teóricamente posible, y un factor de contacto (Fc), dependiente de la duración de la exposición:

$$D = Fp \times Fc$$

Los numerales del 5.1.8.10.3 al 5.1.8.10.4 integran y complementan la metodología utilizada en la evaluación del riesgo del presente estudio.

5.1.8.8.2 Análisis de la vulnerabilidad

En el presente estudio hidrogeológico se ha realizado un análisis de vulnerabilidad de los acuíferos, mediante el método GOD (Foster et al., 2002; Foster,1987). Esta información representa el primer dato necesario para investigar las características propias de un acuífero expuesto a una amenaza.

El método GOD se basa en tres variables que permiten el cálculo de la vulnerabilidad del acuífero:

- El confinamiento del agua subsuperficial y subterránea (G)
- Las diferentes capas geológicas pertenecientes al acuífero y su respectivo grado de consolidación (O)
- La profundidad del nivel freático (D).

En el proyecto de la UF1, se obtuvo el índice de vulnerabilidad según la siguiente operación:

$$I = G \times O \times D$$

El valor del índice (I) varía entre 0 (vulnerabilidad baja) y 1 (vulnerabilidad elevada). El método prevé 5 (cinco) clases de vulnerabilidad, a las cuales se ha aplicado un puntaje de 1 a 5, necesario para calcular el riesgo de contaminación de los acuíferos.

El análisis realizado, así como los resultados obtenidos mediante la aplicación del método GOD en la UF1, se pueden ver con detalle en el apartado 5.1.8.9 del presente informe.

5.1.8.8.3 Factores de peligrosidad de las fuentes de amenaza

Como se describió anteriormente, el daño resultante de un hipotético evento incidental es el producto de un factor de peligrosidad (Fp), dependiente de la entidad del daño teóricamente posible, y un factor de contacto (Fc), dependiente de la duración de la exposición.

- **Factor de Peligrosidad (Fp)**

Para la identificación, descripción y análisis de amenazas se debe identificar y ordenar el tipo de fuente de amenaza de infiltración de substancias peligrosas que podrían contaminar los acuíferos y el medio ambiente, esto con el propósito de facilitar una priorización de riesgos, el cual puede consistir en una simple categorización. Para este fin se utilizó la Tabla 5-2.16. En la primera columna se describen todas las posibles fuentes de amenazas. En las columnas siguientes se describen las características que contribuyen a definir la peligrosidad y se coloca el puntaje, de 1 a 3, y la calificación que corresponda. Como se ve, el puntaje de Fp varia de 1 a 9 y sugiere prioridades donde 1 representa el de menor importancia y 9 el de mayor riesgo de contaminación.

Tabla 5-2.16. Clasificación adoptada por la evaluación del Factor de peligrosidad (Fp)

Fuente de amenaza	Geometría			Fenómeno			Puntaje Fp	Peligrosidad
	Puntual	Lineal	Areal	Material orgánico	Aceites y grasas	Metales pesado, pH ácido		
Nueva carretera cielo abierto	0	2	0	0	2	0	4	MEDIA
Carretera existente cielo abierto	0	2	0	0	2	0	4	MEDIA
Botadero (ZODMEs)	0	0	3	0	2	3	8	ALTA
Accesos Viales	0	2	0	0	2	0	4	MEDIA

Fuente: Geodata, 2018

- **Factor de contacto (Fc)**

El factor de contacto (Fc), o duración de la exposición, se calcula asignando los puntajes de 0, 1 o 2 a los tiempos de duración de la fuente de contaminación, dependiendo si la fuente es temporal (puntaje 1) o permanente (puntaje 2). En la Tabla 5-2.17 se describen las clasificaciones adoptadas.

Tabla 5-2.17. Clasificación adoptada por la evaluación del Factor de contacto (Fc)

Fuente de amenaza	Duración		Puntaje Fc	Peligrosidad
	Temporal	Permanente		
Nueva carretera cielo abierto	0	2	2	ALTA
Carretera existente cielo abierto	0	2	2	ALTA
Botadero (ZODMEs)	0	2	2	ALTA
Accesos Viales	0	2	2	ALTA

Fuente: Geodata, 2018

El factor Fc varia de 1 a 2 y sugiere prioridades donde 1 representa el riesgo de menor importancia y 2 el de mayor riesgo de contaminación. La peligrosidad en este caso puede variar de baja (puntaje 1) a alta (puntaje 2).

5.1.8.8.4 Evaluación del riesgo

Esta etapa cumple para la evaluación y valoración del riesgo basada en la mencionada metodología de calificación. El fundamento básico de la metodología es asignar puntajes a la vulnerabilidad de los acuíferos y a los factores de amenaza y de exposición, con ello valorar el riesgo. Esta metodología permite desarrollar de forma general y cualitativa el análisis de amenaza y vulnerabilidad con el fin de determinar el nivel de riesgo a través de la combinación de diversas variables. Asimismo, aporta elementos de prevención y mitigación de los riesgos, los cuales constituirán la base para formular los planes de acción.

Una vez identificadas, descritas y analizadas las amenazas y desarrollado el análisis de vulnerabilidad, se procede a determinar el nivel de riesgo combinando la calificación de la amenaza y la vulnerabilidad.

Tabla 5-2.18. Cálculo del riesgo (R) mínimo y máximos posibles y del riesgo normalizado (Rn), entre 0 y 1

Vulnerabilidad (V)	Factor de peligrosidad (Fp)	Factor de contacto (Fc)	Riesgo (R)	Riesgo Normalizado (R)
1	1	1	1 (mínimo)	0,00
5	9	2	90 (máximo)	1,00
1	1	2	2	0,01
3	1	1	3	0,02
2	1	2	4	0,03
4	2	1	8	0,08
2	4	2	16	0,17
3	4	2	24	0,26
4	4	2	32	0,35
3	8	2	48	0,53
4	4	2	64	0,71

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.8.5 Resultados

El resultado de los pasos anteriores se usa para priorizar los riesgos. La clasificación total de los riesgos para cada tramo, las diferentes amenazas estudiadas, sus respectivas calificaciones y descripciones se encuentran detalladas a continuación:

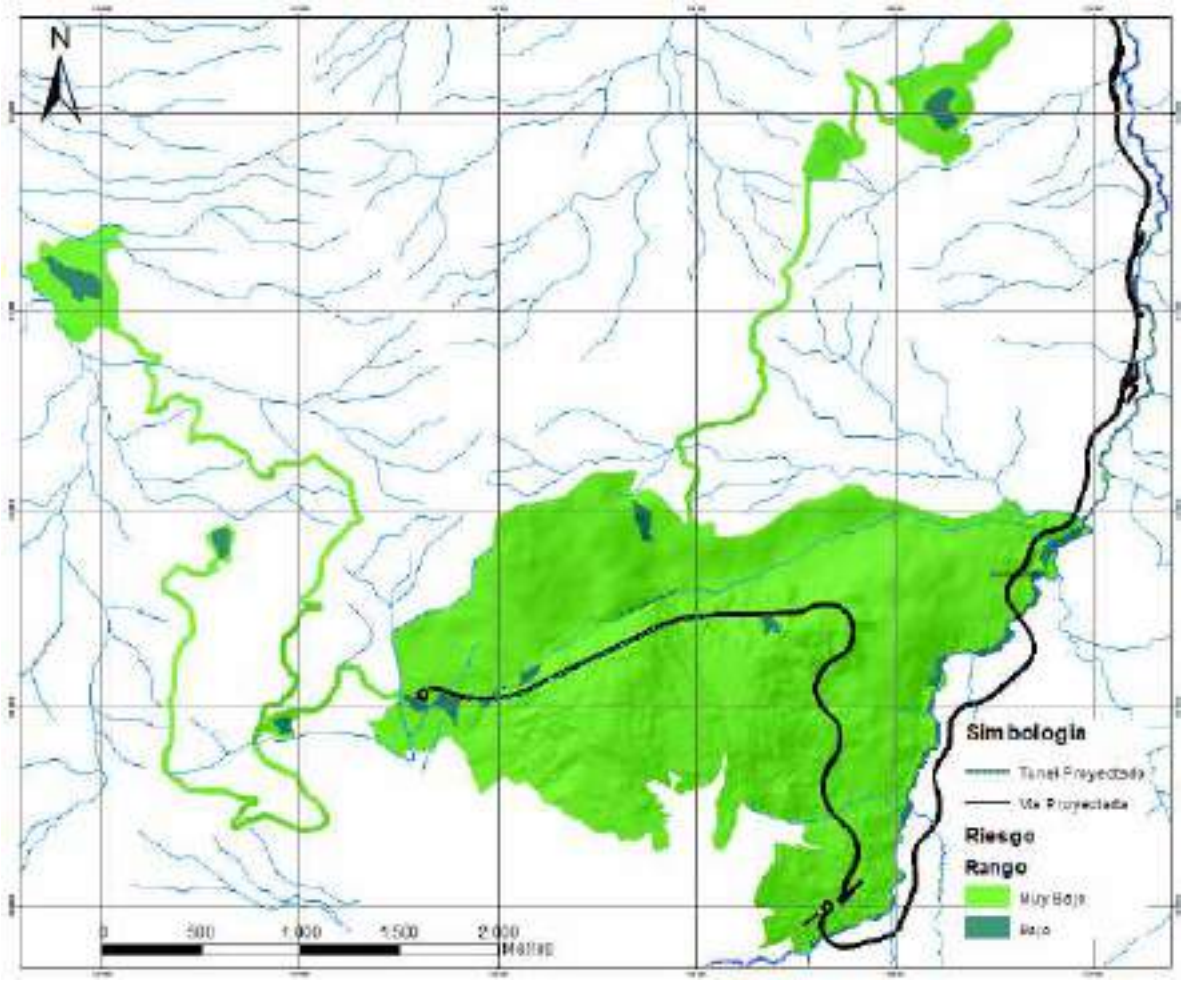
Lo primero que se debe tener en cuenta es que la clasificación se dividió en 5 clases:

Figura 5-2.31. Clasificación del riesgo para la zona de estudio

Fuente: Geodata, 2018

Cada clase fue ponderada acorde al peso de la vulnerabilidad y al factor de peligrosidad y de contacto, luego de lo cual se normalizaron los resultados y se agruparon para su posterior análisis.

Figura 5-2.32. Clasificación del riesgo para la zona de estudio



Fuente: Geodata, 2018

Una vez analizado el riesgo se encontró que concordantemente con el análisis de vulnerabilidad, la mayor cantidad de la zona presenta una vulnerabilidad muy baja (96.70%) y baja (3.30%), esto se debe a la presencia de pendientes moderadas y fuertes en la zona, así como de la ausencia de grandes obras o intervenciones, salvo la vía misma y el túnel. Este último amerita un análisis diferente ya que su cota de excavación se encuentra a una profundidad razonable, generalmente bajo niveles freáticos colgados en la mayoría de los casos. Aquí el riesgo a la contaminación se da especialmente por vertimiento, lo cual está sujeto a otro tipo de análisis tratado en capítulos aparte.

5.1.8.9 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua censado en la vía a cielo abierto y ZODMEs.

5.1.8.9.1 Criterios utilizados

Los puntos de agua identificados durante el inventario y localizados en la zona de influencia de la UF1 han sido sometidos a un análisis de sensibilidad con el objeto de identificar su potencial afectación por las obras que integran el nuevo corredor vial. Los criterios de mayor relevancia utilizados para la valoración hecha toman en cuenta la distancia y posición del punto de agua respecto al trazado de la nueva vía y al tipo de obra civil que la integra (puentes/viaductos, terraplenes, vía normal, cortes/taludes, entre otros). Así como su posición en el área general del proyecto definida por las obras conexas al mismo.

De lo indicado en el párrafo anterior y para la definición de los puntos a ser impactados se distinguen dos áreas con respecto al trazado de la vía. La primera corresponde a aquellas áreas sobre las cuales van a existir obras, es decir las zonas en las cuales la vía tendrá cortes, rellenos y por supuesto la zona de construcción de la estructura lineal de pavimento, bermas y obras de arte conexas (polígono de intervención de la obra). La segunda área corresponde a aquella de diseño definida por el constructor que contiene las obras anexas al proyecto vial (ZODMES, campamentos, senderos, plantas industriales, etc).

En relación con la valoración de la posición del punto respecto al trazado de la vía proyectada, se tiene en cuenta si este se ubica altimétricamente arriba o debajo de su eje, tomando en consideración la dirección preferencial del flujo subterráneo o subsuperficial.

En relación con las estructuras u obras que integran el corredor vial se ha dado un mayor peso de afectación a aquellos puntos de agua localizados en una cota superior y/o inferior respecto a cortes y taludes, así como en cotas inferiores respecto a rellenos aledaños al trazado donde puede verse afectada el área de captura o recarga del punto. Así como un peso menor a aquellos puntos ubicados frente a la estructura de vía a nivel. En el caso de los taludes y cortes, aparte de la excavación que se realiza en el terreno, se suma el hecho que generalmente se deben realizar perforaciones para instalación de drenajes que de acuerdo con su cantidad y dimensiones tienen el potencial de abatir el nivel freático hasta varios metros atrás de la cabeza del talud, convirtiéndose de este modo en la obra que en mayor grado puede llegar a afectar los puntos de agua ubicados en cotas superiores y/o inferiores respecto al trazado.

En relación con la distancia respecto al eje de la nueva vía, los puntos de agua identificados

durante el inventario se han dividido en dos grandes grupos; aquellos localizados a distancias mayores o iguales a 100 m y aquellos ubicados a distancias menores o iguales a este valor. Estos últimos a su vez se han divido en tres subgrupos; aquellos puntos de agua localizados a distancias mayores a 60 m, aquellos localizados a distancias entre 60 y 30 m, y finalmente aquellos ubicados a distancias menores 30 m respecto al eje de la vía o al interior del polígono de intervención o en sus inmediaciones.

Para todos los puntos de agua en general se ha estimado un potencial de afectación dividido en tres (3) niveles (desde 1 hasta 3). La división en tres niveles se ha considerado adecuada porque permite de manera clara y eficaz obtener una valoración en tiempo breve del riesgo al que está sometido el punto de agua por la presencia de la vía, de manera coherente con la información base necesaria para su determinación. Siendo el nivel 1 el de menor potencial de afectación y el nivel 3 el de mayor potencial de afectación esperada. En el presente trabajo se incluye la valoración de afectación de los puntos de agua por la presencia de ZODMEs. La valoración y criterios específicos aplicables al presente caso de estudio son los descritos a continuación:

- **Nivel 1:**

Corresponde a puntos de agua en los cuales no se prevé afectación o su potencial es muy bajo a imperceptible. Se le asigno este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

- Puntos de agua localizados a distancias mayores a 100 m a cada lado del trazado vial, independientemente de su posición respecto al eje de la vía, estructura u obra.
- Puntos de agua localizados a una distancia mayor a 60 m del eje del trazado vial; ubicados en cotas superiores o inferiores respecto a cortes/taludes, puentes, terraplenes, rellenos laterales o vía a nivel.
- Puntos de agua localizados a una distancia menor a 60 m del eje del trazado vial, ubicados en cotas superiores respecto a puentes, taludes menores a 10 m de altura (sin drenes), terraplenes de baja altura, y vía a nivel (sin rellenos laterales); con excepción de los puntos de agua descritos en los niveles 2 y 3.
- Puntos de agua localizados a distancias mayores a 100 m alrededor del polígono que delimita el área del ZODME, independientemente de su posición altimétrica.
- Puntos de agua localizados en cotas superiores dentro de un buffer de 100 m alrededor del polígono que delimita el área del ZODME, con excepción de los puntos de agua planteados en los niveles 2 y 3.

- **Nivel 2:**

Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación bajo a medio. Se le asigno este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

- Puntos de agua localizados a una distancia comprendida entre 60 y 30 m del eje del trazado vial, ubicados en cotas superiores respecto a cortes y taludes en los que se construyen drenes subhorizontales (por lo general taludes mayores a 10 m de altura) y/o en cotas inferiores respecto a rellenos laterales aledaños a la vía. Con excepción

de los puntos de agua ubicados al interior del polígono de intervención de la obra o en sus inmediaciones.
- Puntos de agua localizados a una distancia menor o igual a 30 m del eje del trazado vial; ubicados en cotas inferiores respecto a puentes o viaductos, terraplenes de baja altura y vía a nivel (sin rellenos laterales). Con excepción de los puntos de agua ubicados al interior del polígono de intervención de la obra o en sus inmediaciones.
- Puntos de agua localizados en cotas inferiores dentro de un buffer de 100 m alrededor del polígono que delimita el área del ZODME.

- **Nivel 3:**

Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación de alto a muy alto. Se le asigno este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

- Puntos de agua localizados en el interior o en las inmediaciones del polígono de intervención de la obra, es decir, en correspondencia con la(s) calzada(s) de la vía, incluidas sus obras de arte, chaflanes de los cortes o taludes y cotas de rellenos; independientemente de su posición respecto al eje de la vía, estructura u obra.
- Puntos de agua localizados al interior o en las inmediaciones del polígono que delimita el área del ZODME.

En la Tabla 5-2.19 se muestra el resultado del potencial de afectación definido para los puntos de agua censados para la vía a cielo abierto y ZODMEs de la UF1, a los que se les han aplicados los criterios antes mencionados. Los puntos de agua censados en la zona de influencia del túnel Pamplona fueron analizados con otra metodología y son presentados en parágrafos sucesivos.

5.1.8.9.2 Resumen evaluación de impactos puntos vía a cielo abierto y ZODMEs

Los impactos sobre los 35 puntos de agua evaluados son asignados de acuerdo con la clasificación de tres niveles definida anteriormente. Los impactos probables se describen en los siguientes numerales.

- **Puntos Nivel 1**

Por las razones expuestas en el numeral anterior no se prevén cambios en el caudal de afloramiento o en la calidad del agua de estos puntos por la construcción de las obras que integran el corredor vial, especialmente por su distancia respecto a las mismas y el carácter local de los flujos que los alimentan. Los puntos con esta categoría 27 de 35 y se muestran en la Tabla 5-2.19.

Tabla 5-2.19. Potencial de afectación de los puntos de agua encontrados en la UF1 en vía a cielo abierto y ZODMEs

Punto de Agua	Tipo de Punto	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Abscisa Perímetro (Referencia)	Obra más cercana al PA		Altimetría		Potencial de afectación		
						Obra más cercana	Distancia al eje/perímetro	Cota superior	Cota inferior	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
(ID PA)	ID	E	N	ELV								
UF1-PA01	Interflujo	1157726	1308915	2381	Perímetro	ZODME 136	48		Si		2	
UF1-PA11	Interflujo	1159212	1309611	2287	K58+526	Vía a cielo abierto	140		SI	1		
UF1-PA12	Resurgencia	1159652	1308983	2257	K57+422	Vía a cielo abierto	3		SI			3
UF1-PA13	Resurgencia	1159760	1308981	2238	K57+354	Vía a cielo abierto	73		SI	1		
UF1-PA14	Interflujo	1159716	1308814	2258	K57+216	Vía a cielo abierto	27	SI		1		
UF1-PA15	Resurgencia	1159493	1308677	2300	K57+037	Vía a cielo abierto	154	SI		1		
UF1-PA16	Resurgencia	1159469	1308439	2301	K56+908	Vía a cielo abierto	205	SI		1		
UF1-PA17	Resurgencia	1159404	1308450	2317	K56+924	Vía a cielo abierto	262	SI		1		
UF1-PA18	Interflujo	1159478	1308071	2270	K56+172	Vía a cielo abierto	171	SI		1		
UF1-PA21	Resurgencia	1159616	1308603	2250	K56+982	Vía a cielo abierto	24	SI		1		
UF1-PA22	Interflujo	1159379	1309509	2306	K58+416	Vía a cielo abierto	43		SI		2	
UF1-PA23	Resurgencia	1159561	1309195	2312	K57+620	Vía a cielo abierto	65	SI		1		
UF1-PA24	Resurgencia	1159722	1309169	2225	K57+711	Vía a cielo abierto	79		SI	1		
UF1-PA25	Interflujo	1156797	1308859	2463	Perímetro	ZODME 144	≈100	SI		1		
UF1-PA26	Resurgencia	1156807	1309800	2472	Perímetro	ZODME 148	≈100	SI		1		
UF1-PA27	Resurgencia	1159737	1309074	2226	K57+433	Vía a cielo abierto	121		SI	1		
UF1-PA28	Interflujo	1159270	1309630	2269	K58+583	Vía a cielo abierto	157		SI	1		
UF1-PA29	Interflujo	1159417	1309678	2252	K58+377	Vía a cielo abierto	202		SI	1		
UF1-PA30	Resurgencia	1156958	1308931	2421	Perímetro	ZODME 144	2	SI			2	
UF1-PA31	Interflujo	1156575	1309824	2432	Perímetro	ZODME 148	1	SI			2	
UF1-PA34	Interflujo	1160146	1312162	2094	Perímetro	ZODME 118	77	SI		1		

Punto de Agua	Tipo de Punto	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Abscisa Perímetro (Referencia)	Obra más cercana al PA		Altimetría		Potencial de afectación		
						Obra más cercana	Distancia al eje/perímetro	Cota superior	Cota inferior	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
(ID PA)	ID	E	N	ELV								
UF1-PA35	Resurgencia	1160040	1309265	2199	K57+870	Vía a cielo abierto	263		SI	1		
UF1-PA36	Interflujo	1159934	1308255	2137	K56+595	Vía a cielo abierto	120		SI	1		
UF1-PA37	Interflujo	1159579	1308160	2246	K56+270	Vía a cielo abierto	157		SI	1		
UF1-PA38	Interflujo	1160451	1309671	2053	K57+962	Vía a cielo abierto	706		SI	1		
UF1-PA39	Interflujo	1160391	1309668	2031	K57+965	Vía a cielo abierto	648		SI	1		
UF1-PA40	Interflujo	1159640	1309748	2212	K58+141	Vía a cielo abierto	219		SI	1		
UF1-PA41	Manantial	1159315	1308919	2415	K57+490	Vía a cielo abierto	326	SI		1		
UF1-PA42	Interflujo	1159250	1309106	2433	K57+554	Vía a cielo abierto	356	SI		1		
UF1-PA43	Interflujo	1159471	1309255	2345	Perímetro	ZODME VER 124	172	SI		1		
UF1-PA44	Interflujo	1159482	1309216	2340	K57+614	Vía a cielo abierto	146	SI		1		
UF1-PA101	Resurgencia	1159601	1308997	2285	K57+450	Vía a cielo abierto	37	SI			2	
UF1-PA104	Interflujo	1157676	1309031	2399	K60+300	Vía a cielo abierto	7	SI				3
UF1-PA105	Resurgencia	1156837	1309714	2488	Perímetro	ZODME 148	186	SI		1		
UF1-PA106	Interflujo	1157643	1309053	2403	K60+270	Vía a cielo abierto	2	SI				3
										27	**5**	**3**

Fuente: Geodata, 2018.

- **Puntos Nivel 2**

Los puntos nivel 2 pueden ser afectados en su caudal, dado que el área de captura o flujo subsuperficial puede afectarse por el proyecto (cortes, rellenos y ZODMEs). De forma adicional, para los puntos ubicados en cotas inferiores al trazado vial o área de ZODMEs, la calidad del agua puede afectarse por contaminación cruzada a causa de la escorrentía superficial que arrastrará materiales de obra y desechos en la carretera o ZODME hasta el afloramiento. Los puntos con esta categoría son 5 de 35 y se muestran en la Tabla 5-2.19.

- **Puntos Nivel 3**

El punto se verá completamente impactado por la obra, desapareciendo de su ubicación inicial. Los puntos con esta categoría son 3 de 35 y se muestran en la Tabla 5-2.19.

5.1.8.9.3 Medidas de manejo de impactos

A partir del análisis de sensibilidad del punto de agua por cercanía, cota y tipo de obra del proyecto, se han definido medidas para diferentes escenarios o niveles de afectación identificados (niveles 1, 2 y 3). Se realizó un análisis para cada punto obteniendo de forma general las medidas mostradas en los siguientes ítems.

Según se desprende del Estudio de Impacto Ambiental, la clasificación corresponde

- Nivel 1: Corresponde a puntos de agua en los cuales no se prevé afectación o su potencial es muy bajo a imperceptible.
- Nivel 2: Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación bajo a medio.
- Nivel 3: Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación de alto a muy alto.

En la Tabla 5-2.19, se presenta la clasificación de puntos de agua según el nivel de afectación definido en el Estudio de Impacto Ambiental. De igual manera, en la Tabla 5-2.20 se especifica la medida o grupo de medidas aplicables a cada punto de agua.

Para el caso de los probables efectos en puntos de agua debidos a la construcción del túnel, se presenta aparte una ficha de manejo exclusiva.

- **Medidas de prevención y control**

Como una medida de seguimiento y control de los puntos de agua censados se realizará un atento monitoreo del caudal del agua que aflora en los puntos identificados. En este sentido se incluirán en la red de monitoreo todos los puntos identificados en el inventario independientemente de su nivel de afectación. Para el desarrollo de esta actividad se remite a las **fichas de monitoreo** establecidas específicamente para este fin.

- **Medidas de protección**

Las medidas de protección se basan en los principios de protección, algunos de los cuales se mencionan a continuación (tomados de una publicación de Oxfam_2006).

- Se debe proteger de personas y animales el área sobre los puntos de agua para prevenir contaminación.
- Construir un dren de corte sobre los puntos de agua previene la mezcla de agua contaminada de escorrentía.
- No se deben construir letrinas a menos de 30 metros agua arriba de los puntos de agua.
- Después de limpiar el área donde se encuentra el punto de agua, esta se debe proteger con rajón y/o bolos de río y grava. El tanque del punto de agua puede tener tubería para abastecer fácilmente de agua a los usuarios.
- El área alrededor del punto de agua debe ser cercada para evitar el acceso de animales. Los caudales de rebose deben ser redirigidos a cuerpos superficiales y/o abrevaderos.
- Los tanques para los puntos de agua deben ser limpiados de forma periódica.

Las medidas de protección para la mayoría de los puntos incluidos en el análisis incluyen cerramiento y zanja perimetral, con base en las condiciones particulares de cada sitio. En algunos casos se proponen tanques o albercas para la protección de los afloramientos y sus captaciones. Para la identificación de las medidas de protección para los puntos de agua censados se remite a la Tabla 5-2.20.

A continuación, se describen las medidas de protección propuestas.

- Cerramiento del punto

Esta medida apunta a la protección de punto evitando el acceso de animales y personas que pudiesen alterar el estado del afloramiento, así como la calidad y/o cantidad del agua que aflora y las captaciones existentes. Esta medida también mejora las condiciones actuales del afloramiento, generando protección incluso ante factores diferentes a los generados por la construcción y operación de la vía. En la Fotografía 5-2.1 se muestra la forma del cerramiento propuesto.

- Zanja Perimetral

Por la cara interior del cerramiento y de acuerdo a las condiciones fisiográficas del sitio, se realizará la construcción de una zanja perimetral, la cual corresponde a una excavación continua del terreno de 40 - 50 cm de profundidad y 40 a 50 cm de ancho, rellena con rajón o bolos de río de gran diámetro para que estos brinden soporte a la zanja y eviten su derrumbe. Ésta se excavará en forma de “U” con descarga hacia las cotas inferiores al punto de agua. Con la zanja se evita que lleguen flujos superficiales directamente sobre el afloramiento a partir de la escorrentía superficial, contaminando o dañando el sitio de afloramiento o punto de agua así como las obras de captación que puedan existir. En la Fotografía 5-2.2 se muestra un modelo para la excavación de las zanjas.

Fotografía 5-2. 1 Modelo de cerramiento

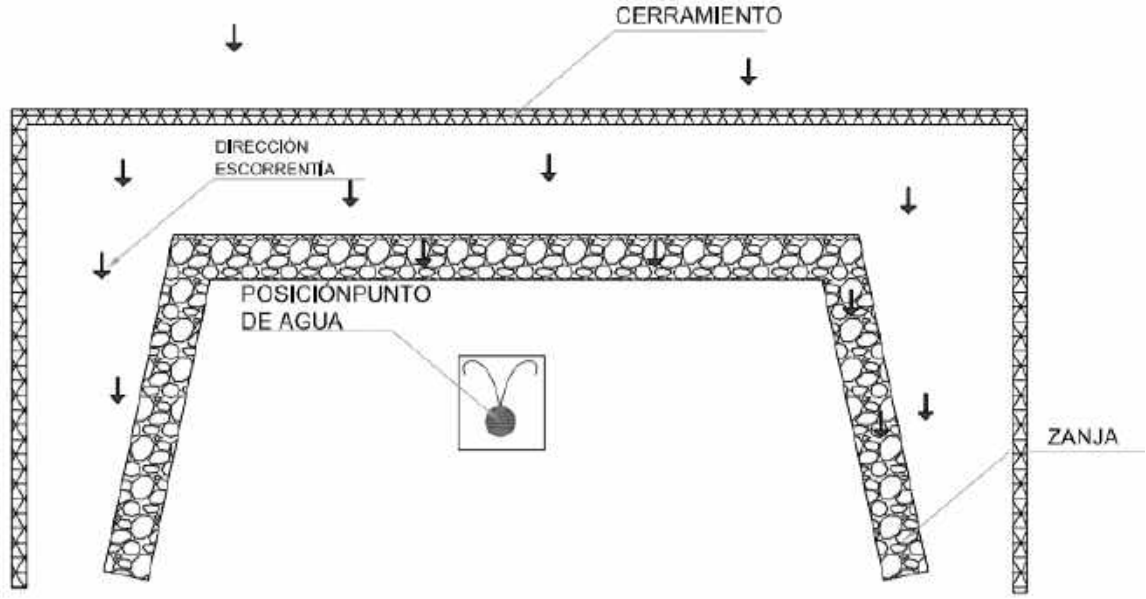
Fuente: Segmento de imagen en (canacopegdl.com).

Fotografía 5-2. 2 Modelo de zanja perimetral.

Fuente: (http://maddyyoung.com/50054)

A continuación, en la Figura 5-2.33 se muestra el esquema de acople para la aplicación conjunta de las dos medidas de manejo presentadas anteriormente, correspondientes a cerramiento y zanja perimetral).

Figura 5-2.33 Vista esquemática de medidas básicas de protección.



Fuente: Hidrogeocol, 2018

Con base en lo mencionado anteriormente, para los puntos en los cuales se pudiese presentar afectación o en aquellos cuya ubicación sea menor a 100 metros respecto al área de diseño, se implementarán tanques de protección, con el objetivo de prevenir impactos en la calidad de los puntos y mantener la calidad del agua durante la etapa constructiva.

- Tanque de protección de puntos de agua

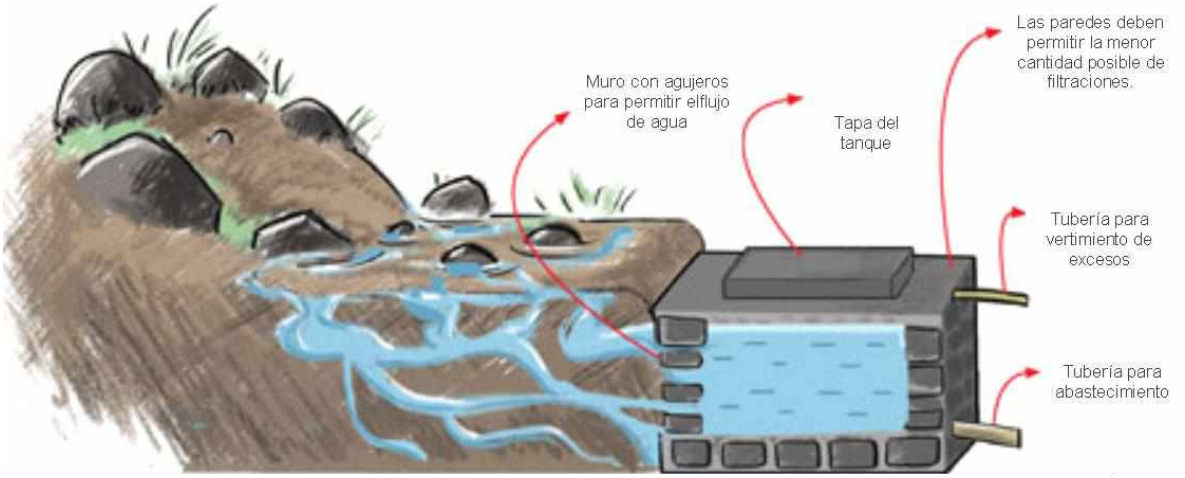
De forma posterior al cerramiento, sobre el punto de agua se recomienda construir (o rehabilitar) un tanque para protección, recolección y almacenamiento, cuyo esquema se muestra en la Figura 5-2.34. En la Figura 5-2.35 se muestra la localización de ese tanque a escala regional. Esta estructura permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración - captación, disminuyendo la evaporación del líquido y brindando protección por contaminación superficial, así como facilitando su captación para los usuarios ya existentes del recurso.

Teniendo en cuenta que los caudales de los afloramientos de puntos de agua son relativamente bajos (menores a 0.6 L/s en la mayoría de los puntos) y dado que la mayoría de los flujos de agua en la zona son someros o subsuperficiales, se plantea mejorar los puntos que se encuentren fuera del polígono de intervención de la obra y sus inmediaciones mediante la construcción o mejora de la estructura de protección del punto de agua, para incluso llegar a aumentar su caudal al mejorar las condiciones de permeabilidad del sustrato en el afloramiento.

La estructura de protección consiste en un tanque en bloque o concreto en el cual se almacenará el agua proveniente del punto de agua, tal como se muestra en la Figura 5-2.35. El diseño conceptual del tanque de protección se realizó con base en múltiples

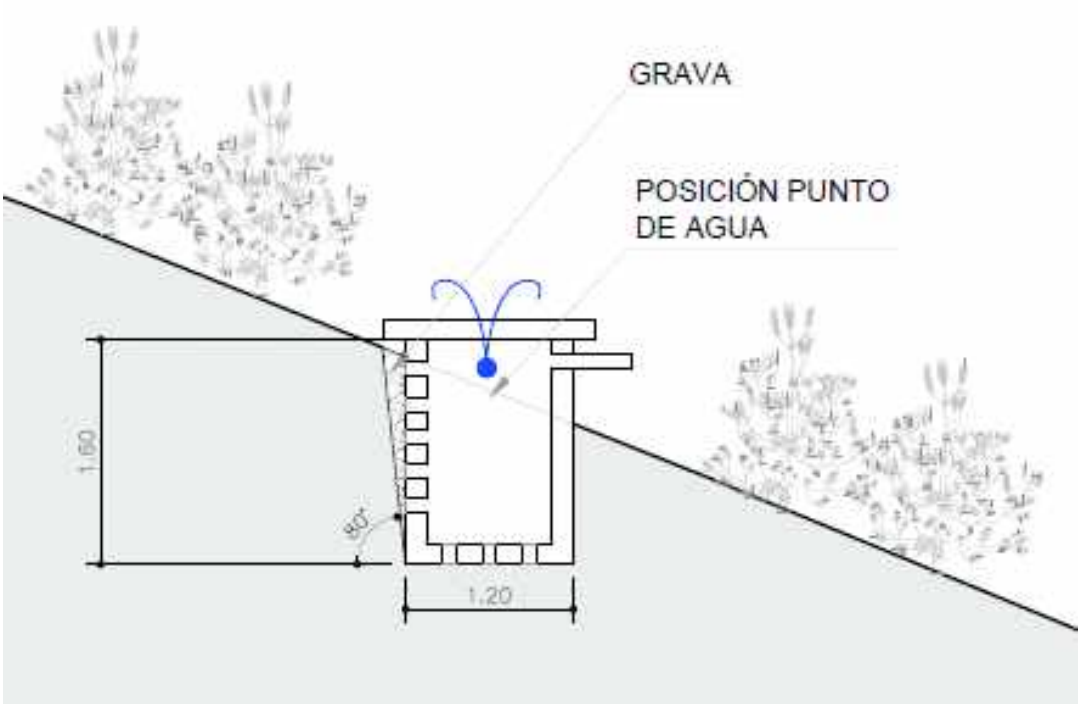
diseños encontrados en la literatura (Universidad de Pensilvania, 2007) y experiencias maduradas en la implementación de sistemas de protección a afloramientos de puntos de agua.

Figura 5-2.34 Tanque para la protección de afloramientos de agua



Fuente: Adaptado de (http://www.downtoearth.org.in/coverage/spring-in-a-box-49240

Figura 5-2.35. Tanque de concreto para almacenamiento del punto hidrogeológico.



Fuente: Hidrogeocol, 2018

- **Medidas de mitigación de impactos**

Para los puntos en los cuales se prevén impactos en el caudal, se hace necesario implementar medidas de mitigación del impacto. Conforme se realiza en la prevención, la principal medida de mitigación corresponde a mantener en la mejor condición posible el punto de agua, en términos de disminuir al máximo los cambios en caudal y calidad.

- Repoblamiento vegetal

La medida corresponde a la repoblación vegetal en el punto de agua, mediante la siembra o plantación de plantas nativas de la zona. En esta actividad se realizará un repoblamiento con especies nativas que mejoren la regulación hídrica superficial en las cercanías del punto de agua, dentro del área del cerramiento.

Las plantas incorporadas en esta zona permitirán una mayor protección del punto ante fenómenos de aumento de picos de la escorrentía superficial, compactación del sustrato, erosión del suelo y de forma adicional brindarán una segunda defensa ante la entrada de especies animales que puedan contaminar el punto.

Conforme se emplea repoblamiento vegetal en la mayoría de los puntos, se puede considerar esta medida como protección en algunos casos, especialmente cuando se aplica en puntos nivel 1, sobre los cuales no se esperan impactos a causa de las obras a realizar. Se prevé su aplicación en puntos nivel 1, 2 y/o 3.

Se recomienda utilizar para la siembra especies nativas, entre otras, sauce, aliso, romero, helecho, cordoncillo y las especies conocidas como “cola de caballo” y “rascadera”.

- Captación, conducción y almacenamiento

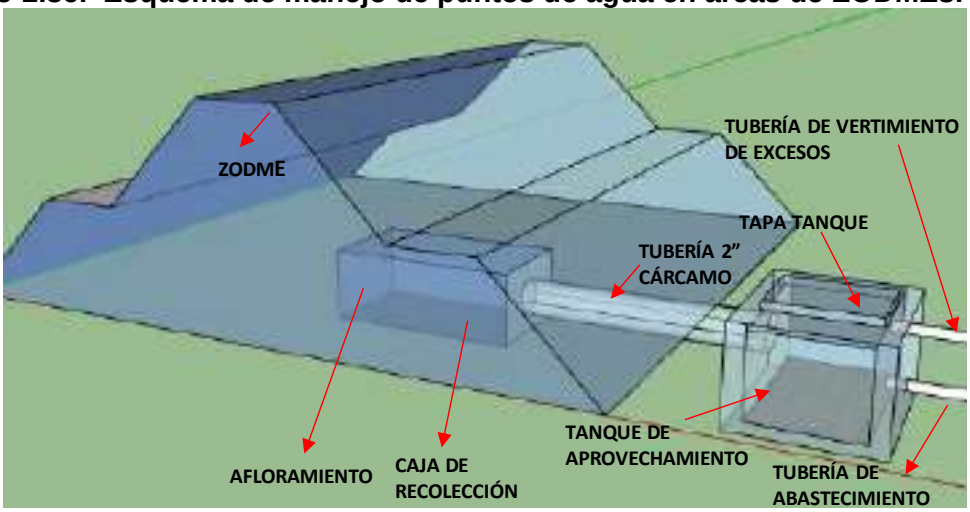
Debido a la existencia de puntos de agua en algunas de las áreas que se pretenden utilizar como ZODMEs, se ha requerido establecer una medida mediante la cual se trasladen dichos puntos a localizaciones viables en la periferia del ZODME, en donde pueda ser aprovechado al recurso.

En general, los puntos de agua existentes en las áreas de ZODMEs que se definieron, corresponden a flujos subsuperficiales y su uso está limitado a actividades agropecuarias. Por otra parte, los usos que se dan tienden a desaparecer ya que por iniciativa de los mismos propietarios al ofrecer los terrenos para su uso como ZODMEs las actividades agropecuarias ya no se realizarán en esa área.

Pese a lo anterior, los afloramientos de agua existentes al interior del perímetro del área establecida para ZODMEs, serán recuperados y trasladados para poder conservar los flujos naturales y para que sea viable su aprovechamiento en el caso de que el mismo propietario del predio o la comunidad aledaña conserven una franja de terreno explotable con respaldo en el aprovechamiento de este recurso.

En la Figura 5-2.36 se presenta un esquema conceptual de la implementación de la estructura de recuperación y traslado de un punto de agua localizado en un terreno donde se establecerá un área de ZODME.

Figura 5-2.36. Esquema de manejo de puntos de agua en áreas de ZODMEs.



Fuente: Geodata, 2018

- Construcción de talud de recolección y cruce de vía

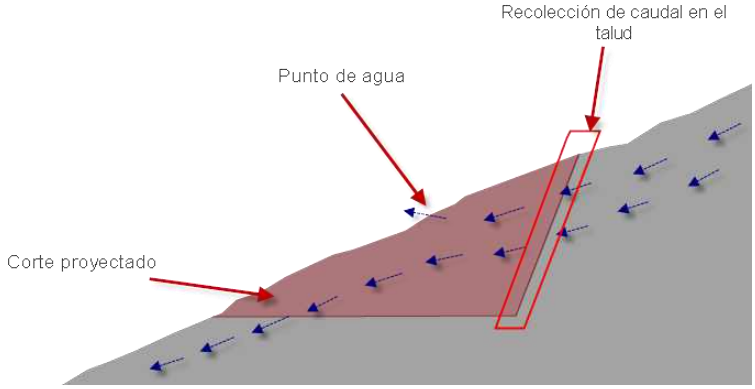
Esta medida corresponde a la construcción de una estructura de recolección de afloramientos de agua por goteo difuso. Mediante la estructura el caudal que fluye en un punto de agua es transportado a una nueva ubicación, manteniendo su caudal disponible a los usuarios registrados en los formatos FUNIAS en estos puntos.

Se prevé su aplicación para puntos nivel 3, es decir, aquellos ubicados en el polígono de intervención de la obra.

En la Figura 5-2.37 se muestran de forma esquemática los flujos en el suelo (antrópico, manantial, interflujo o resurgencia). Al realizar el corte de terreno, el agua que fluía en el medio seguramente aflorará en el talud, este flujo será transportado a un tanque en el pie del talud, para posteriormente ser dirigido a un tanque cruzando la vía, en donde se dispondrá el caudal a los usuarios.

Con base en el concepto de la reubicación del punto de agua, se muestra un perfil en la Figura 5-2.38 con la medida típica de captación de agua en talud, para reubicación de punto de agua. Se busca que, en contacto con el concreto lanzado contra el talud para estabilización geotécnica, el agua producto del drenaje subsuperficial caiga a un dren francés, desde el cual se proyecta una conducción hacia el sector de la vía aguas abajo; el cruce de la vía se realizará a través de una tubería dentro de las alcantarillas de la vía o a través de una tubería bajo la estructura de pavimento. En la figura se hace referencia al dren como un tanque colector, teniendo en cuenta que su función no es drenar agua sino almacenarla.

Figura 5-2.37 Corte en un punto de agua asociado a flujo subsuperficial

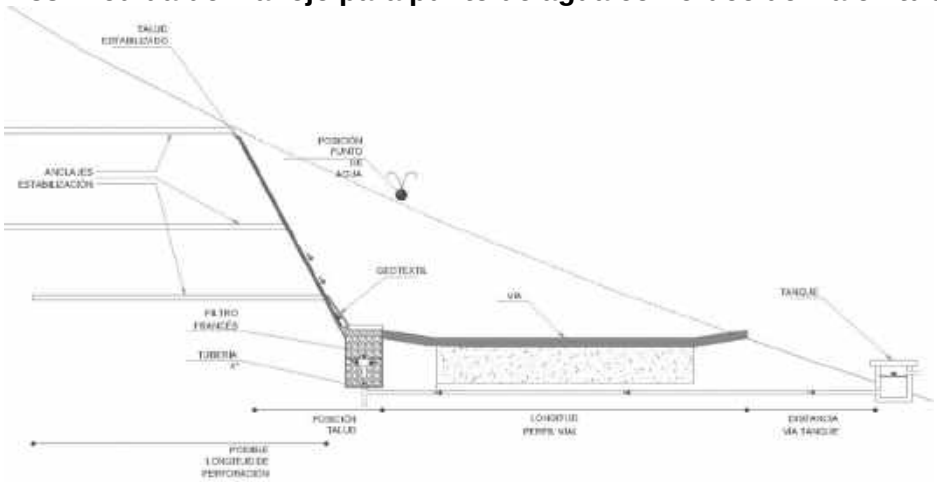


Fuente: Hidrogeocol, 2018

A partir del filtro francés el agua será conducida mediante tubería a una "T", en este accesorio el agua tendrá una conexión con el tanque de aguas abajo y de forma adicional con una tubería de descole que tendrá válvula en caso de requerirse. A través de la tubería de descole se realizará la limpieza de los sólidos sedimentables que pudieran pasar el filtro francés y colmatar la tubería.

De forma esquemática, en la Figura 5-2.38 se muestra el sistema de captación en el talud y paso al otro lado de la vía.

Figura 5-2.38. Medida de manejo para punto de agua con cruce de vía en tubería.



Fuente: Hidrogeocol, 2018

- **Medidas de Compensación**

En caso de que las medidas de protección y mitigación propuestas no sean suficientes a pesar de las acciones realizadas para proteger las fuentes aprovechables, se puede requerir implementar medidas de compensación que corresponden fundamentalmente a dos tipos de intervenciones. Las medidas únicamente se viabilizarán durante la

construcción de las obras y según se negocie y se determine un acuerdo con la comunidad. Con las medidas de protección y mitigación propuestas no se espera requerir medidas de compensación. Sin embargo, éstas se dejan propuestas en términos de contingencias durante el proceso constructivo de la vía, o por eventuales cambios en las condiciones de Línea Base evaluadas durante el Estudio.

- Conexión a acueductos veredales

La primera medida corresponde a implementar o mejorar la conexión al acueducto veredal o distrito de riego más cercano. Esto implica verificar con el proveedor las condiciones y nivel de servicio disponibles. El costo será el equivalente a una conexión domiciliaria que actualmente está alrededor de $300.000 por punto de consumo. Para la conexión se tendrá en cuenta el levantamiento de redes existentes realizado como parte de este EIA.

- Conexión a otras fuentes puntuales

La segunda medida corresponde a implementar o mejorar la conexión a otra fuente de suministro de agua aledaña. Esto implica trasladar la conexión afectada hacia otro punto de agua disponible, lo cual se realizaría sobre puntos de agua cercanos ya identificados o incluso más aguas arriba de los límites del área de influencia. El costo de la intervención se determina en $410.000 por conexión, suponiendo que se realice una adecuación en la obra de captación y una larga extensión en manguera.

- Otras medidas de compensación

Según sea necesario implementar medidas de compensación y de acuerdo con las condiciones de negociación con la comunidad, se propone considerar otras posibles medidas que pueden aplicarse en caso de no ser viables las dos medidas indicadas anteriormente.

- Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.
- Traslado de bocatomas (proveedores locales).
- Mejora en sistemas de suministro y almacenamiento.
- Control de pérdidas en redes de distribución existentes.

Las medidas citadas requerirán para su implementación viabilidad técnica y económica avalada por parte del Concesionario.

- **Medidas asignadas a cada punto**

Con base en las características de cada punto, se asignaron las medidas correspondientes, como se muestra en la Tabla 5-2.22. En general a todos los puntos se les coloca medida de compensación, teniendo en cuenta que como se mencionó anteriormente, se espera que estas no sean requeridas en condiciones normales, si un punto no tiene usuarios, no se propone medida de compensación.

Tabla 5-2.20. Medidas de manejo discriminadas por punto

Punto Agua	Tipo de Punto	Obra más Próxima al Punto de Agua	Distancia H a la obra más próxima	Nivel de Afectación	Usuarios	Control	Protección			Mitigación			Compensación
(ID PA)	ID					Monitoreo	Demarcación Aislamiento	Zanja Perimetral	Tanque de protección	Repoblamiento Vegetal	Conducción y almacenamiento	Talud de recolección	como contingencia
UF1-PA01	Interflujo	ZODME 136	48	2	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
UF1-PA11	Interflujo	Vía a cielo abierto	140	1	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA12	Resurgencia	Vía a cielo abierto	3	3	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si
UF1-PA13	Resurgencia	Vía a cielo abierto	73	1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA14	Interflujo	Vía a cielo abierto	27	1	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si
UF1-PA15	Resurgencia	Vía a cielo abierto	154	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA16	Resurgencia	Vía a cielo abierto	205	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA17	Resurgencia	Vía a cielo abierto	262	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA18	Interflujo	Vía a cielo abierto	171	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA21	Resurgencia	Vía a cielo abierto	24	1	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No
UF1-PA22	Interflujo	Vía a cielo abierto	43	2	S/I	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA23	Interflujo	Vía a cielo abierto	65	1	S/I	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No
UF1-PA24	Resurgencia	Vía a cielo abierto	79	1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
UF1-PA25	Interflujo	ZODME 144	≈100	1	Si	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si
UF1-PA26	Resurgencia	ZODME 148	≈100	1	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	Si
UF1-PA27	Resurgencia	Vía a cielo abierto	121	1	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No
UF1-PA28	Interflujo	Vía a cielo abierto	157	1	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA29	Interflujo	Vía a cielo abierto	202	1	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA30	Resurgencia	ZODME 144	2	2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA31	Interflujo	ZODME 148	1	2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si
UF1-PA34	Interflujo	ZODME 118	77	1	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	No
UF1-PA35	Resurgencia	Vía a cielo abierto	263	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No

Punto Agua	Tipo de Punto	Obra más Próxima al Punto de Agua	Distancia H a la obra más próxima	Nivel de Afectación	Usuarios	Control	Protección			Mitigación			Compensación
(ID PA)	ID					Monitoreo	Demarcación Aislamiento	Zanja Perimetral	Tanque de protección	Repoblamiento Vegetal	Conducción y almacenamiento	Talud de recolección	como contingencia
UF1-PA36	Interflujo	Vía a cielo abierto	120	1	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No
UF1-PA37	Interflujo	Vía a cielo abierto	157	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
UF1-PA38	Interflujo	Vía a cielo abierto	706	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA39	Interflujo	Vía a cielo abierto	648	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA40	Interflujo	Vía a cielo abierto	219	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA41	Manantial	Vía a cielo abierto	326	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA42	Interflujo	Vía a cielo abierto	356	1	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA43	Interflujo	ZODME 124	172	1	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA44	Interflujo	Vía a cielo abierto	146	1	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA101	Resurgencia	Vía a cielo abierto	37	2	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA104	Interflujo	Vía a cielo abierto	7	3	No	No	No	No	No	No	No	No	No
UF1-PA105	Resurgencia	ZODME 148	186	1	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No
UF1-PA106	Interflujo	Vía a cielo abierto	2	3	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.10 Caracterización hidrogeológica específica Túnel Pamplona

5.1.8.10.1 Datos generales del túnel

Se trata de un túnel bidireccional de dos carriles con galería de emergencia, que se desarrolla entre las progresivas PK58+745 a PK60+075, en una longitud total de 1330.6 m, con una pendiente constante del 4,4%. La velocidad de diseño del túnel Pamplona es de 60 km/h, con dos sobreanchos de vía de 0.5 m y bermas externas de 1.0 m (Figura 5-2.39). Se ubica al norte de la ciudad homónima, al final del trazado de la unidad funcional 1 (Figura 5-2.40). En la Tabla 5-2.21 se reportan los datos generales del túnel Pamplona.

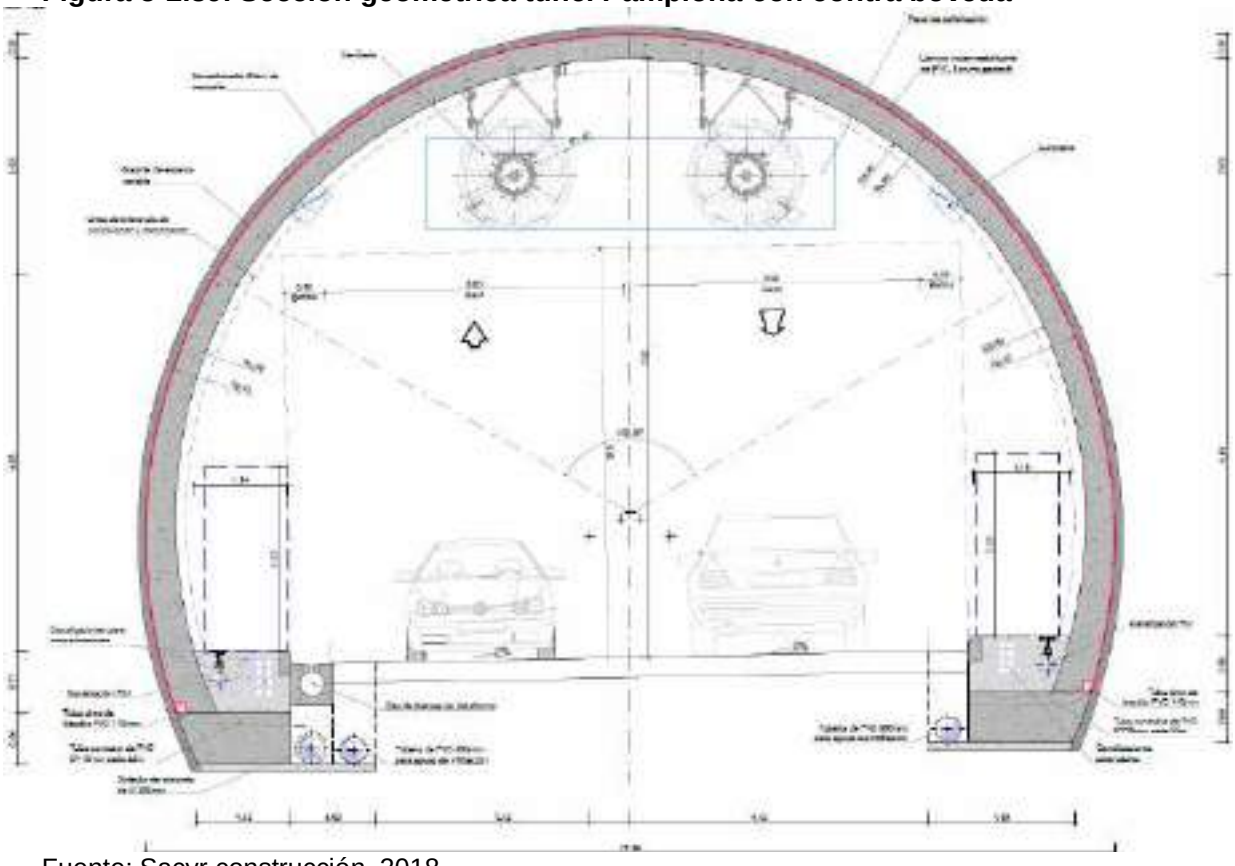
Tabla 5-2.21. Datos generales del Túnel Pamplona

Túnel	Abscisa (m)		Longitud
	Inicio	Fin	(m)
Pamplona	PK58+745.00	PK60+075.36	1330.36

Fuente: Elaboración propia, 2018

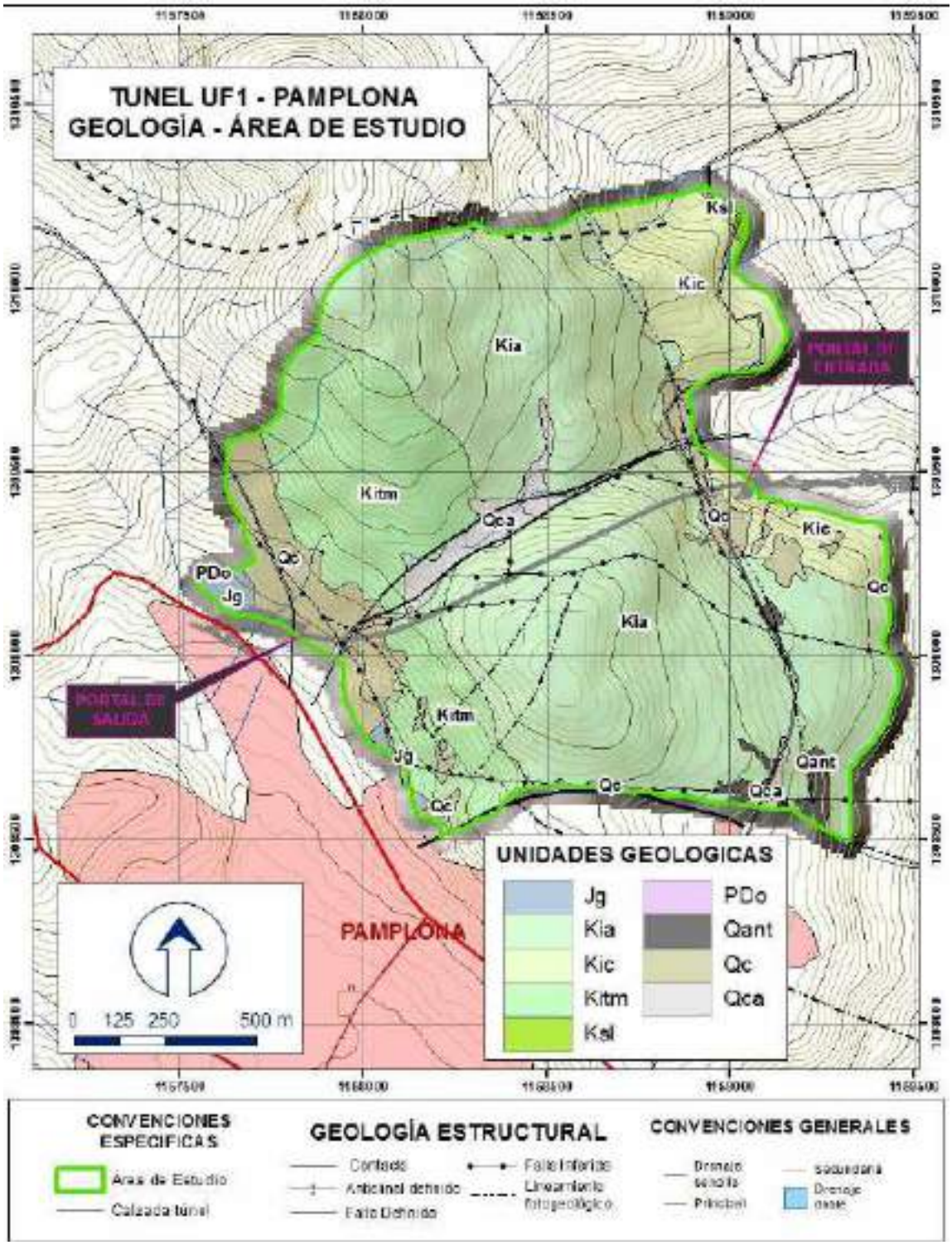
En la **Figura 5-2.39** se indica la sección geométrica del túnel Pamplona con contra bóveda e impermeabilización del revestimiento definitivo.

Figura 5-2.39. Sección geométrica túnel Pamplona con contra bóveda



Fuente: Sacyr construcción, 2018

Figura 5-2.40. Localización túnel Pamplona

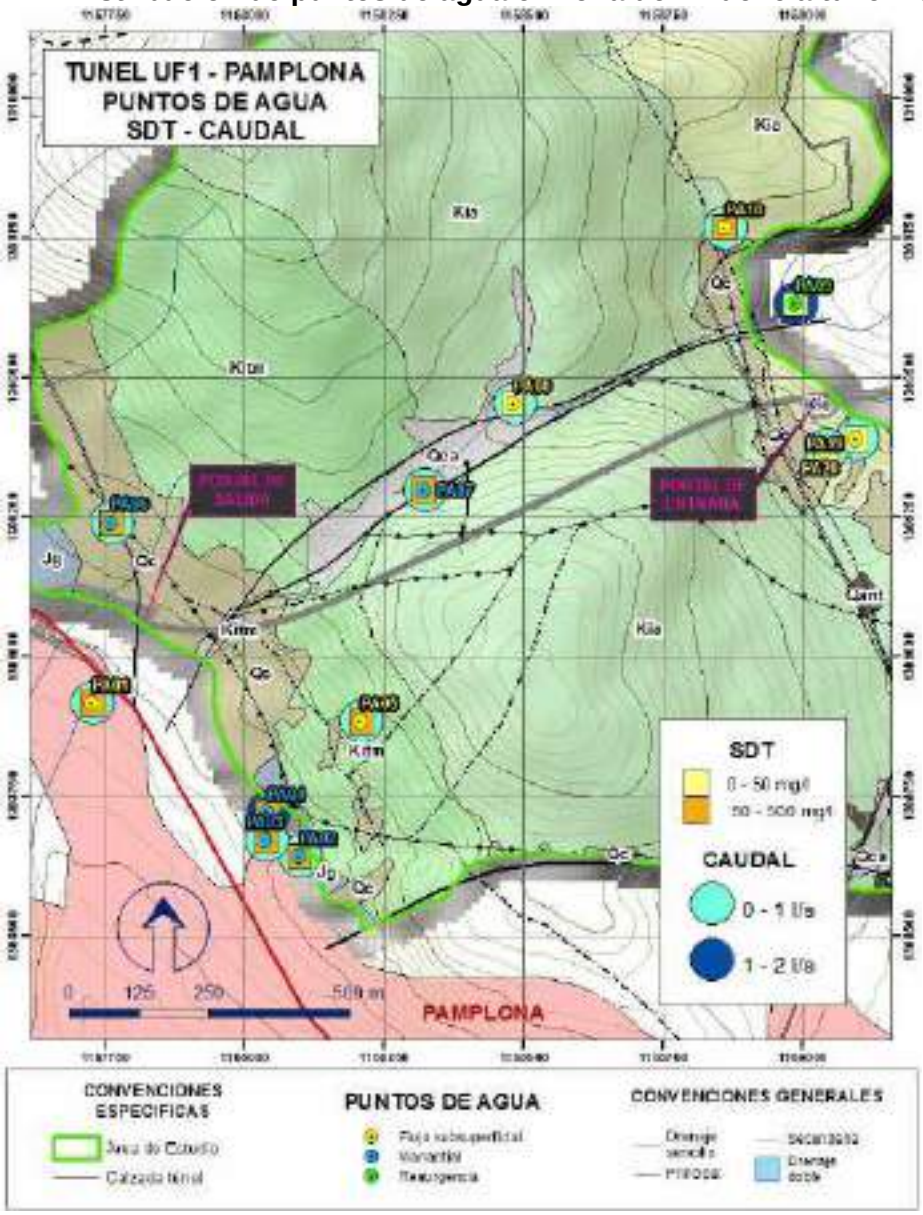


Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.10.2 Análisis hidrogeológico de los puntos de agua inventariados

Durante el desarrollo de los estudios de la UF1 se han inventariado y monitoreado los puntos de agua presentes al interior de las cuencas interceptadas por el túnel Pamplona. Han sido inventariados 13 puntos de agua que se distribuyen en las laderas de las colinas que bordean el trazado del túnel. En particular los puntos de agua se ubican a lo largo de las vertientes oriental y occidental que a su vez coinciden con los portales homónimos, así como a lo largo del único valle que cruza la montaña de oeste a este (Figura 5-2.41).

Figura 5-2.41. Distribución de puntos de agua en zona de influencia túnel Pamplona.



Geodata, 2018.

Aparentemente, la red hidrográfica de menor orden se encuentra poco desarrollado y se activa especialmente durante los eventos de mayores precipitaciones. Mientras que los puntos de agua, de acuerdo con la información suministrada por los habitantes del sector, se caracterizan por ser en su mayoría perennes, aunque el caudal sea generalmente bajo (Q< 1 l/s), salvo un par de excepciones en donde se tienen caudales mayores a 1 l/s (Tabla 5-2.22 y Figura 5-2.41).

Tabla 5-2.22. Datos de información de base relacionada con los puntos de agua inventariados y monitoreados en el sector del túnel Pamplona.

ID	Tipo de Punto	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos					
				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)	Redox-Eh/	T°C Redox
UF1-PA02	Manantial	nov-17	0,221	8	390	19,3	190	124	17,9
		abr-18	0,352	7,4	390	16,7	200	129	16,6
		may-jun/18	-	7,2	358	17,4	190	-	-
UF1-PA03	Manantial	nov-17	0,214	7,9	400	17,6	200	165	17,5
		abr-18	0,212	7,5	430	16,8	210	72	16,6
		may-jun/18	-	8	385	16,6	204	-	-
UF1-PA04	Manantial	nov-17	1,029	7,6	350	16,9	170	192	16,8
		abr-18	1,1	7,4	390	16,7	190	136	16,4
		may-jun/18	-	7,3	343	16,4	182	-	-
UF1-PA05	Interflujo	nov-17	0,157	7,8	150	15,7	70	318	15,5
		abr-18	0,177	7,8	170	15,5	80	127	15,2
		may-jun/18	-	7,2	152	14,7	81	-	-
UF1-PA06	Manantial	nov-17	0,011	7,5	80	18,4	40	86	18,5
		abr-18	0,04	7,6	560	17,5	280	58	16,9
		may-jun/18	-	7,3	712	19,5	378	-	-
UF1-PA07	Manantial	nov-17	0,313	7,5	163	16,9	82	189	15,9
		abr-18	0,449	6,9	190	16,1	100	227	15,1
		may-jun/18	-	6,9	188	15,8	100	-	-
UF1-PA08	Interflujo	nov-17	0,172	5,5	20	15,8	10	401	16,2
		abr-18	0,544	5,4	30	14,5	10	261	14,2
		may-jun/18	-	5,9	21	14,2	11	-	-
UF1-PA09	Resurgencia	nov-17	2,211	6	45	18,7	22	289	18,7
		abr-18	2,116	6,5	40	16,9	20	149	16,7
		may-jun/18	-	6,8	39	15,9	21	-	-
UF1-PA10	Interflujo	nov-17	0,148	7,2	136	16,2	72	64	16,2
		abr-18	0,36	6,7	120	16,8	60	30	16,4
		may-jun/18	-	7	108	15,5	57	-	-
UF1-PA19	Interflujo	nov-17	0,085	4,6	33	15,7	10	330	15
		abr-18	0,268	4,3	30	15,2	20	341	15,1

ID	Tipo de Punto	Fecha	Caudal (l/s)	Parámetros Fisicoquímicos					
				PH	CE (µs/cm)	T (°C)	SDT (mg/l)	Redox-Eh/	T°C Redox
		may-jun/18	-	4,6	26	16,6	14	-	-
UF1-PA20	Interflujo	nov-17	0,065	5,1	20	14,4	10	151	14,2
		abr-18	0,088	4,3	30	14,2	10	266	14,1
		may-jun/18	-	5,3	18	14,8	10	-	-
UF1-PA102	Interflujo	43435	0,16	7,57	224	14,7	112	-	-
UF1-PA103	Resurgencia	43435	-	7,5	340	17,3	167	-	-

Fuente: Geodata, 2018

Los datos de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el terreno y reportados en la Tabla 5-2.22, indican valores de conductividad eléctrica relativamente bajos y en su gran mayoría comprendidos entre 18 y 712 microS/cm, evidenciando en general la presencia de flujos cortos con poca interacción con la matriz sólida del acuífero. También los datos de temperatura no indican anomalías térmicas particulares.

La correlación entre CE y mineralización del agua en términos de STD (Sólidos Totales Disueltos) indican que el agua muestreada se clasifica en su totalidad como agua poco mineralizada (STD≤50 mg/l) y agua mineral (50<TDS≤500 mg/l); el valor máximo medido es de 378 mg/l. Las mediciones de actividad redox indican un ambiente oxidante (Eh>0 mV).

En la Figura 5-2.41 se muestra la distribución de los puntos de agua en relación con su mineralización (STD) y caudal (l/s). Se nota como no se evidencia una relación aparente entre la mineralización del agua y los caudales medidos en cada punto. Sin embargo, hay sectores caracterizados por aguas cuya interacción con la roca/terreno en los cuales fluyen resulta más evidente, por lo que se han sobrepuesto los datos de mineralización con el marco geológico/geoestructural con el fin de verificar posibles interacciones con el substrato rocoso y zona de fallas/fracturas observadas en el terreno. Los resultados se pueden ver en la misma Figura 5-2.41 y son analizados en los párrafos siguientes.

Cinco puntos ubicados en la zona de influencia del túnel Pamplona han sido muestreados y analizados por laboratorios certificados por el IDEAM. Estos corresponden con los puntos de agua denominados UF1-PA02, UF1-PA05, UF1-PA07, UF1-PA09 y UF1-PA10 reportados y analizados en el capítulo de clasificación hidrogeoquímica (5.1.8.7.4). Se trata en todos los casos de agua con tiempos de circulación relativamente bajos, tal como lo sugiere el bajo contenido de Cl (< 5 mg/l).

En el diagrama de Piper que se ilustra en la Figura 5-2.21 (capítulo 5.1.8.7.4), se reportan los resultados de los análisis realizados, incluidos aquellos puntos de agua muestreados en el sector de la vía a cielo abierto de la UF1. En el correspondiente capítulo de clasificación hidrogeoquímica se indica que los puntos de agua observados en la zona del túnel presentan una gran variedad de concentraciones en casi todos los elementos descritos, indicando una circulación muy variable influenciada por un flujo que podría representar recorridos a lo largo de las distintas formaciones geológicas presentes (Ortoneis, Formación

Girón, Fm Aguardiente, Fm Tibú-Mercedes, Formación Capacho, depósitos cuaternarios), así como a través de las fracturas, fallas y posibles elementos estructurales que permiten una rápida mezcla entre diferentes acuíferos.

Tal condición se encuentra bien evidenciada en la Figura 5-2.41 donde se presenta el marco geológico-estructural. Se observa como los puntos de agua se encuentran generalmente alineados a lo largo de las zonas de fallas principales, aunque siempre se debe tener en cuenta el efecto morfológico que las propias estructuras otorgan a la topografía, como valles, zonas de depresión, pendientes, donde en la mayoría de los casos se depositan sedimentos cuaternarios que dado su tamaño y espesor pueden albergar flujos someros (subsuperficiales) en grado de alimentar por si solos un punto de agua. Dependiendo del régimen de precipitaciones y permeabilidades locales, estos flujos se pueden mezclar con flujos en roca un poco más profundos dando lugar en algunos casos a flujos mixtos (flujos subsuperficiales + flujos en roca).

Por otro lado, tal como se indica en el capítulo de clasificación hidrogeoquímica, los índices de saturación respecto a la anhidrita, yeso, dolomita y calcita indican una condición general de bajo saturación (<0). Este elemento indica que las aguas no han tenido suficiente tiempo dentro del acuífero para reaccionar con este, y se pueden definir como inmaduras desde el punto de visita hidrogeoquímico. Esta característica se ha confirmado considerando otros parámetros de los puntos de agua como la concentración de CL y el potencial redox, el cual indica condiciones oxidantes en todos puntos de agua (Eh > a 0).

A continuación, los puntos de agua para los cuales se dispone de los resultados de análisis químico se describen en detalle distinguiendo los sectores donde emergen con características específicas.

- **Puntos de agua UF1-PA02, UF1-PA03 y UF1-PA04**

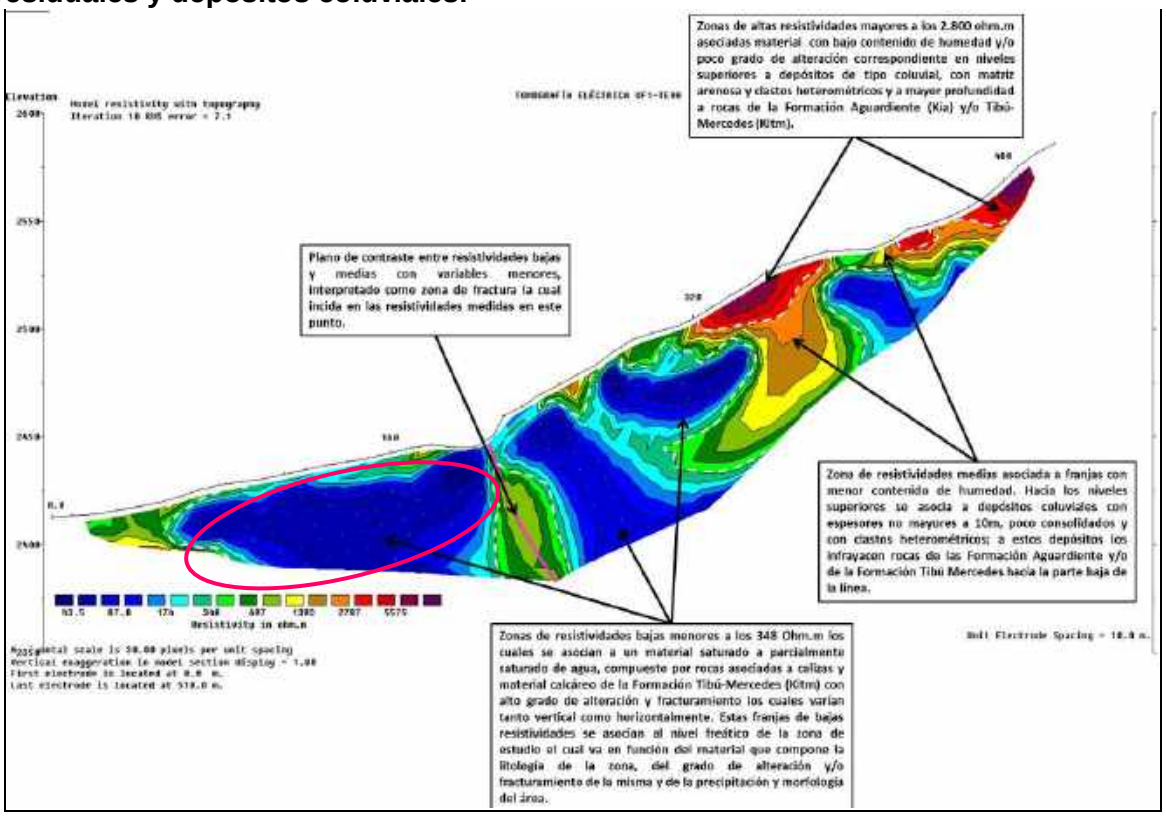
Este grupo de puntos de agua nacen en el sector SW del área de estudio, en las laderas de la montaña al interior de la cual será excavado el túnel de Pamplona. En este sector se tiene un afloramiento espeso de depósitos coluviales tal como lo evidencian los sondeos UF1-S21 y UF1-S21A. Se trata de terrenos con matriz areno-arcillosa a veces constituidos por gravas inmersas en matrices arenosas o arcillosas. Que reposan sobre un potente estrato de suelos residuales de composición dominante limo-arcillosa que pasan localmente a arenosa. Este conjunto constituye un acuífero somero permeable de porosidad primaria de grado medio a medio – alta.

Desde un punto de vista estructural los puntos de agua se alinean a lo largo de la zona de falla que discurre en sentido NW-SE, transversales al túnel, que pone en contacto los terrenos cretácicos y el basamento jurásico. Los datos estructurales indican que, en este sector, existe la intersección con una falla regional con una tendencia E-W. Por lo tanto, es posible que el agua procedente de los puntos inventariados sean el resultado de un fenómeno de mezcla de aguas someras o subsuperficiales que circulan al interior de los depósitos no consolidados con flujos en roca que se desarrollan a lo largo de las zonas de falla y/o de fracturación principal (flujos mixtos).

Los análisis químicos realizados del punto UF1-PA02 muestra una facies hidroquímica Ca-(HCO3) y valores de STD (Sólidos Totales Disueltos) de los tres puntos son relativamente importantes teniendo en cuenta los valores reportados para la zona de estudio.

La presencia de un acuífero somero o subsuperficial es además puesta en evidencia a través de la prospección geoeléctrica UF1-TE8 (Figura 5-2.42), en la cual resulta evidente la presencia de una amplia zona de baja resistividad (probablemente saturada o parcialmente saturada) a lo largo del sector de la ladera que discurre hacia el fondo del valle. La zona de saturación continúa en profundidad alcanzando el substrato que infrayace los depósitos cuaternarios.

Figura 5-2.42 Investigación geoeléctrica UF1-TE08. Se destacan con óvalos en color rojo los sectores en los cuales se desarrollan circuitos someros al interior de suelos residuales y depósitos coluviales.



Fuente: Geodata, 2018

El conjunto de datos a disposición indica que este grupo de puntos de agua son alimentados principalmente por el acuífero que se desarrolla al interior de los espesos depósitos de ladera, los cuales al parecer reciben una contribución de los flujos en roca a través de la zona de falla o zona más facturada.

- **Punto de agua UF1-PA05**

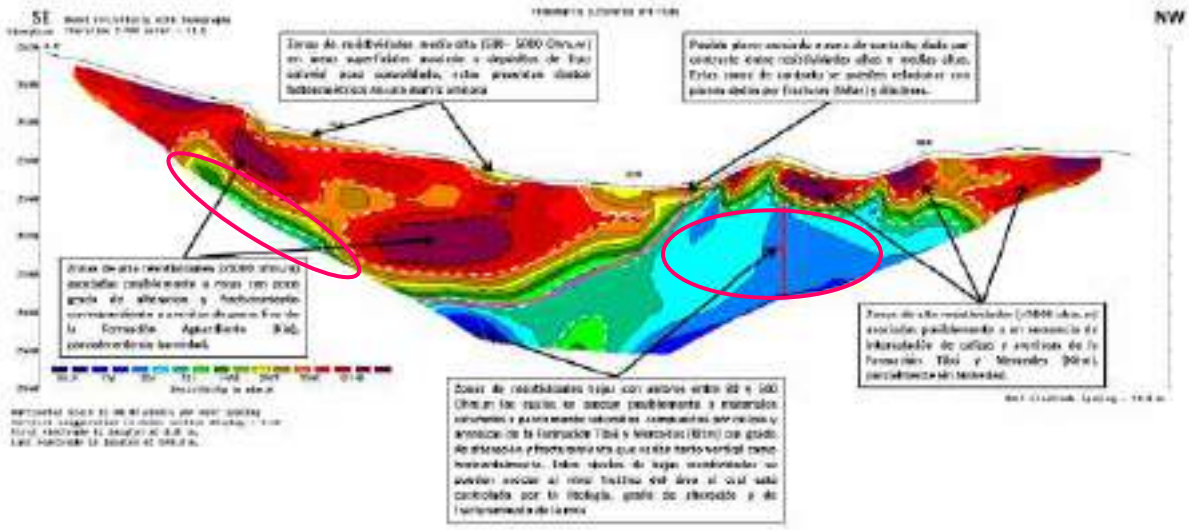
El punto de agua UF1-PA05 se ubica a lo largo de la misma ladera, pero a una cota superior. Nace en un sector en el que afloran los litotipos pertenecientes a la Formación Tibú-Mercedes compuesta en este sector principalmente por areniscas de grano grueso, areniscas cuarzosas, calizas densas, conglomerados, así como shales y areniscas de grano fino, arcillolitas carbonosas y lodolitas.

En particular, como lo evidencia el sondeo UF1-S19, en este sector la secuencia litoestratigráfica está específicamente representada por calizas, areniscas y conglomerados intercalados con niveles de arcillolitas.

Los datos de los análisis químicos evidencian para este punto de agua una facies hidroquímica Ca-Mg-(HCO3) y una marcada degradación de los carbonatos como se observa en el gráfico de correlación entre los iones Ca2++Mg versus SO42-+HCO3 en meq/l (ver diagrama en la Figura 5-2.23 del capítulo 5.1.8.7.4).

Por lo tanto, es posible que el agua del punto UF1-PA05 sea, aunque en mínima parte, alimentado por circuitos que se enriquecen al interior del substrato rocoso y en particular a lo largo de los niveles de calizas que pueden estar sujetos a disolución (pseudocarsismo y/o microcarsismo); sin embargo, la línea UF1-TE04 (Figura 5-2.43) ha individualizado sectores de resistividad media a alta separados de zonas más resistivas (probablemente saturados o parcialmente saturados) que pudieran estar indicando una separación de flujos subsuperficiales de aquellos en roca.

Figura 5-2.43 – Investigación geoeléctrica UF1-T04, se destacan con óvalos en color rojo los sectores en los cuales se desarrollan circuitos en el substrato rocoso al parecer no conexos con flujos subsuperficiales.



Fuente: Geodata, 2018

Por lo que el caso del UF1-PA05, la contribución principal de alimentación del punto de agua es atribuibles a los flujos subsuperficiales aún si al parecer no se observe un acuífero superficial particularmente significativo como también lo indica el poco caudal medido (Q<0,2 l/s). La degradación de los carbonatos puestos en evidencia por el análisis químico podría estar relacionados con la presencia de depósitos coluviales presentes en superficie de litotipos y terrenos derivados de la alteración de la roca calcárea que forma parte de la Formación Tibú-Mercedes.

- **Punto de agua UF1-PA07**

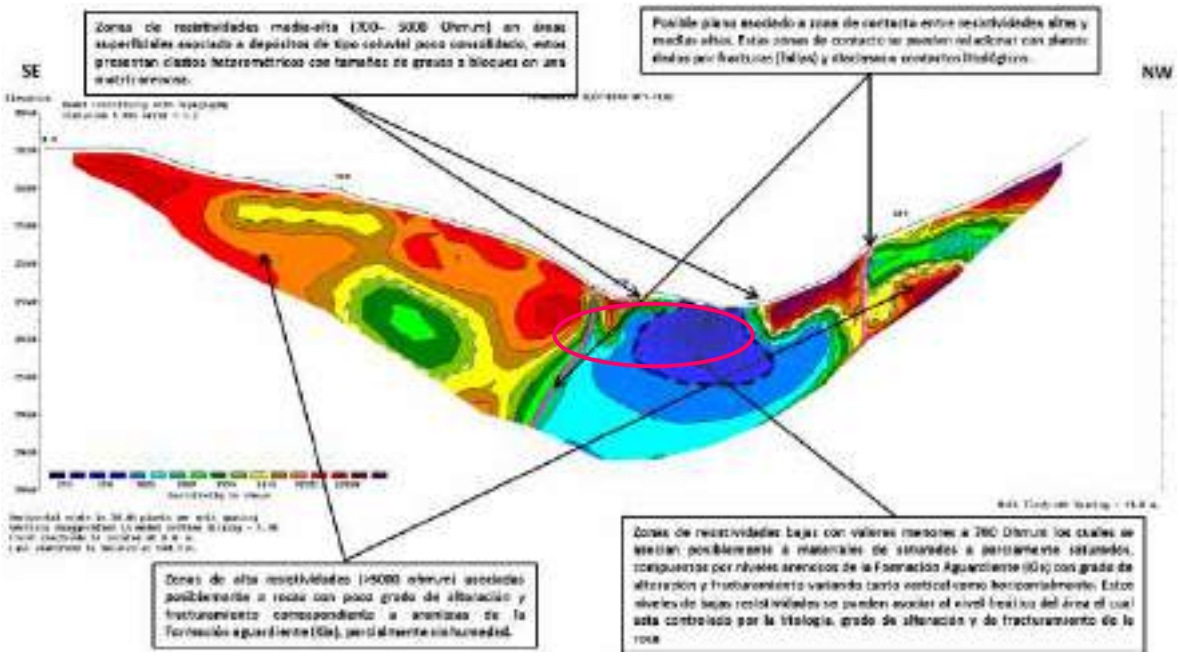
El punto de agua UF1-PA07 nace en el sector del valle que forma una silla estructural paralela al túnel. Tal morfología se encuentra conexa con el complejo marco estructural del macizo rocoso. En particular, la presencia de una franja de deformación frágil con tendencia E-W que se ubica al interior de los litotipos principalmente arenosos-carbonaticos que constituyen la Formación Aguardiente y Tibú-Mercedes.

Este sector también se caracteriza por la presencia de un colchón de depósitos coluvio-aluviales producto de la degradación de los litotipos del substrato cretácico y de la presencia de un retículo hidrográfico secundario de tipo al parecer efímero.

Los análisis realizados sobre el agua muestreada en el punto de agua UF1-PA07 evidencia una facies hidroquímica en la que se destaca la presencia de Cl y SO4 entre los aniones y de Ca entre los iones (ver capítulo 5.1.8.7.4). Esto podría estar relacionado con la disolución de materiales de yeso que pueden estar presentes en el substrato rocoso y/o en los depósitos que derivan de su alteración.

La presencia de una zona potencialmente acuífera en el sector del fondo del valle se evidencia también por las investigaciones geoeléctricas realizados. En particular la línea UF1-TE03 (Figura 5-2.44) muestra un sector de baja resistividad que podría corresponder al acuífero alojado en los depósitos cuaternarios y en el terreno de alteración y fallamiento del substrato arenoso que conforma la zona de falla. Los flujos que se desarrollan en su interior parecen estar confinados por las superficies de falla que pueden jugar un rol de barreras para los flujos transversales, pero como límite alimentador para los circuitos longitudinales a lo largo del rumbo de la zona de falla.

Figura 5-2.44 – Investigación geoeléctrica UF1-TE03. Se destacan con un óvalo de color rojo los sectores en los cuales se desarrollan los circuitos hídricos en el sector del fondo del valle.

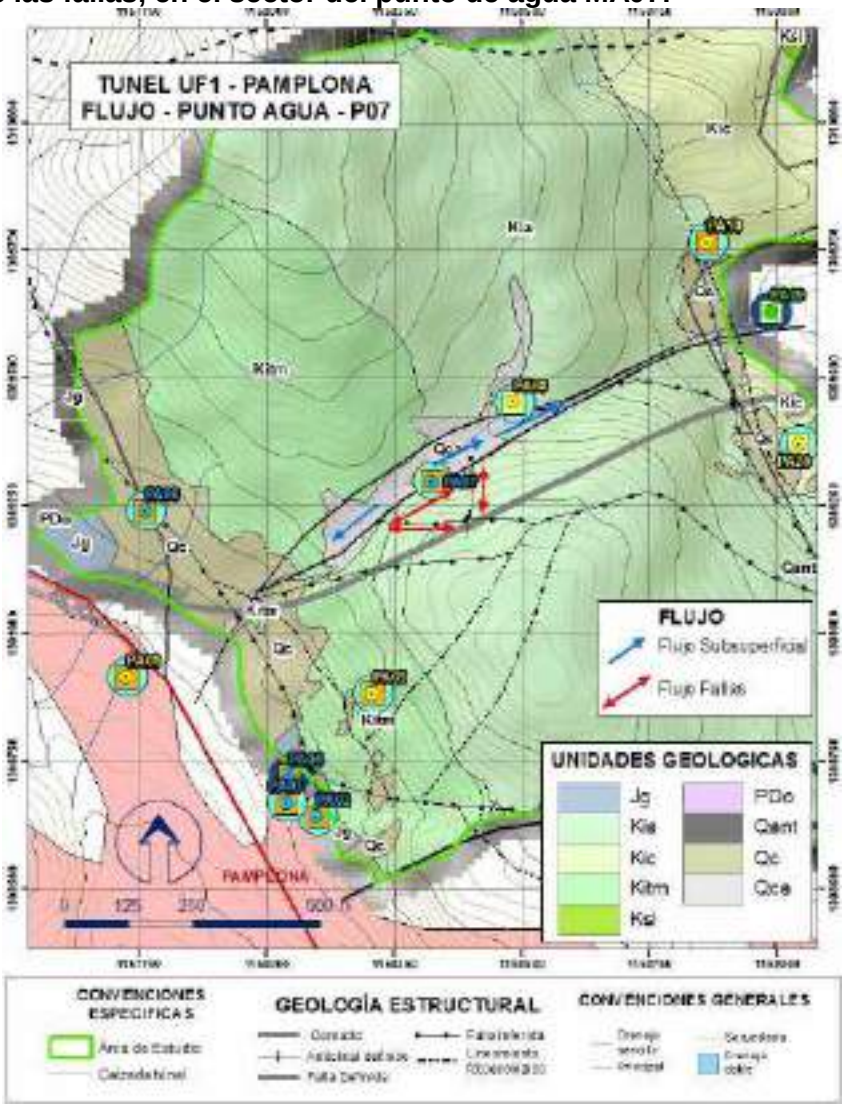


Fuente: Geodata, 2018

Por lo antes indicado se concluye que el punto de agua UF1-MA07 se alimenta de circuitos que se desarrollan en los depósitos cuaternarios y en la cuenca de alimentación ubicada a ambos lados de la silla estructural en la cual nace el punto de agua, con una contribución de circuitos en roca (flujos mixtos).

El complejo retículo geoestructural de este sector podría conectar el túnel en profundidad con la zona potencialmente acuífera lateralmente y ubicada a lo largo del fondo del valle que da lugar al nacimiento del punto de agua UF1-PA07 y UF1-PA08. En la Figura 5-2.45 se muestra el complejo sistema de flujos a lo largo de las fallas que podrían conectar el túnel con los circuitos de flujo que alimentan particularmente el punto UF1-PA-07.

Figura 5-2.45 – Hipótesis de esquema de flujo de circuitos subsuperficiales y en roca a lo largo de las fallas, en el sector del punto de agua MA07.



Fuente: Geodata, 2018

- **Punto de agua UF1-PA09**

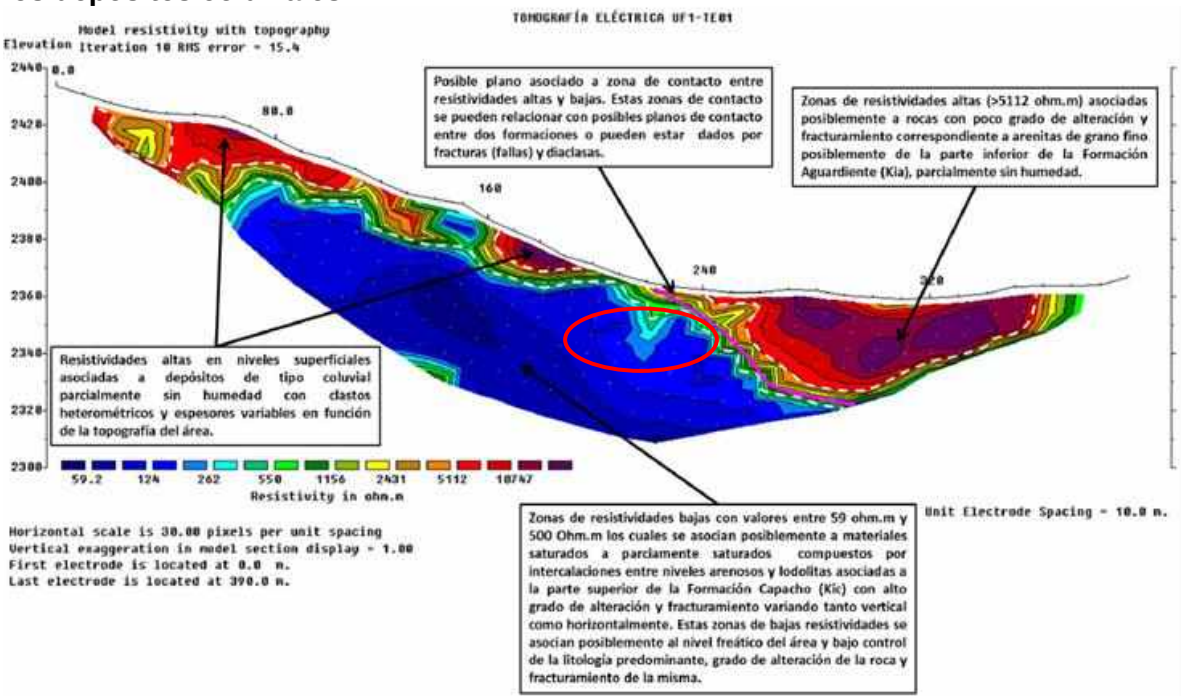
El punto de agua UF1-PA09 se forma dentro de un sector relativamente plano caracterizado por depósitos cuaternarios aluviales y coluviales. El agua muestreada indica una baja mineralización (STD=22 mg/l) y un caudal importante (Q>2l/s).

La facies Ca-(Cl-HCO3) evidencia una alimentación de parte de circuitos subsuperficiales que se desarrollan al interior de depósitos coluvio-aluviales. Estos constituyen cuerpos de espesores del orden de 15 m o más, tal como evidenciado por el sondeo UF1-S15.

No se evidencian elementos que indiquen una alimentación importante de parte de circuitos en roca que en este sector están conformados por la Formación Capachos (Kic).

La presencia de un delgado acuífero presente en los depósitos coluviales se puede deducir también analizando los resultados de las investigaciones geoeléctricas realizadas en este sector. En particular la línea UF1-TE01 indica una franja superficial de resistividad decreciente en correspondencia con el sector deprimido cerca donde emergen los puntos de agua UF1-PA09 y UF1-PA10 (Figura 5-2.46).

Figura 5-2.46 – Investigaciones geoeléctricas UF1-TE01. Se evidencia con un óvalo en color rojo los sectores en los que una disminución de la resistividad podría estar representando la presencia de circuitos subsuperficiales desarrollados al interior de los depósitos coluviales.



Fuente: Geodata, 2018

Del examen de la tomografía eléctrica, es evidente el rol hidrodinámico de la zona de falla geológica que tiende a aislar tramos del substrato saturado (baja resistividad) de otros que al parecer se encuentran poco o nada saturadas (alta resistividad). Como en el caso de la sección analizada precedentemente (UF1-TE3), la falla podría ser considerada como estructura impermeable a los flujos transversales a ella, pero que podría favorecer los flujos que se desarrollan a lo largo de su rumbo.

- **Punto de agua UF1-PA11**

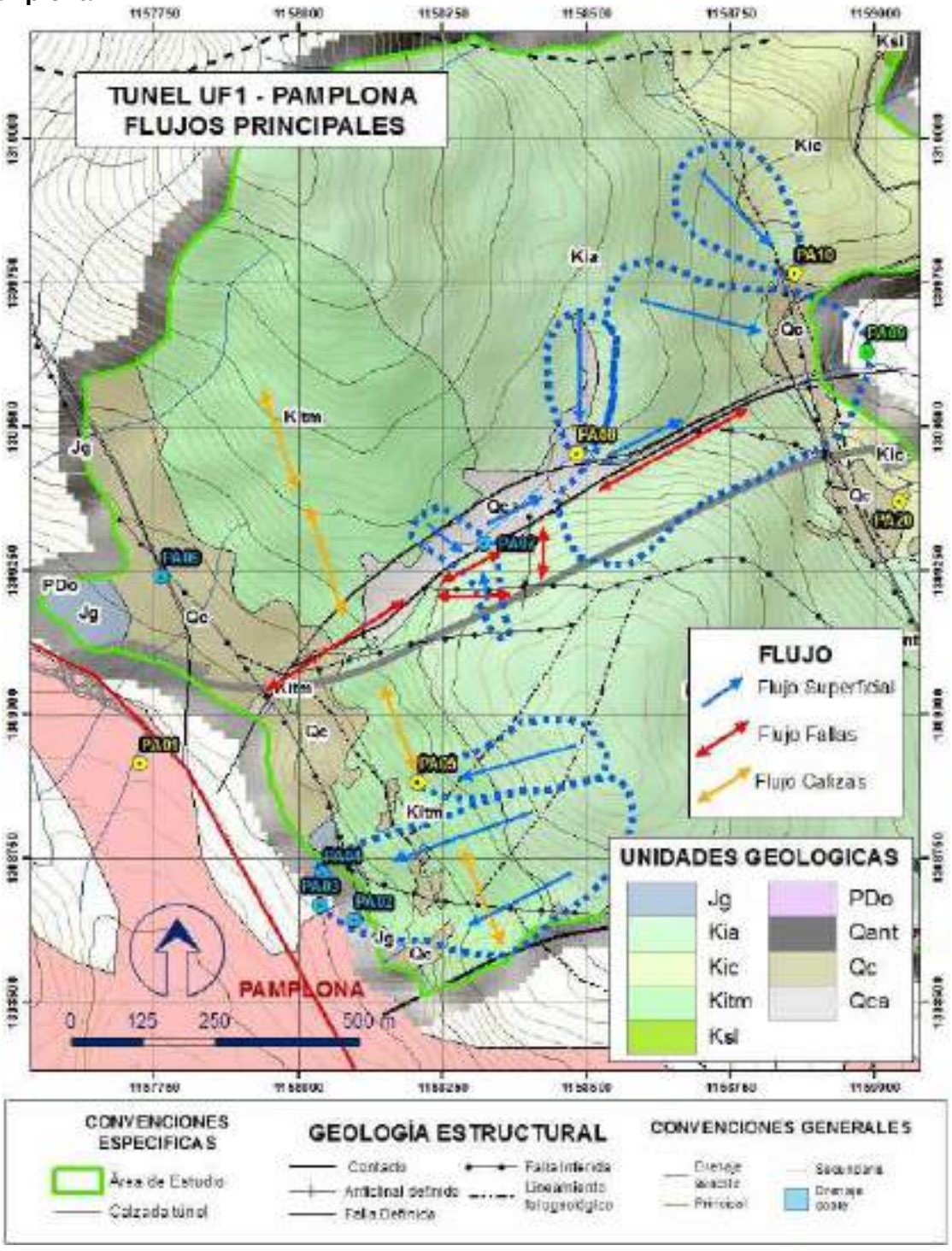
El punto de agua UF1-PA11 emerge a lo largo de la misma ladera donde nace el punto de agua UF1-PA10 pero un poco más arriba, con un caudal más bajo (Q<0,5 l/s) y una mineralización ligeramente mayor (STD_72 mg/l).

Desde el punto de vista hidrogeoquímico, el agua muestreada presenta una facies carbonato-cálcica ((Ca-(HCO3)) típica de circuitos someros o subsuperficiales. También en este caso no se evidencia una alimentación significativa de parte de los circuitos en roca. La cuenca de alimentación resultaría, por lo tanto, constituida por lentes de materiales coluviales que recubren el substrato rocoso y que en este sector resultan de espesor reducido. Este elemento justifica el poco caudal medido durante el monitoreo de campo.

Finalmente en la Figura 5-2.47 se muestra el esquema de los flujos que pueden estar presentes o interactuado en inmediaciones del túnel Pamplona.

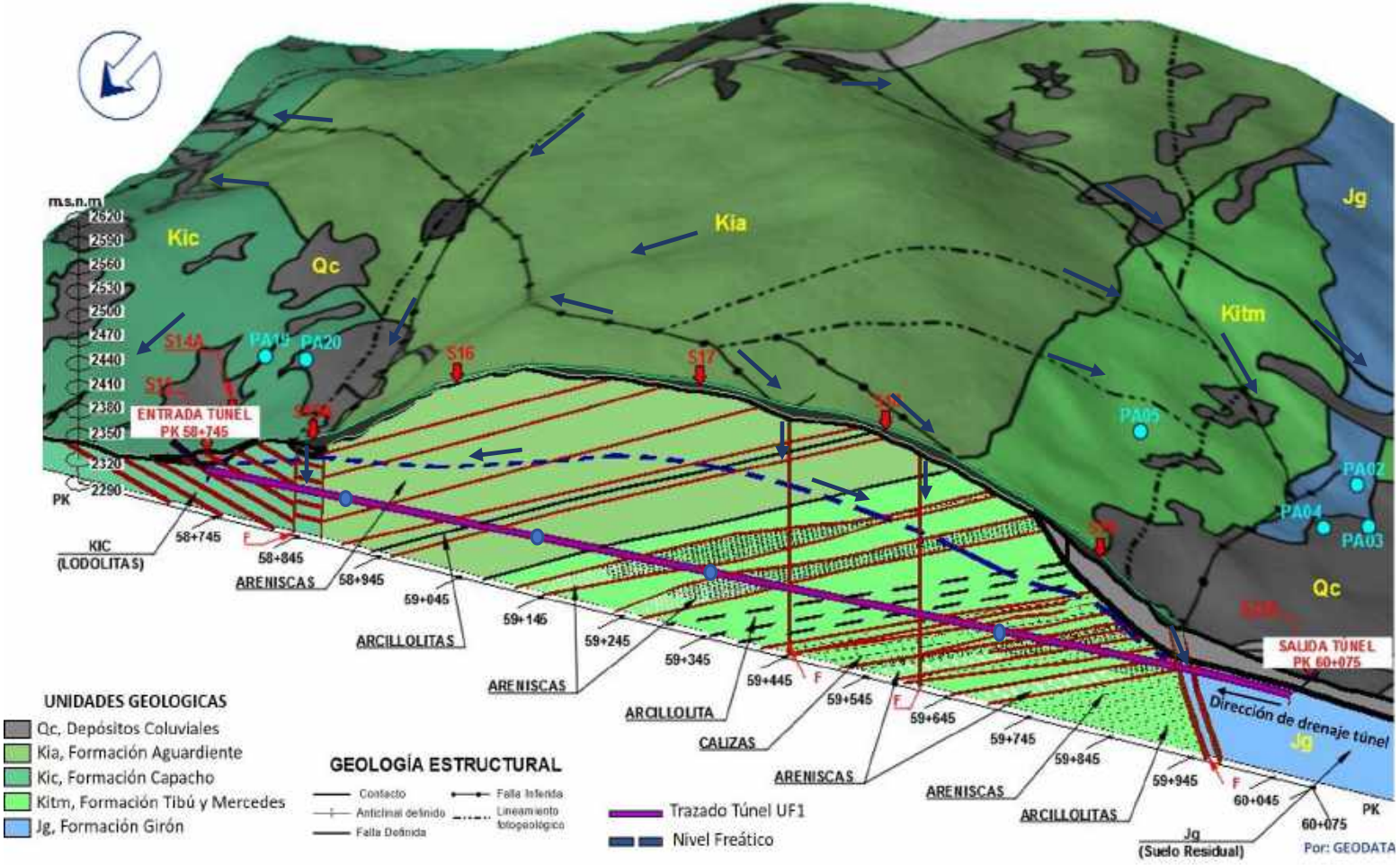
En la Figura 5-2.48 se muestra el bloque-diagrama que ilustra las principales características geológicas e hidrogeológicas del túnel Pamplona.

Figura 5-2.47 – Sistemas de flujo principales identificados en el sector del Túnel Pamplona.



Fuente: Geodata, 201

Figura 5-2.48 Perspectiva tridimensional del Túnel Pamplona. Entorno geológico e hidrogeológico.



Fuente: Geodata, 2018.

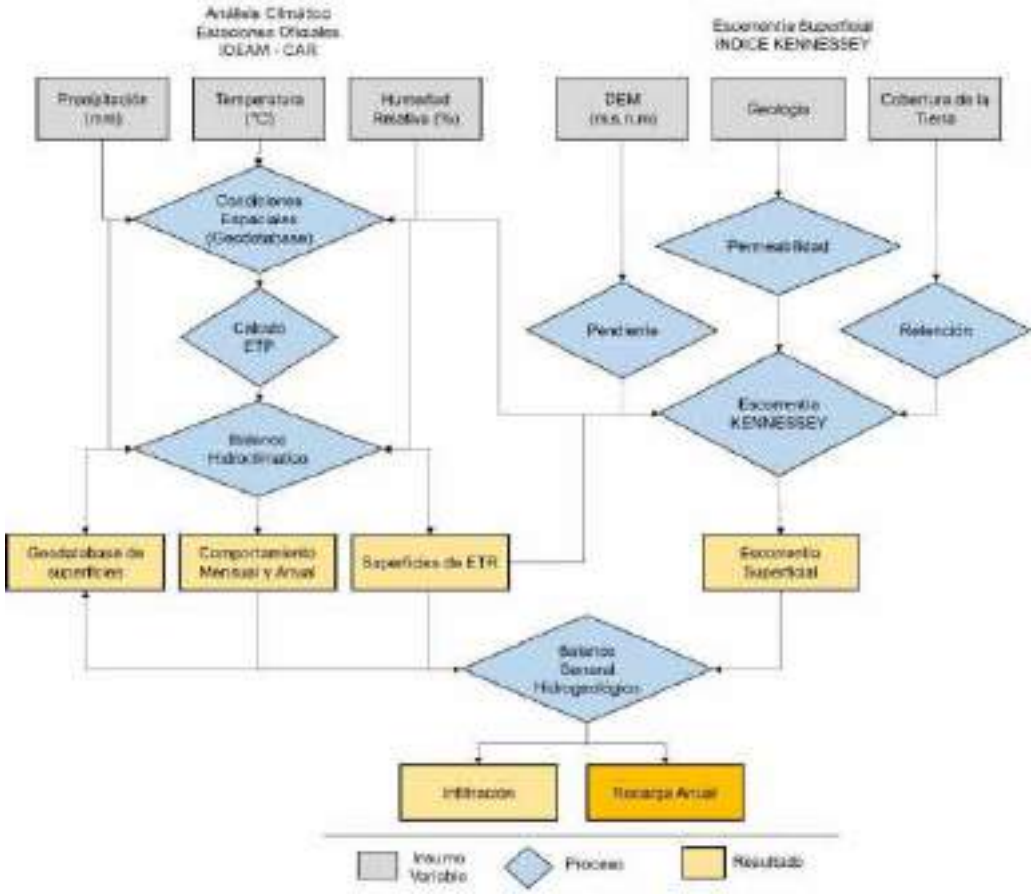
5.1.8.10.3 Valoración de la recarga túnel Pamplona

En este capítulo se desarrolla la metodología para el cálculo de la recarga esperada sobre el área de estudio que envuelve el trazado del Túnel Pamplona (UF1). Incorporando el análisis climático medio anual de manera particular para la zona del túnel a partir de estaciones climáticas oficiales y su comportamiento espacial y Multitemporal. Las condiciones de escorrentía superficial son abordadas a partir de la metodología Kennessey, caracterizando la Permeabilidad, la cobertura vegetal y la pendiente.

- **Metodología Empleada**

Se describe a continuación la metodología implementada para el análisis de recarga, incluyendo los análisis climáticos necesarios sobre las áreas de estudio (Figura 5-2.49). Siguiendo un procedimiento de análisis espacial, fundamentado en superficies continúas de las variables utilizadas. Las variables espaciales contempladas se han administrado a partir de Geodatabase organizadas y procesadas bajo un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Figura 5-2.49 Esquema Metodológico



Fuente: Geodata, 2018.

La metodología se desarrolla en dos partes: primero, las principales condiciones climáticas de las áreas de estudio y segundo, el cálculo de escorrentía, basado en el balance hidrogeológico del área de interés. A continuación, se describen los componentes metodológicos.

- Análisis Climático:

Se evaluaron las condiciones atmosféricas principales, medidas a partir de estaciones oficiales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

- *Precipitación (mm)*: La precipitación media mensual multianual y anual relacionan la cantidad de agua natural atmosférica de entrada al sistema natural evaluado.

- *Temperatura (°C)*: La sensación de temperatura media mensual multianual y anual, establecen las condiciones de cambio de estado y catalizador en los sistemas de energía sobre la superficie y los balances evaluados.

  Las condiciones de temperatura mínima, media y máxima se especializaron a partir de su correlación inversa de altura sobre las estaciones seleccionadas.

- *Humedad Relativa (%)*: Las proporciones de agua en diferentes condiciones atmosféricas permiten evaluar las posibilidades de cambio real y potencial, relacionando de manera sinérgica los elementos de precipitación y temperatura sobre los balances utilizados.

- *Evapotranspiración Potencial (ETP)*: Relaciona las condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa sobre las cuales el agua es transformada en vapor.

  Evaluando de manera simultánea la posibilidad bilógica de transpirar y las condiciones naturales en que el agua se evapora. Se plantea el uso de la ecuación de ETP mensual propuesta por García y López (1970), ya que se encuentra ajustada para condiciones tropicales (Valencia 2010). Los valores anuales de evapotranspiración son determinados a partir de la formulación de Turc (1954).

$$ETP = 1.21 * 10^{Ft}(1 - 0.01 * HR_D) + 0.21 * t - 2.3 \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

$$Ft = \frac{7.45t}{234.7+t} \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

$$HR_D = Humedad\ media\ del\ mes$$

$$t = Temperatura\ media\ del\ mes$$

- Condiciones Espaciales Geodatabase:

Las variables climáticas utilizadas al igual que los demás elementos expuestos en este documento se han construido a partir de superficies continuas, almacenadas en Geodatabases que permiten su manipulación espacial.

- Balance Hidroclimático:

Se ha desarrollado el balance Hidroclimático medio mensual multianual a partir de las superficies de variables climáticas (Olaya, 2004), (Singh, 2012), (Rocha, 2010), obteniendo el comportamiento distribuido del balance a través de las áreas de estudio, con ello se relaciona una mejor precisión en el comportamiento y los cambios que se producen en un medio continuo. Se obtuvieron los siguientes derivados al realizar el balance hidroclimatico:

- *Almacenamiento*: Cantidad de agua media mensual que puede ser almacenada por las condiciones de suelo.

- *Déficit*: Cantidad de agua faltante en el sistema por un incremento en la evapotranspiración y la precipitación de entrada.

- *Evapotranspiración Real (ETR)*: Con el balance se obtiene el producto principal de este mecanismo de relaciones donde se calcula este fenómeno con base en el potencial real de entrada y salida para cada mes, llevando a un ajuste adecuado las condiciones de ETP iniciales.

- *Exceso*: Cantidad de agua de salida del sistema por saturación.

- Escorrentía Superficial:

La escorrentía superficial se determina a partir de la formulación establecida por KENNESSEY (1930) destacando la capacidad de incluir variables medibles y determinantes sobre las áreas de estudio. Se presentan ajustes adecuados para condiciones de relieve colinado y superiores, ya que este método fue ajustado bajo elementos similares (Tardi & Vittorini, 1977, Barazzuoli et al., 1987, Colombetti & Mattioli, 1991, Bauducco et al., 1992). También se relaciona en un buen ajuste para las condiciones de recarga en diferentes periodos de tiempo y evaluaciones de cambio tendencial del clima (Spadoni, Brilli, Giustini, & Petitta, 2010).

La versatilidad del método se basa en la cuantificación de condiciones que ejercen un peso uniforme en el fenómeno de escorrentía:

- Pendiente del terreno: Derivada de un modelo digital de terreno, con resolución espacial de 12.5m del sensor activo ALOS para el año 2011. Con lo cual se obtiene una escala de mejor detalle a 1:25000.

- Permeabilidad: Se ha determinado por el estudio Geológico de detalle que acompaña este estudio.

- Cobertura vegetal y uso del suelo: Esta superficie fue actualizada a una escala 1:10000 a partir del mosaico que cubre las áreas de estudio, basados en el sensor óptico RapidEye.

El coeficiente de escorrentía (CK), se determina por la relación sinérgica de la pendiente del terreno (CA), el estado de la cobertura vegetal (CV) y la permeabilidad de la roca (CP). Que influyen de manera continua sobre el comportamiento de la escorrentía.

$$CK = CA + CV + CP \qquad \textbf{Ecuación 3}$$

Cada uno de estos componentes se preparan a partir de una variable espacial continua, almacenada como una superficie que representa dichos cambios en el territorio, pudiendo evaluar su parámetro cuantitativo y espacial de manera simultánea en el cálculo aditivo de su índice.

Los niveles categóricos para cada una de las variables mencionadas en el cálculo de la escorrentía CK, varían según el comportamiento climático del área de estudio, de esta manera se propone usar el índice de aridez (*Ia*) propuesto por Marttone (1926) y ajustado para el cálculo del CK (Tardi & Vittorini, 1997), (Bauducco, Antonio de Luca, Dematteis, & Mascocco, 1992), como se presenta en la siguiente formulación:

$$Ia = \frac{\left(\frac{P}{T+10} + 12\frac{p}{t}\right)}{2} \qquad \textbf{Ecuación 4}$$

$P = Precipitación\ media\ anual$
$T = Temperatura\ media\ anual$
$p = Precipitación\ media\ mensual\ del\ mes\ mas\ seco$
$t = Temperatura\ media\ mesnual\ del\ mes\ mas\ seco$

La propuesta del índice de escorrentía CK, indica que la clasificación de las variables utilizadas en su cálculo está condicionada al resultado del Índice de Aridez mencionado, presentando tres categorías de valores, la primera para: *Ia* < 25, la segunda: 25 < *Ia* < 40 y por ultima: *Ia* > 40. En la Tabla 5-2.23 se presenta los valores de clasificación propuestos y variación su dependiendo el resultado del *Ia*.

Tabla 5-2.23 Clasificación de parámetros en función de variación del Índice de Aridez

Índice de aridez (*Ia*)		***Ia* < 25**	**25 < *Ia* > 40**	**Ia > 40**
Pendiente (C_a)				
C_a1	A>35%	0.22	0.26	0.30
C_a2	10%<A>35%	0.12	0.16	0.20
C_a3	3.5%<A>10%	0.01	0.03	0.05
C_a4	A<3.5%	-	0.01	0.03
Cobertura vegetal (C_v)				

Índice de aridez (*Ia*)		*Ia* < 25	25 < *Ia* > 40	Ia > 40
C_v1	Roca desnuda	0.26	0.28	0.30
C_v2	Pastizales	0.17	0.21	0.25
C_v3	Tierra de cultivo, arbustos	0.07	0.11	0.15
C_v4	Bosque de árboles altos	0.03	0.04	0.05
Permeabilidad (C_p)				
C_p1	Impermeable	0.21	0.26	0.30
C_p2	Media	0.12	0.16	0.20
C_p3	Buena	0.06	0.08	0.10
C_p	Elevada	0.03	0.04	0.05

Fuente: Tardi & Vittorini (1997), Baducco et al (1992) y Sapdonni et al (2010)

El cálculo final de la escorrentía (R) a partir del coeficiente CK, se obtiene con la precipitación media anual mínima, media y máxima para el área de estudio a partir de la siguiente consideración:

$$R = CK * P \qquad \textbf{Ecuación 5}$$

Las relaciones numéricas y espaciales presentadas en la metodología son desarrolladas a través del procesamiento algebraico de mapas, obteniendo para cada variable una superficie independiente y de igual forma entre sus interacciones. Las unidades espaciales del modelo raster utilizado presenta una resolución de 12.5m para cada uno de sus lados, como unidad mínima de representación del área de estudio.

El sistema de referencia espacial utilizado para el desarrollo metodológico expuesto, obedece al sistema Magna – Sirgas Colombia Bogotá, de origen central. Con el cual se han elaborado las salidas gráficas y los cálculos numéricos de superficies.

- Balance Hidrogeológico:

Este responde a las condiciones generales del sistema hídrico y es calculado bajo los parámetros explicados anteriormente. La relación inversa media anual presentada para este balance se considera a partir de las superficies finales de precipitación media anual, evapotranspiración real media anual y escorrentía media anual, como se presenta a continuación:

$$I = P - Etr - R \qquad \textbf{Ecuación 6}$$

$I = Infiltración\ media\ anual$
$P = Precipitación\ media\ anual$
$Etr = Evapotranspiración\ real\ media\ anual$
$R = Escorrentia\ media\ anual$

- Recarga:

El potencial de recarga del acuífero se encuentra en función de la capacidad de infiltración obtenida en el balance anterior y la superficie que este representa. De esta manera se obtuvieron superficies de recarga para el área de estudio donde se observa la variabilidad de recarga y su comportamiento espacial, en función del tamaño de resolución mencionado de 12.5m de lado por pixel y el total como la suma de toda la superficie continua. La expresión de recarga se presenta a continuación:

$$Recarga = I * S \qquad \textbf{Ecuación 7}$$

$$I = Infiltración\ media\ anual$$
$$S = Superfcie\ de\ infiltración$$

- **Área hidrogeológica de estudio para el túnel**

El área de estudio de interés para el balance hidrogeológico se encuentra asociada al área circundante al túnel de Pamplona ubicado en la unidad funcional 1 (UF1) del proyecto. Al norte de la ciudad de Pamplona, la cual presenta una superficie de 259.16 ha.

Al norte, se definió el área de estudio por la divisoria de aguas que se encuentra en dirección oeste a este y al sur por la falla definida en el proyecto de igual dirección a la anterior. La definición del trazado se apoyó con la interpretación fotogeológica de las imágenes disponibles en el área de estudio.

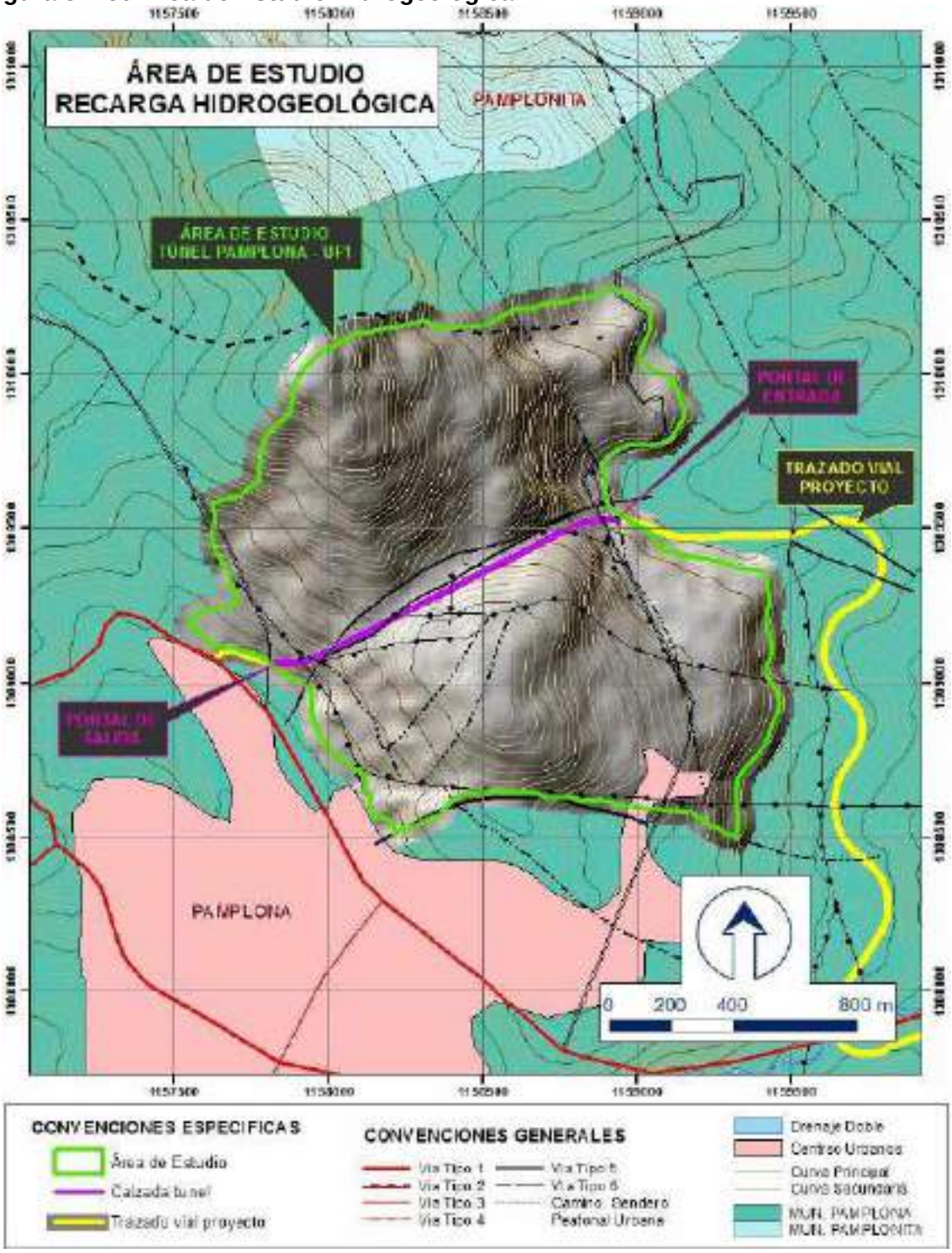
Por el costado occidental se tuvo en cuenta la cota altitudinal del portal de salida en dirección sur y hacia el norte se siguió el contacto entre el Ortoneis (PDo) y el depósito Coluvial (Qc). Para las consideraciones en el costado oriental, se limitó el área de estudio por la cota altitudinal de la rasante en el portal de entrada, atravesando de norte a sur y cerrando de este modo el área de influencia (Figura 5-2.50).

- **Condiciones Climáticas**

Las condiciones climáticas fueron analizadas de manera semiregional con la distribución de los datos oficiales. Los análisis se basan en la información media mensual multianual de las estaciones oficiales climatológicas del IDEAM. En la Tabla 5-2.24 se referencia el tipo de estación y las condiciones de su posicionamiento.

La reconstrucción de los campos de lluvia y de temperatura permitió evaluar las condiciones locales del área de estudio y de manera simultánea su visión regional y formación en el territorio.

Figura 5-2.50 Área de Estudio Hidrogeológica



Fuente: Geodata, 2018.

Tabla 5-2.24 Estaciones meteorológicas utilizadas

CÓDIGO	NOMBRE	CAT	ENTIDAD	ESTE	NORTE	ALTITUD	P (mm)	T (°C)
16015030	LA ESPERANZA	CO	IDEAM	1170796.52	1329167.45	1814	X	X
16015020	ISER PAMPLONA	AM		1158725.57	1307000.39	2477	X	X
16015090	TAMA PARQUE NACIONAL	CP		1180559.35	1313056.11	2431	X	X
37015010	SILOS	CO		1146262.08	1288985.79	2765	X	X
16020080	CUCUTILLA	PM		1144316.41	1324655.62	1388	X	
16020110	LA CALDERA	PM		1149907.29	1301441.61	3103	X	
37010010	LABATECA	PM		1174214.84	1299308.26	1699	X	
37010030	CACOTA	PM		1158760.95	1295937.77	2467	X	
CP: Climatológica Principal, CO: Climatológica Ordinaria, AM: Agrometeorológica, PM: Pluviométrica								

Se registraron ocho estaciones de precipitación alrededor del territorio involucrado en el análisis, con principal ajuste por la estación: ISER PAMPLONA, que se encuentra cercana al trazado del túnel estudiado. Cuatro estaciones con posibilidad de registros de temperatura ajustaron la correlación inversa de la altitud con la temperatura en los valores medios, mínimos y máximos.

- Comportamiento de la Precipitación

La variabilidad de la precipitación en la región se encuentra en un régimen bimodal que presenta sus mayores valores de lluvia en los meses de abril a mayo y en octubre a noviembre. Enero indica el primer periodo seco registrado en este régimen y en el mes de julio se registra el segundo periodo seco de menor a igual magnitud.

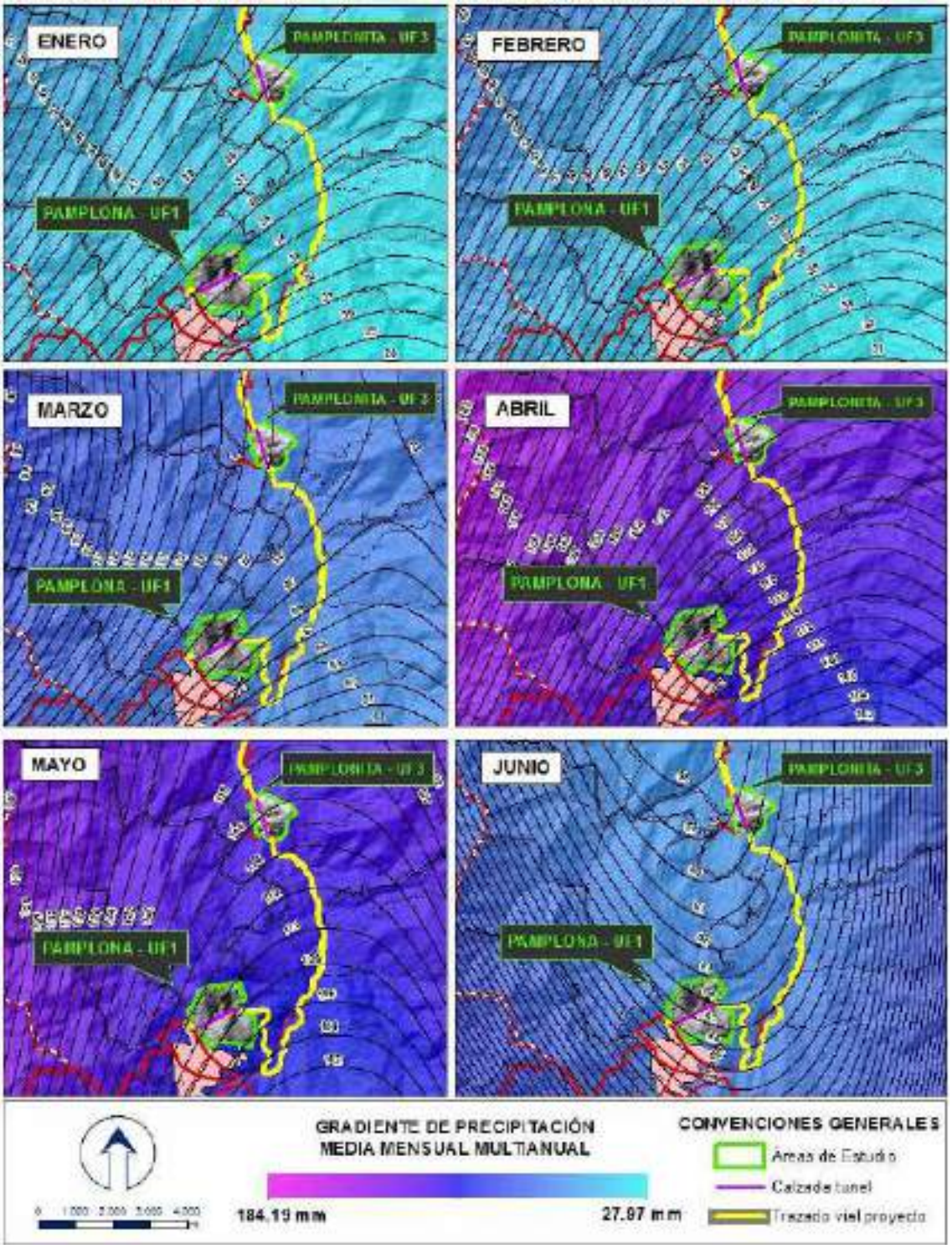
Los campos de lluvia sobre la región estudiada y su territorio circundante se encuentran en un rango anual de 27.97 mm y 184.19 mm, los cuales recogen la variabilidad media mensual multianual.

En la Figura 5-2.51 se establecen las condiciones bajo una misma escala representando los meses de enero a junio, en lo cual se observa el rápido cambio en la oscilación media de las lluvias pasando de valores de 34 – 39 mm (enero) a valores de 120 - 130 mm (abril).

Estas rápidas oscilaciones en las precipitaciones describen comportamientos variables significativos que pueden ser acompañados por fuertes efectos durante condiciones de fenómenos regionales como el niño y la niña.

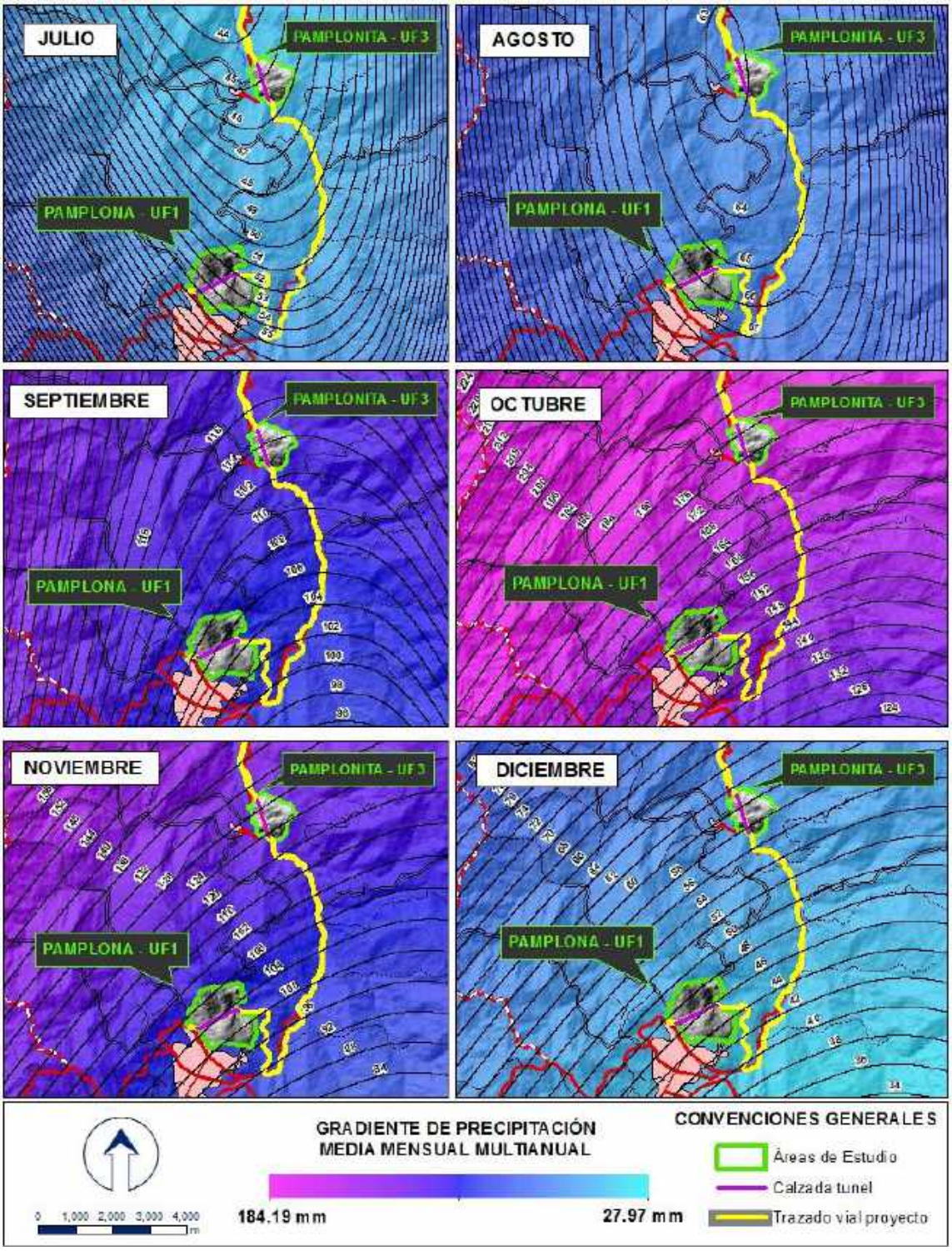
Los últimos seis meses del régimen de precipitación (Figura 5-2.52) establecen las condiciones más extremas del comportamiento de lluvias. Julio el segundo periodo seco y con menores precipitaciones promedio (45 – 53 mm) y octubre con picos que pueden llegar a los 164 – 180 mm. Con lo cual se permite inferir periodos de mayor atención sobre los últimos seis meses debido a los cambios en periodos secos que se pueden prolongar o viceversa con las condiciones fuertes de lluvia que alteran este ciclo promedio.

Figura 5-2.51 Comportamiento de la Precipitación de enero a junio



Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.52 Comportamiento de la Precipitación de julio a diciembre

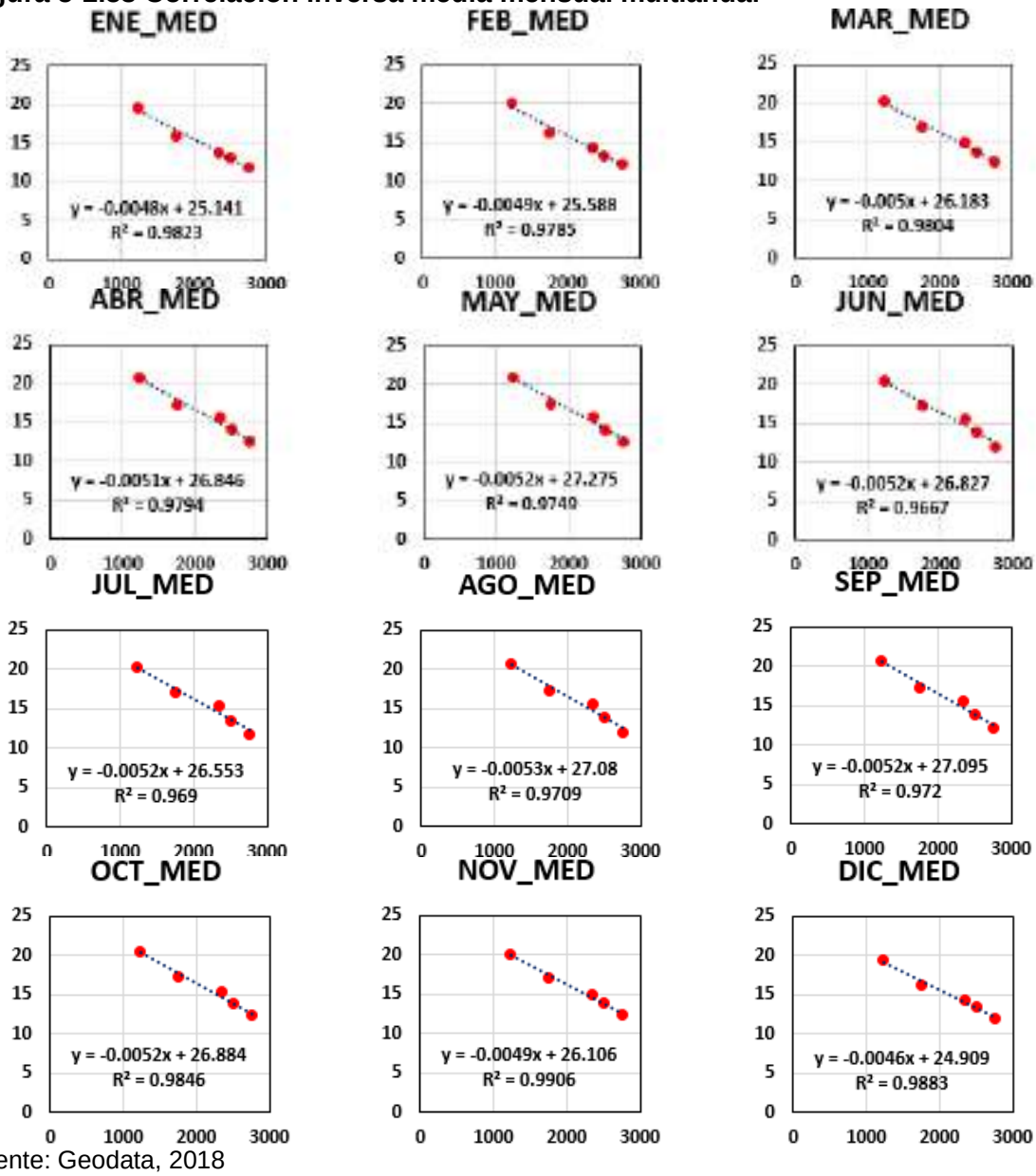


Fuente: Geodata, 2018

- Comportamiento de la Temperatura

La temperatura es la variable de menor cambio temporal al ser comparada con las demás variables del sistema climático, aunque se representa con claridad los cambios de oscilación por la relación inversa de altura y temperatura. Para las condiciones representadas en la región de estudio se reconstruyo el comportamiento inverso de la temperatura con respecto a los cambios de altura, para cada mes analizado en el régimen de temperatura (Figura 5-2.53).

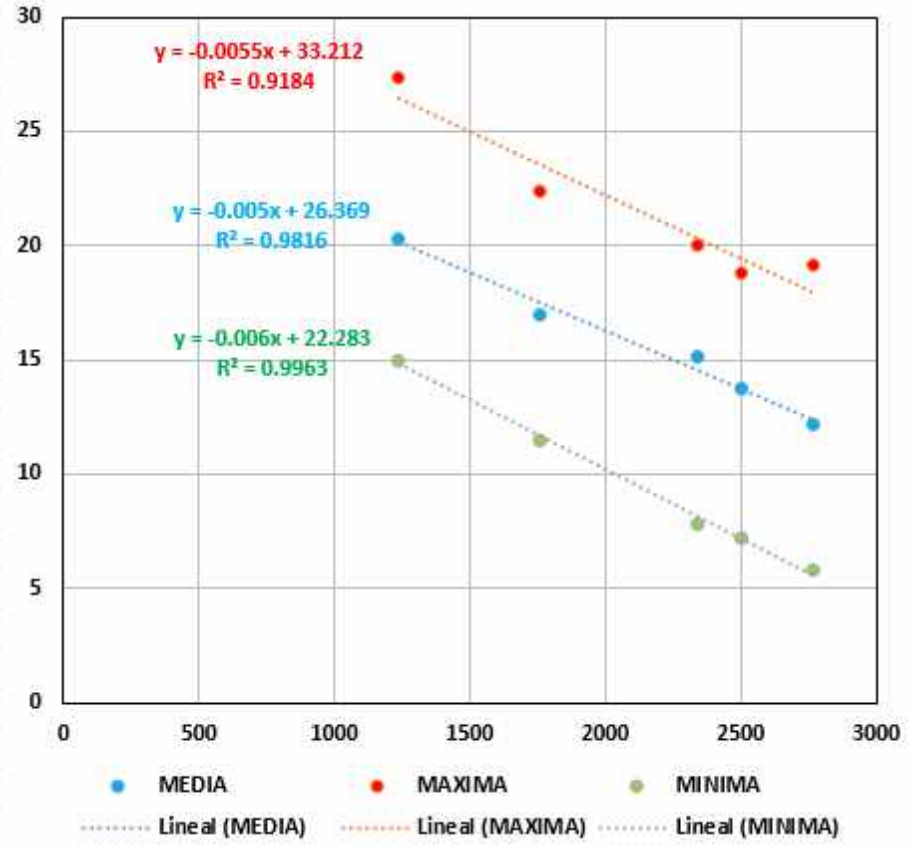
Figura 5-2.53 Correlación inversa media mensual multianual



Fuente: Geodata, 2018

Los comportamientos del régimen de temperatura muestran oscilaciones que responden de igual forma al patrón evaluado anteriormente con la precipitación, pero en condiciones de rangos menores (Figura 5-2.54). Tan solo el rango de oscilación para la temperatura es del 3%, elemento que distingue periodos de humedad mas no de estaciones en nuestro sistema climático regional (IDEAM, 2014).

Figura 5-2.54 Correlación inversa anual

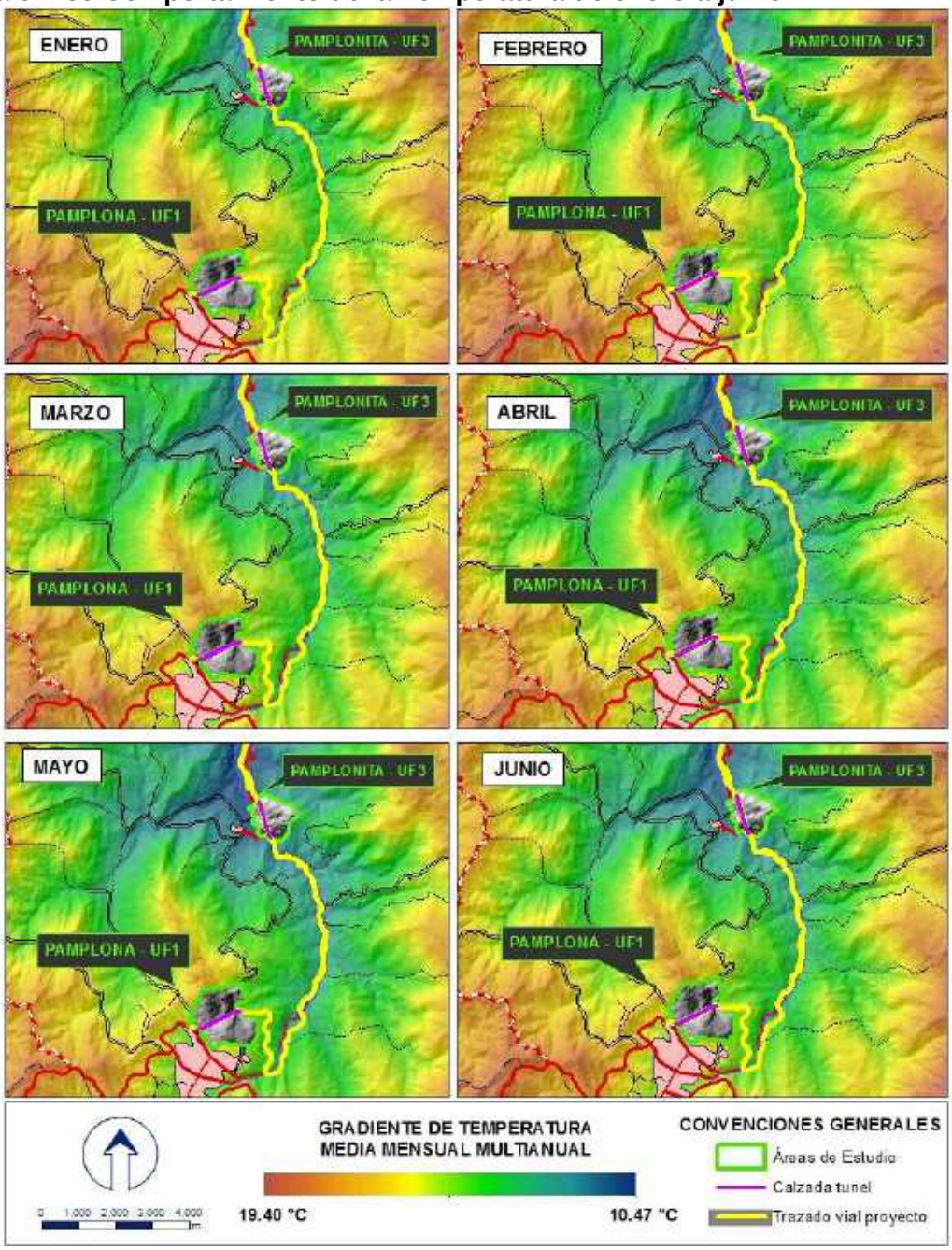


Fuente: Geodata, 2018

Se puede evidenciar la respuesta del cambio de temperatura en el desarrollo vertical de altitud sobre las áreas de estudio. Las condiciones del régimen oscilan entre 19.40 °C y 10.47 °C para todo el dominio espacial analizado, en esta relación altitudinal no se presentan cambios en la correlación calculada (Figura 5-2.53), con valores superiores al 95%.

En la Figura 5-2.55 se presenta el comportamiento de los primeros seis meses del régimen de temperatura, destacando una disminución difusa de esta variable en las condiciones de mayor precipitación entre los meses de abril y mayo debido a la relación de superiores contenidos de humedad en el ambiente, cuando se acerca Junio se empieza un incremento relacionado con el segundo periodo seco del régimen.

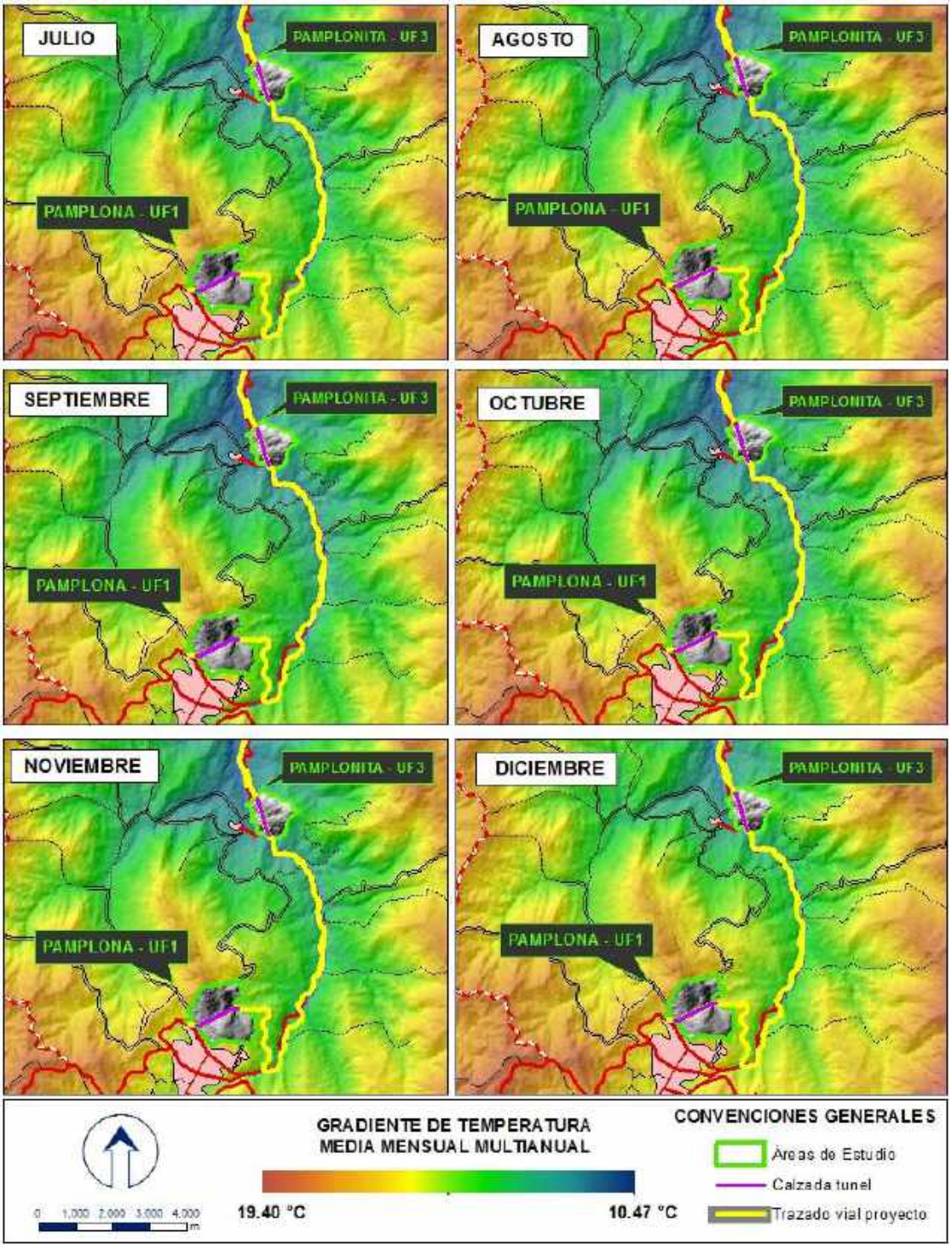
Figura 5-2.55 Comportamiento de la Temperatura de enero a junio



Fuente: Geodata, 2018

Los últimos seis meses del régimen medio mensual, evidenciado en la Figura 5-2.56, permiten observar cambios más conspicuos en la temperatura, donde julio se caracteriza por ser la mayor temperatura al igual que enero. Comparado con octubre en donde se registran los valores menor temperatura.

Figura 5-2.56 Comportamiento de la Temperatura de julio a diciembre

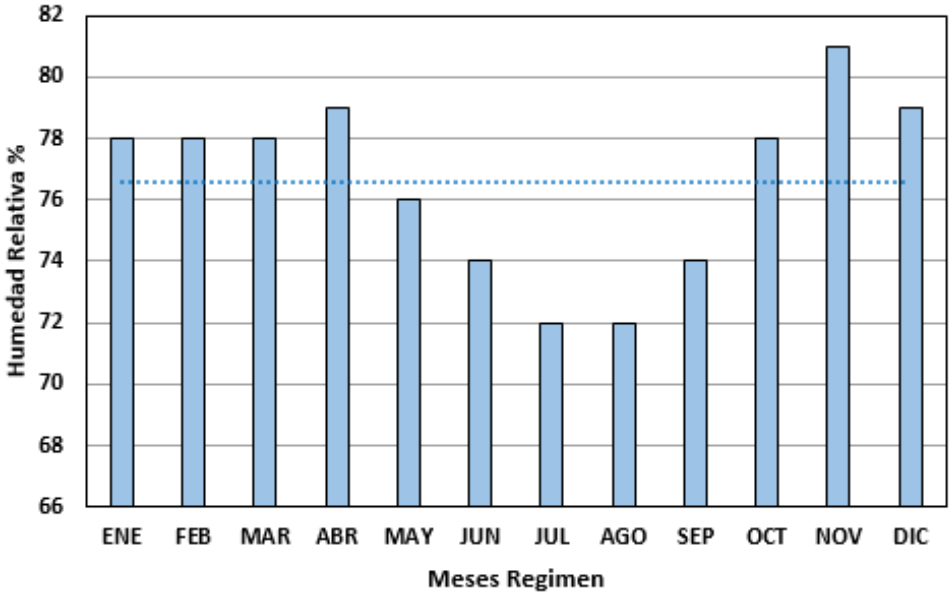


Fuente: Geodata, 2018

- Comportamiento de la Humedad Relativa

Las condiciones de humedad establecen relación directa con el comportamiento climático en el dominio espacial de estudio, el rango oscila entre el 72% y el 81% en valores medios de humedad. La relación de almacenaje de humedad a partir del mes de octubre permite garantizar estas condiciones durante enero y febrero (Figura 5-2.57).

Figura 5-2.57 Régimen Humedad Relativa



Fuente: Geodata, 2018

Las condiciones de humedad relativa se incrementan durante el mes de marzo y el almacenaje de este primer periodo húmedo, no es suficiente para garantizar el mismo potencial en los meses de junio a septiembre, afectados por el periodo seco intermedio.

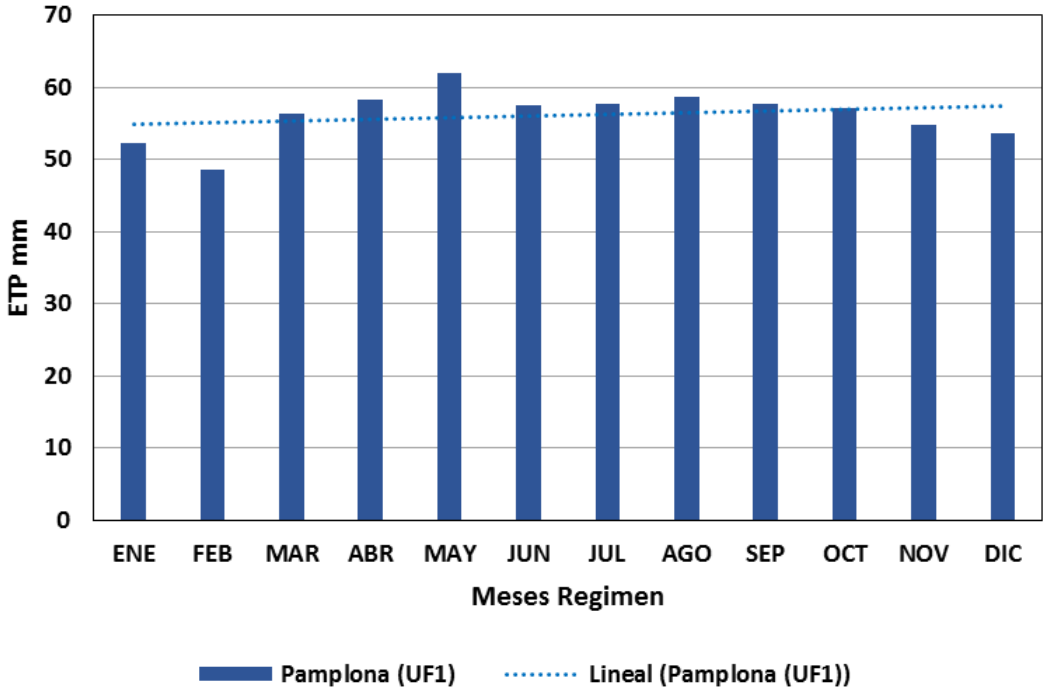
La caracterización espacial de esta variable también se encuentra desarrollada en superficies sobre las áreas de estudio, pero la similitud en el comportamiento con la temperatura permite dejar la tendencia en los regímenes presentados anteriormente, sin embargo, en la Figura 5-2.57 se observa el estado promedio del comportamiento del régimen medio mensual multianual.

- Comportamiento de la Evapotranspiración Potencial - ETP

La evapotranspiración permite identificar la relación climática con los medios biológicos presentes en el área de estudio. En la Figura 5-2.58 se presenta el comportamiento del régimen de evapotranspiración potencial en el túnel Pamplona de la UF1.

El túnel Pamplona (UF1), presenta un rango de evapotranspiración entre: 52 a 61 mm, relacionando la mayor altitud (2583.03 m.s.n.m promedio).

Figura 5-2.58 Régimen Evapotranspiración Potencial



Fuente: Geodata, 2018

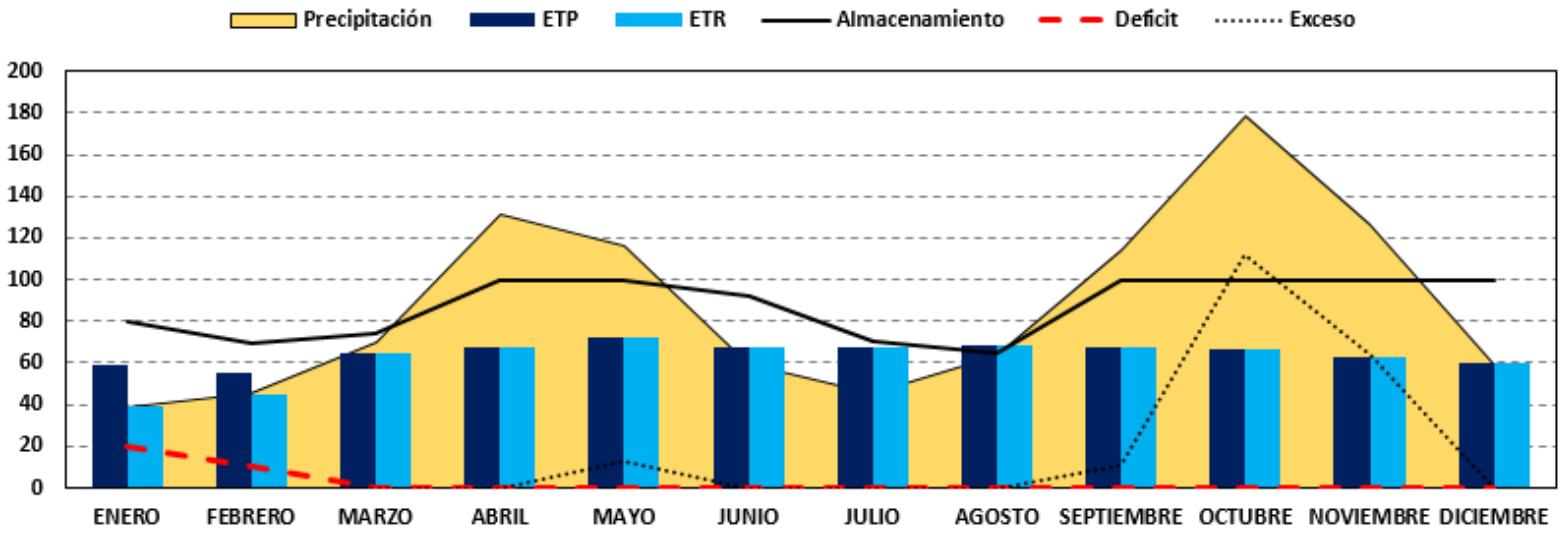
La combinación de las variables climáticas, presentan un régimen orientado por el patrón bimodal de lluvias, debido a su mayor cambio entre periodos de menor a mayor humedad en las áreas de estudio.

- **Balance Hidroclimatico**

En esta sección se presenta la síntesis climática de las variables presentadas anteriormente y su funcionamiento en conjunto sobre la región de las áreas de estudio, llevando a una caracterización más sucinta y explicativa de las principales condiciones atmosféricas y del ciclo hidrológico involucrado más adelante en el proceso de recarga (Figura 5-2.59). Las condiciones bimodales del régimen de precipitación son claramente observadas y su vínculo con el exceso calculado. El almacenamiento o condición de retención es homogénea a través del sistema. El déficit que se vincula en condiciones de falta de humedad (cuando la ETR supera la ETP) no se presenta sobre las áreas de estudio indicando que la humedad siempre se encuentra en los niveles óptimos posibles según la variación de temperatura y humedad relativa.

Las condiciones de exceso se presentan sobre los periodos húmedos o de mayor precipitación, con una superior intensidad sobre los meses de septiembre a noviembre debido a la presencia de campos de lluvia de mayor intensidad, que terminan en escorrentía sobre el balance general.

Figura 5-2.59 Comportamiento Balance Hidroclimático



Fuente: Geodata, 2018

El balance hidroclimatico permite verificar los estados y ajustes de la ETP calculada y llevarla a sus condiciones reales de ETR a través del régimen mensual multianual. Si las condiciones de precipitación superan la ETP calculada y el almacenamiento previo, ésta representara adecuadamente la ETR. Llevando los valores mensuales promedio multianuales a los reales anuales calculados para los balances de Infiltración inversa adelante presentados.

- **Escorrentía Superficial (Método Kennesey)**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de aplicar el método KENNESEY (1930), para la obtención de la escorrentía superficial en el área de estudio de la unidad funcional uno (**Ecuación 3**). Destacando los comportamientos espaciales derivados de las variables utilizadas y sus clasificaciones finales.

- Índice de Aridez de Marttone Ajustado (Ia)

La relación de temperatura y precipitación anual para los meses más secos (Ecuación 4) generan el Índice de Aridez promedio para el área de estudio (Tabla 5-2.25). Dando como resultado, para el área de recarga identificada en el trazado del túnel, el uso de la segunda columna en la clasificación propuesta por la metodología Kennesey (Tabla 5-2.23).

Tabla 5-2.25 Índice de Aridez de Marttone ajustado para las áreas de estudio según método Kennesey

TÚNEL UF1 - PAMPLONA			
P (mm)	**T (°C)**	**p (mm)**	**t (°C)**
972.15	13.74	34.74	13.02
		Enero (*)	Enero (**)
Ia	36.48		

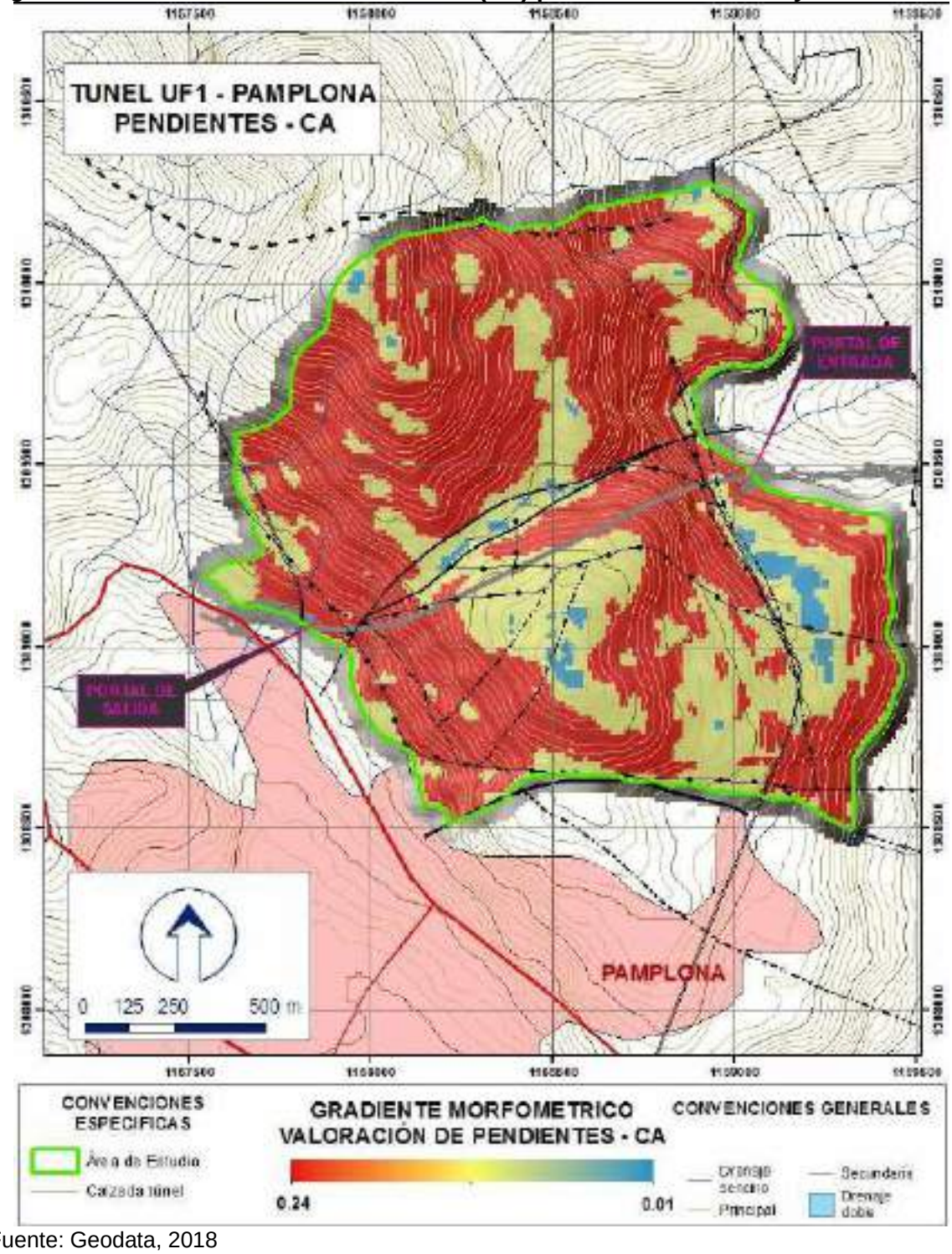
Fuente: Geodata, 2018

- Valoración de las Pendientes (CA)

Las pendientes representan la medida morfométrica del modelo digital de terreno (DTM), la cual representa la altitud en función de la distancia. El comportamiento de la pendiente es clasificado en los criterios expuestos por la metodología Kennessey (Tabla 5-2.23).

El área de estudio de la UF1 – Pamplona, distribuye sus categorías de pendiente de la siguiente manera: Un 67% para pendientes mayores al 35% y del 31 % para la categoría entre 10 y 35 %. Como se presenta en la Figura 5-2.60, el trazado del túnel se encuentra en medio de un valle o incisión sobre el paisaje, confluyendo en la concentración de escorrentía e infiltración.

Figura 5-2.60 Clasificación de Pendientes (CA) para método Kennesey – Túnel UF1



Fuente: Geodata, 2018

- Valoración de la Permeabilidad (CP)

Las condiciones de permeabilidad superficial son ajustadas a partir de las propiedades hidrogeológicas de las unidades litológicas como se relaciona en la Tabla 5-2.26. La permeabilidad superficial se distribuye entre valores de 0.08 a 0.24 según los coeficientes para el método de Kennesey.

Tabla 5-2.26 Clasificación de Permeabilidad en la Zona de Estudio según método Kennesey

AREA DE ESTUDIO	FORMACIÓN GEOLÓGICA	GRADO DE PERMEABILIDAD	CP
TÚNEL UF1 - PAMPLONA	Falla Definida	Elevada	0.03
	Depósitos Antrópicos	Bueno	0.08
	Depósitos Coluviales	Bueno	0.08
	Depósitos Coluvioaluviales	Bueno	0.08
	Formación Capachos	Bajo	0.24
	Formación Tibú y Mercedes	Bueno	0.08
	Formación Aguardiente	Bueno	0.08
	Formación La Luna	Bueno	0.08
	Ortoneis	Bajo	0.24

Fuente: Geodata, 2018

La UF1 – Túnel Pamplona, tiene una mayor representatividad de la formación Aguardiente, sobre las principales colinas del área de estudio (Figura 5-2.61), seguido por la formación Tibú y Mercedes y en menor grado la Formación Girón y el Ortoneis, con la conformación de depósitos coluviales llegando al casco urbano de Pamplona.

- Valoración de la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

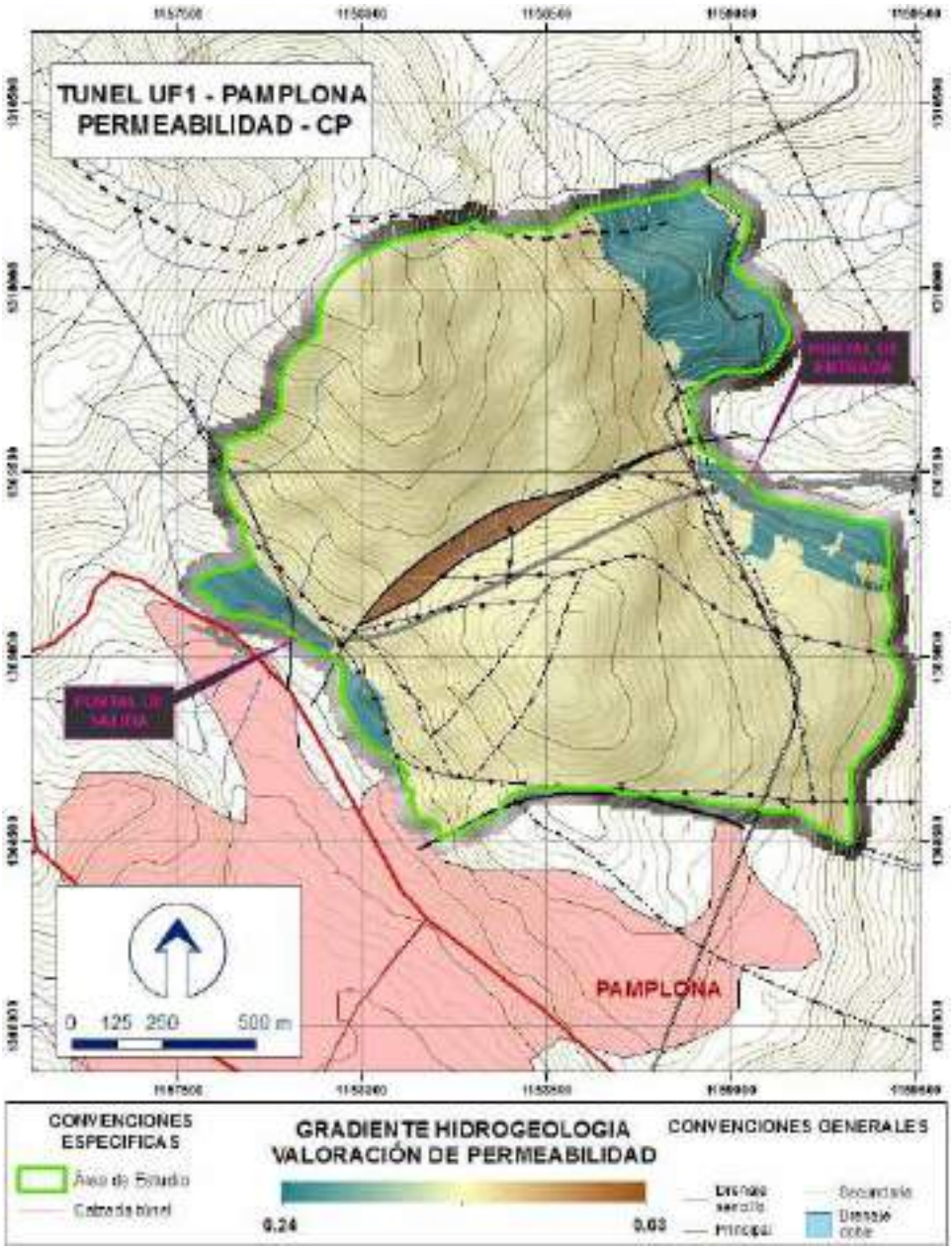
Los elementos de cobertura vegetal y uso del suelo se actualizaron para el área de estudio basado en sus condiciones fisionómicas y desarrollo estructural a escala 1:5000. De esta manera se ha elaborado una relación directa con la clasificación propuesta en la metodología Kennesey como se muestra en la Tabla 5-2.27.

Tabla 5-2.27 Clasificación cobertura vegetal y uso del suelo en las zonas de estudio para método Kennesey

CLASE CV	COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO	CV	TÚNEL UF1 - PAMPLONA	
			ha	%
Pastizales – Tierras de cultivos y arbustos	Pastos Naturales	0.09	138.9	53.59
	Pastos Limpios	0.09	40.9	15.78
Bosque de árboles altos	Vegetación Secundaria	0.035	79.4	30.64

Fuente: Geodata, 2018

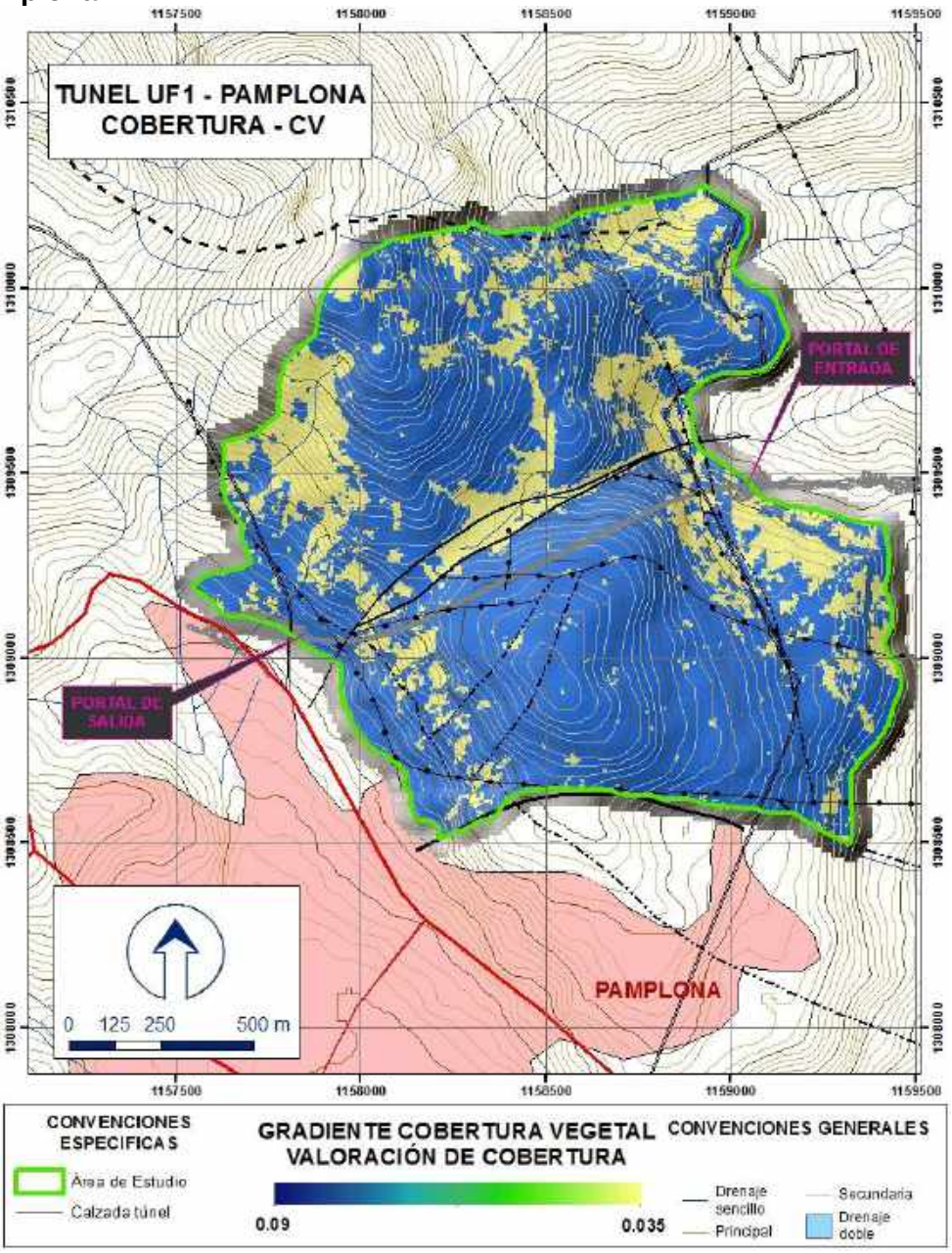
Figura 5-2.61 Clasificación de Permeabilidad (CP) para método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona



Fuente: Geodata, 2018

Los pastos naturales y limpios representan la mayor participación en la UF1 – Túnel Pamplona, con 79% de participación (Figura 5-2.62). Entre ellos se distinguen los pastos naturales con aprox. un 50 % y se encuentran ubicados sobre las laderas principales en el área de estudio. Rodeados por las demás coberturas de pastos limpios y algunas formaciones de vegetación secundaria.

Figura 5-2.62 Clasificación de Cobertura Vegetal (CV) para método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona



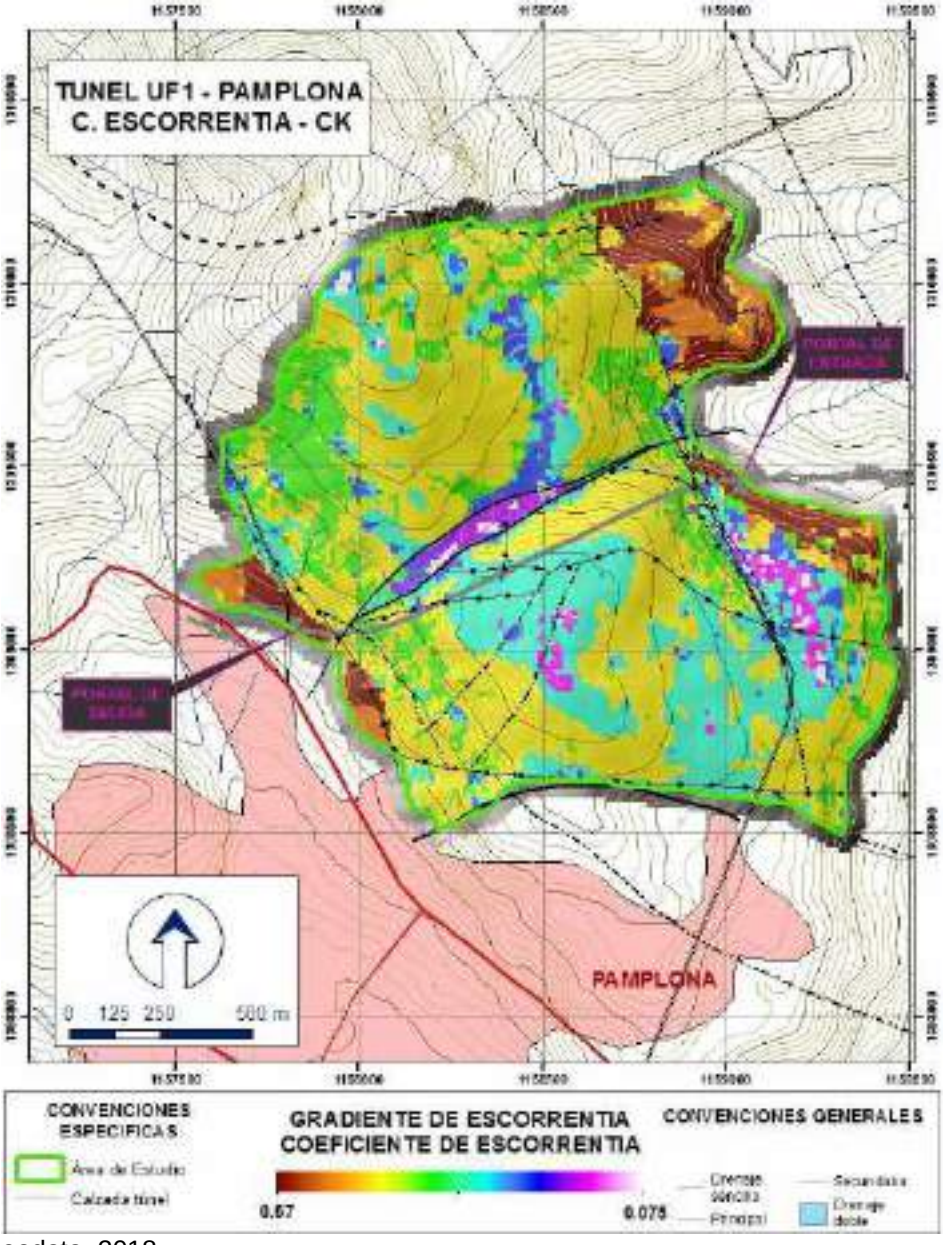
Fuente: Geodata, 2018

Las formaciones vegetales de baja estructura, como los pastos, permiten una mayor escorrentía en los eventos de precipitación debido a su baja capacidad de retención. Por su parte las coberturas con mayor desarrollo estructural como la vegetación secundaria permiten mejores elementos de intercepción sobre los campos de precipitación, reflejando una menor escorrentía superficial.

- Coeficiente de Escorrentía – CK

Se obtiene el resultado del coeficiente de escorrentía a partir de la integración lineal (Ecuación 3) de las pendientes (CA), permeabilidad (CP) y cobertura vegetal (CV) con lo cual se registra el coeficiente de escorrentía distribuido espacialmente a través del área de estudio como se muestra en la Figura 5-2.63.

Figura 5-2.63 Condición de Escorrentía Superficial (CK) según método Kennesey – Túnel UF1 Pamplona



Fuente: Geodata, 2018

El coeficiente de escorrentía promedio para el túnel pamplona – UF1, registra un valor de 0.37 a través del área de estudio, debido a las pendientes altas predominantes. Sin embargo, se encuentran valores de baja escorrentía concentradas en la parte central del área de estudio, cerca al trazado del túnel, en correspondencia con la zona de falla que corre en dirección E-W (Figura 5-2.63).

- Escorrentía Superficial – Régimen Anual

Las condiciones de escorrentía se obtienen a partir de la multiplicación de la precipitación anual sobre el coeficiente de escorrentía obtenido con la metodología Kennesey (Ecuación 3). En la Tabla 5-2.28 se presentan las condiciones mínimas, media y máxima de escorrentía superficial obtenida para el área de estudio.

Tabla 5-2.28 Escorrentía Superficial – Régimen Anual

VALOR	Túnel Pamplona UF1 (mm/año)
Máximo	603.648
Medio	340.672
Mínimo	178.781

Fuente: Geodata, 2018

- **Balance Hidrogeológico**

El balance hidrogeológico planteado de manera inversa en el cálculo de la infiltración (Ecuación 6), permite obtener los valores de infiltración sobre el área de estudio. El régimen de este comportamiento de infiltración es presentado en la Tabla 5-2.29.

Tabla 5-2.29 Régimen de Infiltración Anual

VALOR	Túnel PamplonaUF1 (mm/año)
Máximo	412.446
Medio	76.693
Mínimo	0

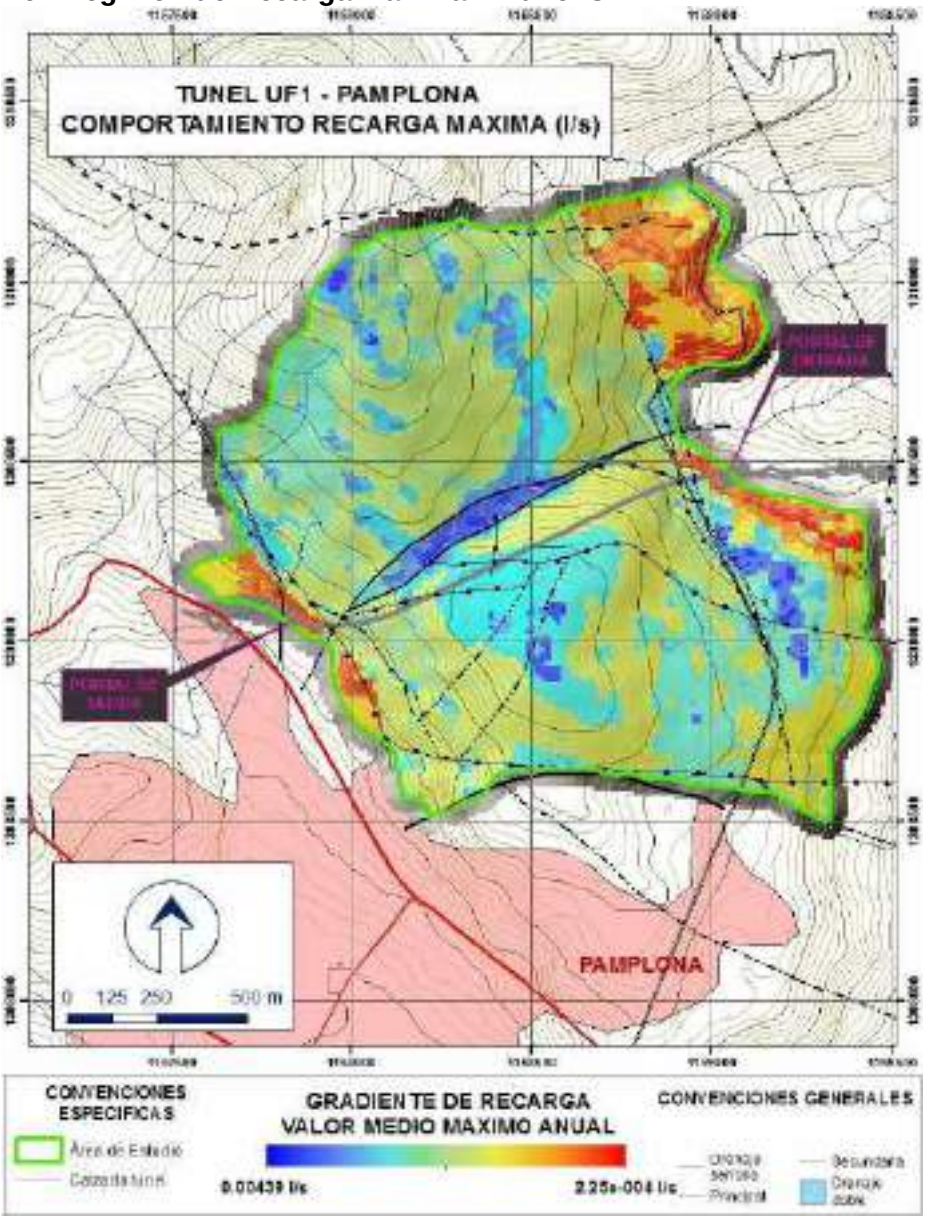
Fuente: Geodata, 2018

Las condiciones de infiltración mínima responden a periodos de sequía marcados sobre el área de estudio, lo cual influye de manera drástica sobre los valores de infiltración que se pueden obtener en el balance inverso, llegando a una infiltración nula en el balance.

- **Valoración de la Recarga**

En este capítulo se presenta el comportamiento final y síntesis del balance hidrogeológico inverso con el cual se comparan las condiciones de régimen anual máximas, medias y mínimas de la recarga sobre el área de estudio. En las Figura 5-2.64 a la Figura 5-2.66 y la Tabla 5-2.30 a la Tabla 5-2.32, se observa el comportamiento final de la recarga en l/s (Ecuación 7) y su balance hidrogeológico anual a partir de los análisis climáticos expuestos.

Figura 5-2.64 Régimen de Recarga Máxima – Túnel UF1



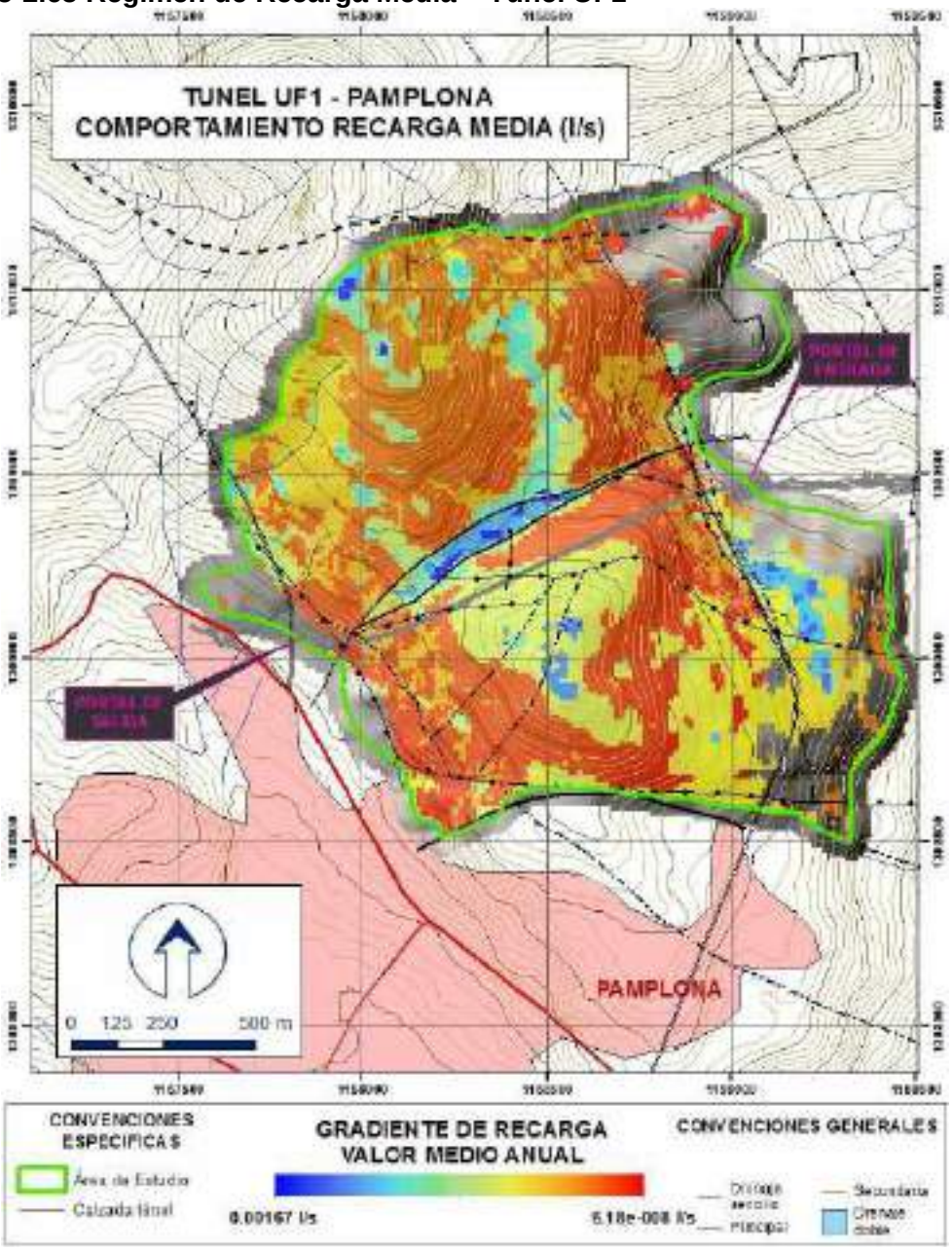
Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.30 Recarga Máxima Anual

P	ETR	R	I
mm/año	mm/año	mm/año	mm/año
1622.395	606.301	603.648	412.446

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.65 Régimen de Recarga Media – Túnel UF1



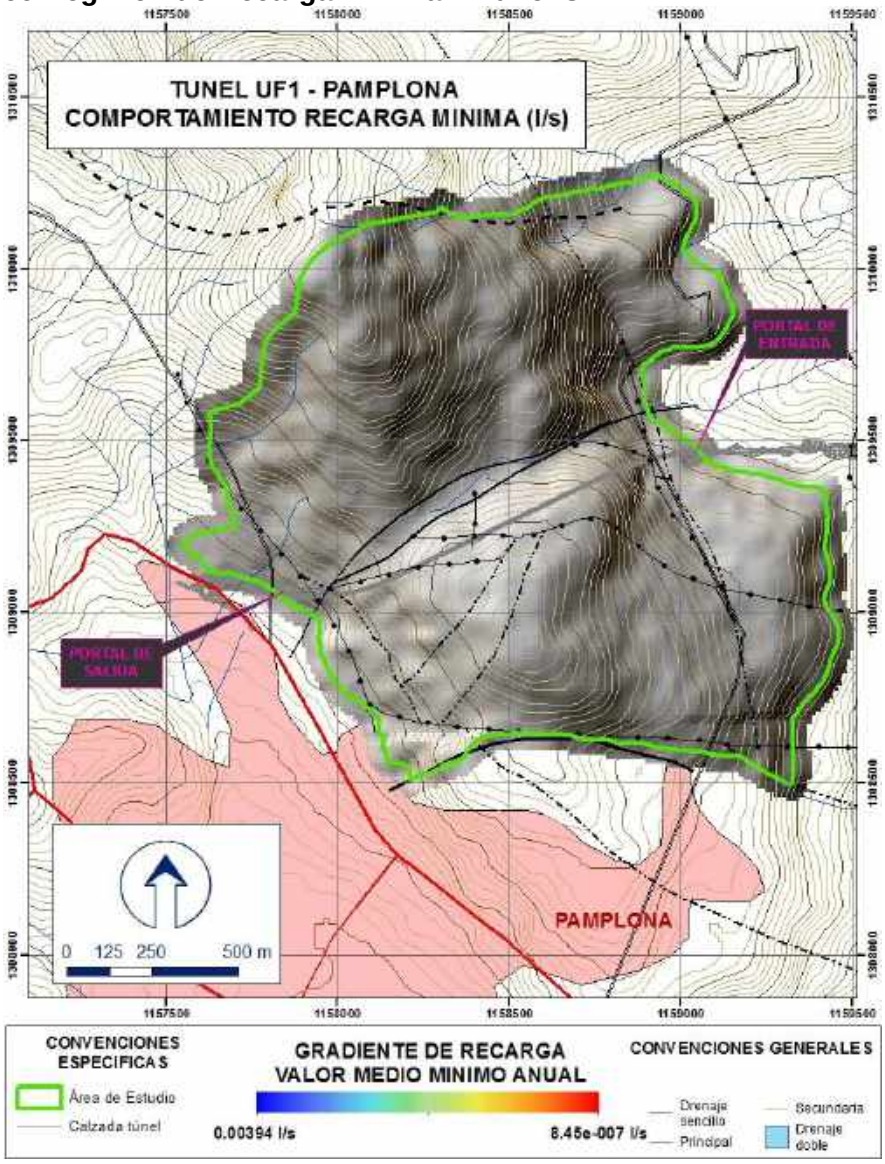
Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.31 Recarga Media Anual

P	ETR	R	I
mm/año	mm/año	mm/año	mm/año
961.759	544.394	340.672	76.693

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.66 Régimen de Recarga Mínima – Túnel UF1



Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.32 Recarga Mínima Anual

P	ETR	R	I
mm/año	mm/año	mm/año	mm/año
480.372	301.591	178.781	0

Fuente: Geodata, 2018

Nótese que en la Figura 5-2.66 el área de interés presenta un color gris equivalente a un escenario para un valor nulo de recarga, por lo que se está incluso por debajo del gradiente mínimo presentado en la leyenda de la imagen.

5.1.8.10.4 Caracterización hidrodinámica de los terrenos y rocas interceptados por la excavación del túnel Pamplona.

La permeabilidad media de los complejos hidrogeológicos presentes en la zona de estudio de la UF1, así como aquellos interceptados por el túnel Pamplona, fue esquematizada utilizando la clasificación de la 'Association Française des Travaux En Souterrain' (AFTES), propuesta como una norma en 1992. Se ha seleccionado esta clasificación porque goza de amplia aceptación en la comunidad científica tanto en Europa como en América del Sur, además de representar coherentemente los rangos de permeabilidad esperados para las unidades geológicas presentes en la zona de estudio. Esta clasificación establece cuatro clases de permeabilidad crecientes, desde K1 hasta K4, como se ilustra en la Tabla 5-2.33.

Tabla 5-2.33. Descripción de la permeabilidad de acuerdo con la norma AFTES

Clase	Permeabilidad en m/s	Descripción
K1	$< 10^{-8}$	de muy baja a baja
K2	10^{-8} a 10^{-6}	de baja a media
K3	10^{-6} à 10^{-4}	de media a alta
K4	$> 10^{-4}$	da alta a muy alta
Esta clasificación no es válida para roca cárstica, para las cuales es necesario utilizar una valoración específica. La permeabilidad de los macizos rocosos es anisotrópica y el flujo se da preferencialmente a lo largo de las discontinuidades		

Fuente: AFTES 1992

En relación con la nota adjunta a la Tabla 5-2.33, se aclara que en la zona de estudio si bien es cierto se tiene presencia de rocas calizas, esto no constituye por sí mismo un ambiente cárstico propiamente dicho. Estos ambientes particulares tienen características muy claras que los identifican como: formación de dolinas, canales subterráneos, grutas, afloramientos de agua intermitentes de gran caudal generalmente ubicados en la parte baja del valle aluvial; condiciones que no fueron observadas en la zona de estudio. No obstante, si es posible encontrar un aumento de la permeabilidad debido a la disolución de las fracturas presentes en los materiales calcáreos, lo que podría denominarse como un pseudokarst. Por este hecho, la clasificación de la permeabilidad utilizando la propuesta de la AFTES es válida y se encuentra justificada su aplicación para los materiales presentes en la zona de estudio.

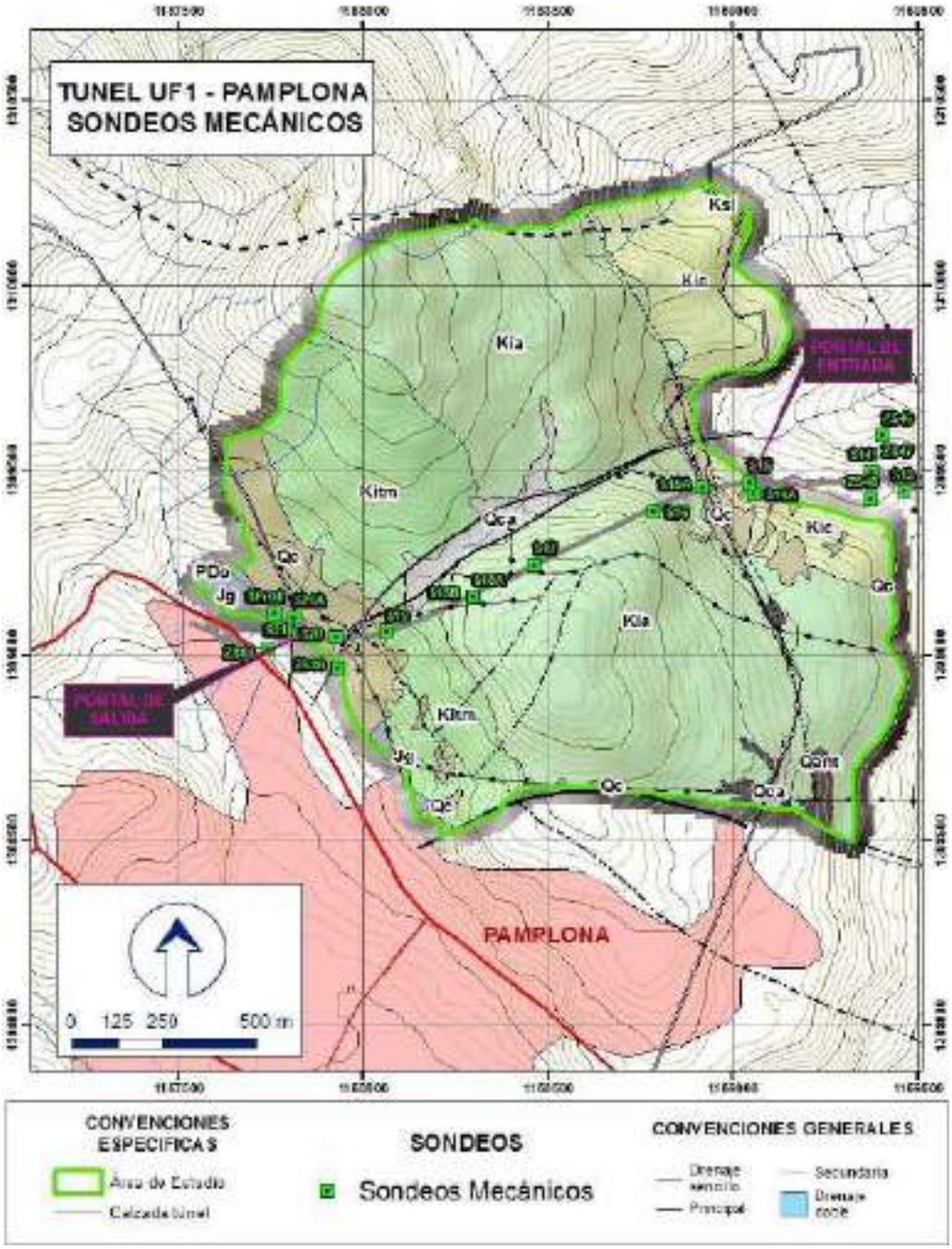
- **Definición del grado de permeabilidad del macizo rocoso**

A lo largo del trazado del túnel se han llevado a cabo varios sondeos con recuperación continua de núcleos que, además de ser utilizados como piezómetros, sirvieron para la ejecución de pruebas hidráulicas.

De esta manera ha sido posible valorar el grado de permeabilidad del macizo rocoso a diferentes niveles de profundidad incluyendo la cota del túnel. En la Figura 5-2.67 se representan en planta la ubicación de los sondeos respecto al eje del túnel. Se observa que, aunque a lo largo del trazado la densidad de las investigaciones es muy buena, no sucede lo mismo para el resto de la ladera, a cada lado de su eje. Sin embargo, tomando

como base los resultados obtenidos y el modelo geológico de referencia, se ha caracterizado en términos hidrogeológicos el área completa de estudio del túnel Pamplona.

Figura 5-2.67 Ubicación de los sondeos realizados sobre la traza del túnel de Pamplona.



Fuente: Geodata, 2018

La posición de los sondeos realizados en el eje del túnel se reporta en la sección longitudinal del trazado. Los sectores donde se ejecutaron las pruebas de permeabilidad también fueron localizados con el objeto de valorar su incidencia en función de la cota de la excavación (Figura 5-2.68). De este modo, es posible verificar que los datos medidos a la cota del túnel, aunque aumente la cobertura, permanecen con valores de permeabilidad similares a aquellos medidos en cotas superiores (Figura 5-2.69). En la misma sección es posible tener una primera interpolación de la carga piezométrica por encima del túnel. Se observa que esta es por lo general baja aún en aquellos sectores donde se tienen coberturas mayores (Figura 5-2.68).

En resumen, el trazado del túnel intercepta de occidente a oriente las formaciones geológicas indicadas en la Tabla 5-2.34.

En la Tabla 5-2.35 se reporta un análisis más detallado de todos los valores de permeabilidad medidos en el sector del túnel Pamplona, cuyo trazado intercepta una secuencia constituida por horizontes prevalentemente arenosos (areniscas cuarzosas, conglomerados) y calcáreos (calizas), alternados con niveles dominantemente arcillosos (lodolitas, shales, limolitas).

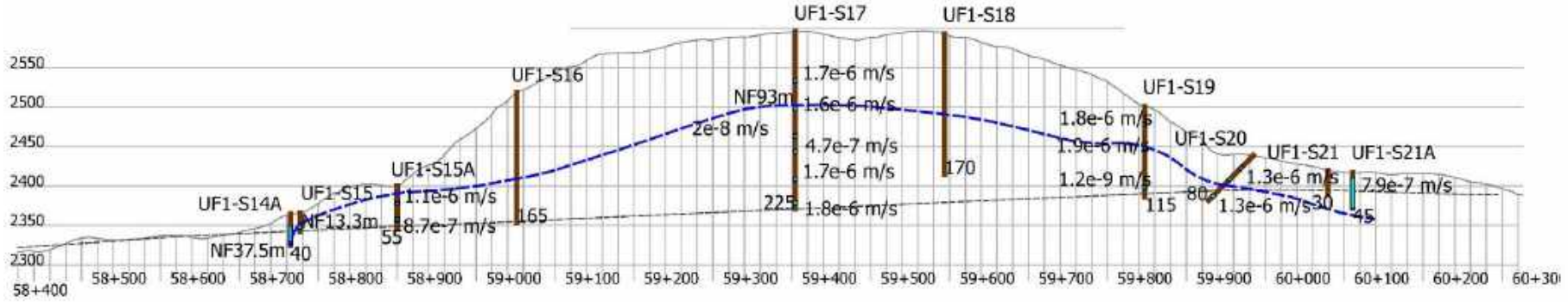
Tabla 5-2.34. Formaciones geológicas definidas como complejos hidrogeológicos interceptadas por el Túnel Pamplona (dirección W-E)

Formación Geológica	Litolotipo A (Areniscas)	Litotipo B (Arcillolitas)
Girón (Jg). Jurásico Superior	areniscas cuarzosas de grano fino a medio, micáceas con intercalaciones de limolitas rojas, bastante fracturadas y conglomerados polimícticos	capas medias de arcillolitas, limolitas
Tibú y Mercedes (Kitm). Cretácico Inferior	areniscas guijosas de grano grueso areniscas cuarzosas, calizas densas, conglomerados	shale y areniscas de grano fino, arcillolitas carbonosas, lodolitas
Aguardiente (Kia). Cretácico Inferior	arenisca glauconítica y calcárea, de grano grueso	shale negro carbonáceos y micáceos
Capacho (Kic). Cretácico Inferior	caliza arenosa, intercaladas con areniscas cuarzosas, de grano fino y calizas fosilíferas	shales oscuros, micáceos

Fuente: Geodata, 2018

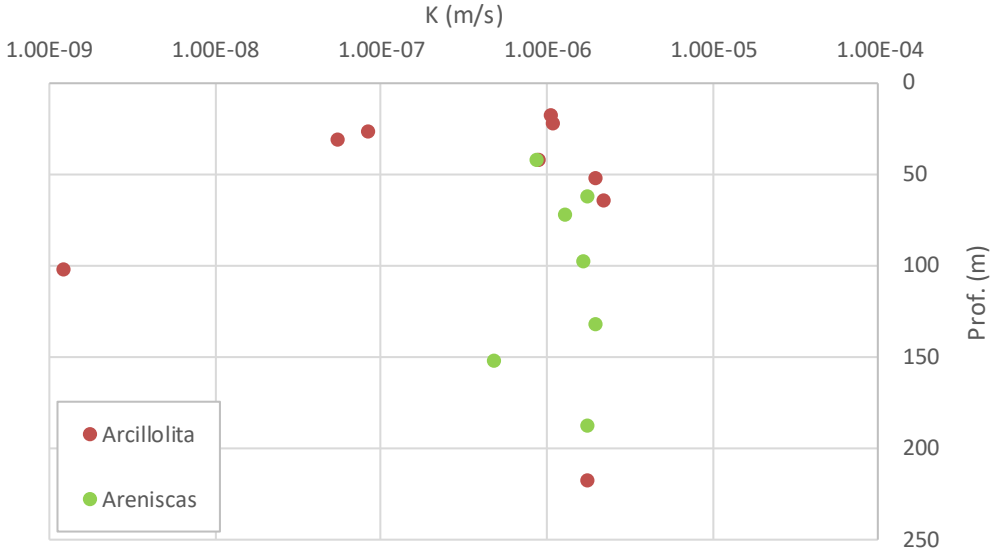
Los datos de permeabilidad disponibles se organizaron de acuerdo con la nomenclatura asignada a lo largo del trazado y descrita en el perfil geológico longitudinal. Dentro de los complejos hidrogeológicos identificados y descritos en la Tabla 5-2.34 se han diferenciados subunidades hidrogeológicas para poder distinguir entre litotipos prevalentemente arenosos y aquellos con predominio arcilloso.

Figura 5-2.68. Sección longitudinal del túnel Pamplona con indicación de los sondeos realizados, la profundidad alcanzada, los valores de permeabilidad obtenidos en los tramos de prueba y los niveles piezométricos medidos.



Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.69. Análisis estadístico de los datos de permeabilidad disponibles, distinguiendo litotipo y profundidad



Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.35. Datos de caracterización hidráulica de las unidades geológicas interceptadas por el túnel (información primaria).

Sondeo	Coordenadas			Tramo Vertical			Tipo de	K	Geología	Litología	Fracturación	RQD min	Meteorización
código	*E*	*N*	*COTA*	desde	hasta	m	Prueba	m/s					
UF1-S15	1309469	1159042	2365	15	20	5	Lugeon	1,04E-06	Formación Capacho	Arcillolita	M-H	0	W3
UF1S-S15A	1309449	1158920	2400	6	55	49	Slug desc	5,38E-08			M-H	0	W3
UF1-S15A	1309449	1158920	2400	20	25	5	Lugeon	1,08E-06			L-M	40	W4
UF1-S15A	1309449	1158920	2400	40	45	5	Lugeon	8,72E-07			M	0	W4
UF1-S16	1309388	1158785	2515	60	65	5	Lugeon	4,40E-07	Formación Aguardiente	Areniscas	M	10	W3
UF1-S16	1309388	1158785	2515	95	100	5	Lugeon	-			M	70	W2
UF1-S16	1309388	1158785	2515	130	135	5	Lugeon	3,30E-07			M	80	W2
UF1-S16	1309388	1158785	2515	150	155	5	Lugeon	3,53E-07			M	80	W2
UF1-S19	1309063	1158062	2502	44	84	40	Pr. Bombeo	2,16E-06		Arcillolitas	-	-	-
UF1-S17	1309239	1158460	2596	215	220	5	Lugeon	1,75E-06	Formación Tibú-Mercedes	Limolitas	M	0	W3-W4
UF1-S19	1309063	1158062	2502	50	55	5	Lugeon	1,91E-06		Arcillolitas	M-H	30	W3
UF1-S19	1309063	1158062	2502	100	105	5	Lugeon	1,19E-09		Arenisca muy fino	M-H	50	W2
UF1-14A	1309433	1159054	2382	15	39	24	Slug desc	8,18E-08	Formación Capacho	Shale	M-H	0	W4
UF1-S17	1309239	1158460	2596	95	100	5	Lugeon	1,65E-06	Formación Aguardiente	Areniscas	H	0	W3-W4
UF1-S17	1309239	1158460	2596	60	65	5	Lugeon	1,75E-06			M	0	W2
UF1-S17	1309239	1158460	2596	130	135	5	Lugeon	1,95E-06			M-H	30	W3-W4
UF1-S17	1309239	1158460	2596	150	155	5	Lugeon	4,69E-07			M	0	W3-W4
UF1-S17	1309239	1158460	2596	185	190	5	Lugeon	1,73E-06	Formación Tibú-Mercedes	Areniscas	L-M	0	W2
UF1-S20	1309049	1157923	2438	40	45	5	Lugeon	8,61E-07			H	40	-
UF1-S20	1309049	1157923	2438	70	75	5	Lugeon	1,28E-06			M	60	W2

Fuente: Geodata, 2018

Del análisis de los datos se evidencia que el campo de variación de la permeabilidad no aporta una sólida diferencia entre los diferentes litotipos. En este sentido se observa que los valores medios para los litotipos identificados se ubican en el mismo intervalo de variación (1E-6 m/s a 1E-7 m/s). Se observa además que para los litotipos dominantemente arcillosos, en condiciones de poca fracturación, se obtienen valores de muy baja permeabilidad del orden de 1E-9 m/s. Para condiciones de macizo rocoso muy fracturado, las condiciones de permeabilidad evidenciadas son similares para los dos litotipos más representativos con valores en torno a 2E-6 m/s.

En correspondencia con los niveles arcillosos muy fracturados se observa una baja plasticidad y una tendencia de los núcleos de roca extraídos a fracturarse a lo largo de los planos de laminación. Es el caso de las limolitas interceptadas por el sondeo UF1-S17 en el tramo comprendido entre aprox. 215 – 220 m de profundidad, en correspondencia del cual se ha llevado a cabo una prueba de permeabilidad tipo Lugeon que ha arrojado valores el orden de 1E-6 m/s (Fotografía 5-2.3).

Fotografía 5-2.3 Núcleo de roca tomado del sondeo UF1-S17 en el tramo comprendido entre aprox. 215 – 220 m de profundidad. Se observa altamente físil a lo largo de los planos de laminación y bajo grado de plasticidad.

Fuente: Geodata, 2018

La distinción entre sectores adyacentes en el túnel está más relacionada con las condiciones de fracturación del macizo rocoso que con el tipo de litología. Sin embargo, con el objeto de definir la variación de la permeabilidad a lo largo del eje del túnel, se decidió considerar dos subunidades hidrogeológicas, una referente a las areniscas y otra a las arcillolitas. Los datos relacionados con los sectores en los cuales no domina un litotipo sobre el otro, toman en cuenta valores de permeabilidad intermedios entre los dos litotipos. Para cada subunidad hidrogeológica se definió el grado de fracturación que juega un rol fundamental en el comportamiento hidrodinámico del macizo rocoso. El grado de fracturación del macizo rocoso se definió con base en la clasificación del índice RMR de Beniawski corregido, descrito en el perfil geológico-geotécnico disponible.

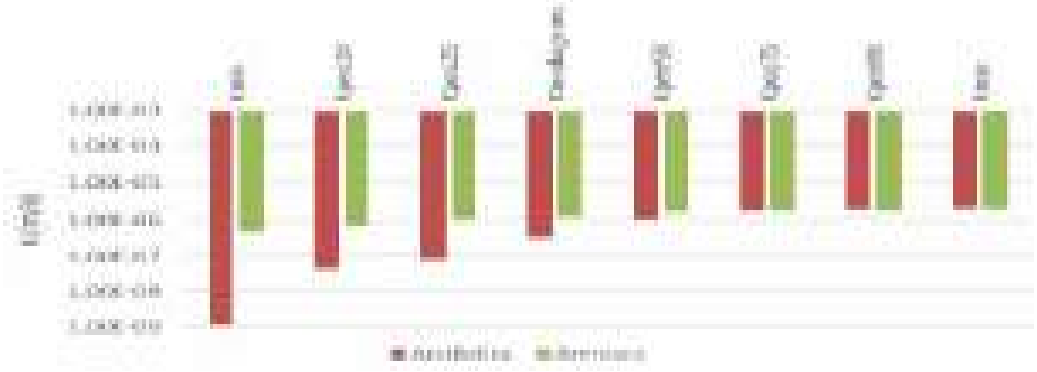
A cada clase de RMR se le ha atribuido en función del litotipo un valor de permeabilidad derivado del análisis estadístico de los valores deducidos de las pruebas hidráulicas ejecutadas en las perforaciones mecánicas realizadas, tal como se muestra en la Tabla 5-2.36 y la Figura 5-2.70.

Tabla 5-2.36 Campo de variación de la permeabilidad asociada a las clases de roca de acuerdo con el índice RMR.

RMR	*K*	Arenisca	Arcillolita
90-80	Kmin	4.69E-07	1.19E-09
80-70	Kperc10	7.04E-07	4.33E-08
70-60	Kperc25	1.07E-06	8.18E-08
60-50	Kmedia geom	1.26E-06	3.22E-07
50-40	Kperc50	1.65E-06	1.04E-06
40-30	Kperc75	1.74E-06	1.75E-06
30-20	Kperc90	1.83E-06	1.96E-06
20-10	Kmax	1.95E-06	2.16E-06

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.70 Ubicación de los sondeos realizados sobre la traza del túnel de



Fuente: Geodata, 2018

En la Tabla 5-2.37 se indican los valores de permeabilidad mínimos, medios y máximos considerados para cada subunidad hidrogeológica.

Tabla 5-2.37. – Campo de variación de la permeabilidad asociada al grado de fracturación del macizo rocoso.

Subunidad Hidrogeológica	Geología	Litotipo	Grado de Fracturación		
			Bajo	Medio (Standard)	Alto
UF1-CHa	Fm. Girón, Fm Tibú Mercedes, Fm Aguardiente, Fm capacho	Arenisca	*7E-07*	*1E-06*	*2E-06*
UF1-CHb		Arcillolita	*4E-08*	*3E-07*	*1E-06*

Fuente: Geodata, 2018

En la Tabla 5-2.38 se reportan los valores de permeabilidad obtenidos a lo largo del eje del túnel en función del modelo geológico – geomecánica de referencia.

Tabla 5-2.38. – Permeabilidad atribuida a los tramos de túnel para condiciones geológico-geomecánicas homogéneas. Grado de fracturación H=Alto; M=Medio y L=Bajo

Geología			Progresiva		Grado de fracturación	Tramo atravesado	Conductibilidad hidráulica
Formación	Roca	Falla	desde	hasta		L	K0
			m	m	-	m	m/s
Capacho (Kic)	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745.00	K58+755,00	H	10	1,0E-06
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755,00	K58+780,00	H	25	1,0E-06
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780,00	K58+810,00	H	30	1,0E-06
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810,00	K58+850,00	H	40	1,0E-06
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850,00	K58+880,00	L	30	4,3E-08
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880,00	K58+885,00	H	5	1,0E-06
Aguardiente (Kia)	Areniscas	F	K58+885,00	K58+890,00	H	5	1,6E-06
	Areniscas		K58+890,00	K58+905,00	L	15	7,0E-07
	Arcillolitas		K58+905,00	K58+970,00	M	65	3,2E-07
	Arcillolitas		K58+970,00	K59+100,00	M	130	3,2E-07
	Areniscas		K59+100,00	K59+160,00	L	60	7,0E-07
	Areniscas		K59+160,00	K59+220,00	L	60	7,0E-07
Tibú y Mercedes (Kitm)	Arcillolitas		K59+220,00	K59+270,00	M	50	3,2E-07
	Areniscas		K59+270,00	K59+340,00	L	70	7,0E-07
	Arcillolitas		K59+340,00	K59+370,00	M	30	3,2E-07
	Areniscas		K59+370,00	K59+450,00	L	80	7,0E-07
	Arcillolitas	F	K59+450,00	K59+480,00	M	30	3,2E-07
	Arcillolitas		K59+480,00	K59+540,00	L	60	4,3E-08
	Arcillolitas		K59+540,00	K59+610,00	M	70	3,2E-07
	Arcillolitas	F	K59+610,00	K59+620,00	M	10	1,0E-06
	Arcillolitas		K59+620,00	K59+640,00	L	20	4,3E-08
	Areniscas y Calizas		K59+640,00	K59+756,00	M	116	1,3E-06
	Arcillolitas		K59+756,00	K59+812,00	H	56	1,0E-06
	Arcillolitas		K59+812,00	K59+862,00	H	50	1,0E-06
	Arcillolitas		K59+862,00	K59+912,00	H	50	1,0E-06
	Areniscas	F	K59+912,00	K59+940,00	M	28	1,3E-06
Girón	Suelos residuales		K59+940,00	K60+075.36	H	135	2,0E-08

Fuente: Geodata, 2018

Los valores de permeabilidad indicados en la Tabla anterior fueron utilizados para el cálculo analítico del caudal esperado en el túnel Pamplona.

- **Análisis de la carga hidráulica en correspondencia con el eje del túnel**

A lo largo del eje del túnel los sondeos realizados fueron acondicionados con tubos piezométricos en modo tal de poder medir el nivel del agua subsuperficial y subterránea y por lo tanto la carga hidráulica a la cota de la excavación.

Se encuentran disponibles las mediciones realizadas entre el mes de enero y junio del 2018. Estas mediciones se reportan en la Tabla 5-2.40.

Los datos disponibles indican que el nivel freático que se desarrolla en el macizo rocoso determina una carga hidráulica reducida, que llega a ser nula cerca a los portales, mientras que en la zona central del túnel alcanza valores mayores a 100 m. Tabla 5-2.39.

Tabla 5-2.39 – Valoración de la carga hidráulica en correspondencia con el eje del túnel Pamplona.

Progresiva		Carga hidráulica
desde	hasta	H0 (m)
K58+745.00	K58+755,00	0-5
K58+755,00	K58+780,00	5-20
K58+780,00	K59+160,00	20-50
K59+160,00	K59+220,00	50-100
K59+220,00	K59+640,00	100-150
K59+640,00	K59+756,00	50-100
K59+756,00	K59+862,00	50-100
K59+862,00	K59+912,00	20-50
K59+912,00	K59+940,00	5-20
K59+940,00	K60+075.36	0-5

Fuente: Geodata, 2018

El desarrollo de la superficie piezométrica en correspondencia con el eje del túnel evidencia una carga hidráulica máxima del orden de 130 metros (Figura 5-2.68). En los sectores de los portales la superficie piezométrica se ubica en una cota inferior respecto a la clave del túnel. Es por lo tanto de esperar que la excavación de los tramos con baja cobertura se realice por encima del nivel freático; sin embargo, el grado de conocimiento respecto a la oscilación de la superficie piezométrica no permite descartar la posibilidad que bajo determinadas condiciones de mayores precipitaciones el nivel freático alcance una cota por encima del túnel. Asumiendo un enfoque del lado de la seguridad, los valores de carga hidráulica mostrados en la Tabla 5-2.40 han sido utilizados para valorar las condiciones hidráulicas durante la excavación o para el cálculo del caudal esperado en el túnel en el corto plazo.

Tabla 5-2.40. Datos piezométricos disponibles. Se muestran los valores de profundidad del nivel freático y de carga hidráulica sobre la clave del túnel (m).

Sondeo	UF1-S14A		UF1-S15		UF1-S15A		UF1-S16		UF1-S17		UF1-S19		UF1-S21		UF1-S21A	
Nivel Piezométrico	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)	Prof. (m)	Carga Hidráulica (m)
21/01/2018											51	64	30	0	65	0
28/01/2018																
30/01/2018											49	66				
3/02/2018			3	21	8	47					65	50				
5/02/2018			4	19												
11/02/2018			4	19	8	47					49	66	30	0	65	0
21/02/2018			14	9	15	40					50	65	30	0	65	0
28/02/2018	40	0	14	9	15	40					51	64	30	0	65	0
17/03/2018	40	0	14	9	15	40					50	65	30	0	65	0
11/04/2018	38	3			13	42	138	27					30	0	61	4
16/04/2018									77	147						
1/05/2018			13	10	13	42			93	131	54	61				
9/06/2018			14	9	15	40	88	77	96	128	86	29				
mínima	38	0	3	9	8	40	88	27	77	128	49	29	30	0	61	0
media	39	1	10	13	13	42	113	52	89	135	56	59	30	0	64	1
máxima	40	3	14	21	15	47	138	77	96	147	86	66	30	0	65	4

Fuente: Geodata, 2018

Valoración analítica del caudal esperado en el túnel Pamplona

En la bibliografía existen diferentes soluciones analíticas para valorar la presencia del agua de infiltración en los túneles. Estas ecuaciones analíticas se dividen en dos grupos principales: i) aquellas que consideran el caudal estabilizado o, dicho de otra manera, el caudal que se obtiene a largo plazo, cuando el sistema hidrogeológico ha alcanzado un estado de equilibrio, y ii) aquellas que consideran caudales transitorios o, dicho de otra manera, el caudal que se obtiene a corto plazo, cuando el sistema hidrogeológico no se ha estabilizado.

La solución analítica en la que se basa el método es la propuesta por Goodman et al. (1965):

$$Q_i=(2\pi K_i H_0)/\ln((2H_0)/r_0)\ L_i$$

Donde,

Qi = caudal drenado en el tramo de túnel (l/s)
Ki = conductividad hidráulica del tramo de túnel (m/s)
H0 = carga hidráulica a la cota del túnel (m)
Li= tramo acuífero interceptado (m)
r0 = radio del túnel (m)

El caudal global drenado en el túnel, a largo plazo, será igual a la suma del caudal drenado en cada tramo de túnel con características hidrogeológicas homogéneas.

La comparación de los caudales medidos en túneles ya excavados con aquellos obtenidos de las soluciones analíticas frecuentemente utilizadas, como aquella de Goodman, permite concluir que ésta última proporciona generalmente una sobrestimación del caudal esperado a largo plazo. Esto sobre todo se debe al hecho que la fórmula de Goodman toma en cuenta una carga hidráulica estática, que, en el presente caso, ha sido considerado el valor de la cota piezométrica medida en cada uno de los piezómetros instalados y funcionales, resumidos en la Tabla 5-2.40.

Las fórmulas analíticas permiten la obtención de un valor de referencia para el caudal esperado en el corto plazo, sin embargo, tienden a sobreestimar el caudal a largo plazo, especialmente para los túneles profundos. Esto se debe principalmente a que en estas soluciones se desprecia el efecto de la carga litostática sobre los parámetros hidrogeológicos, en particular, sobre la conductividad hidráulica. De hecho, la apertura de las fracturas y la permeabilidad del macizo disminuyen con el incremento de los esfuerzos efectivo. La ley de Terzaghi muestra que los esfuerzos efectivos σ', pueden aumentar por dos razones: el aumento de los esfuerzos totales σ o la disminución de las presiones de poros p.

$$\sigma' = \sigma - p$$

En el ámbito de los túneles profundos, la reducción de la permeabilidad del macizo rocoso y en consecuencia del caudal drenado, es causada por:

- El aumento de los esfuerzos totales □ y de los esfuerzos efectivos □' con el aumento de la profundidad de la obra subterránea (esto no siempre se cumple en zonas con fallas y estructuras verticales que presentan esfuerzos heterogéneo y anisotrópicos).
- La disminución de la presión de poros *p* debido al drenaje causado por el túnel

Estos efectos no se pueden incluir en la formula analítica para el cálculo del caudal debido a que la reducción de la permeabilidad es diferente para cada punto del macizo rocoso. Sin embargo, el caudal calculado con un método analítico Q0 puede ser multiplicada por un factor de reducción α que tiene en cuenta el efecto de la disminución de la presión de poros sobre la permeabilidad para obtener el caudal reducido en función de esta:

$$Q_{rid} = Q_0 \alpha$$

A partir de la ley de Louis (1969):

$$K(h) = K_0 e^{-3b(h_0 - h)}$$

Perrochet (2007) ha desarrollado el siguiente factor de reducción analítico:

$$\alpha = \frac{Q_{rid}}{Q_0} = \frac{1 - e^{-3b(h_0 - h)}}{3b(h_0 - h)}$$

Donde $K(h)$ es la conductividad hidráulica en función del potencial de presión h, K_0 es la conductividad hidráulica cuando el potencial de presión h corresponde al potencial inicial h_0 y b es un parámetro que describe la resistencia elástica de las fracturas al aplastamiento y es una función del módulo elástico. En la valoración realizada, la definición del valor b se ha llevado a cabo tomando en consideración los valores del módulo elástico atribuido a las rocas y terrenos a lo largo del túnel.

En la formulación de las valoraciones llevadas a cabo en el ámbito del presente estudio:

- Q_0 es considerado el valor del caudal que será drenado en el túnel a corto tiempo o durante la fase de excavación.
- Q_{rid} representa por el contrario, el valor del caudal esperado en el túnel, una vez el sistema acuífero/túnel se ha estabilizado o a largo plazo, después de finalizada la excavación del túnel.

La dependencia de la porosidad de las fracturas a la presión efectiva es un proceso físico que también puede ocurrir en profundidades reducidas; sin embargo, a medida que la profundidad disminuye, este efecto se vuelve casi insignificante.

Cuando la profundidad y las presiones de poros aumentan se reduce el caudal drenado por el túnel y el efecto sobre la conductividad hidráulica y sobre el flujo se vuelven importantes. No obstante, esta tendencia podría no ser tan evidente en macizos fracturados o zonas de fallas geológicas.

Para la valoración del caudal de agua drenada en los túneles se han definido los siguientes elementos (la valoración se ha hecho tramo por tramo):

- Definición de las cargas hidráulicas en correspondencia con el eje del túnel.
- Identificación de las subunidades hidrogeológicas con comportamiento hidrodinámico homogéneo a lo largo del trazado de los túneles.
- Definición de los intervalos de variación de la permeabilidad para cada una de las subunidades hidrogeológicas.

La previsión del ingreso de agua en el interior del túnel, presentado en el capítulo correspondiente del presente informe, se refiere a un régimen tanto a corto como a largo plazo. El corto plazo se refiere a la etapa constructiva y el largo plazo a los años sucesivos después de terminada la excavación.

En definitiva, el intervalo del caudal a largo plazo, valorado en correspondencia con el eje del túnel, varía entre un valor mínimo y un valor máximo. En este caso específico, el valor mínimo representa las condiciones más favorables conexas con cargas hidráulicas H_0 mínimas en el que algunos tramos de túnel resultan ser excavados por encima del nivel freático. Sin embargo, es necesario recordar que el factor de reducción del caudal a largo plazo es más importante para cargas hidráulicas mayores. Esta condición es evidente a partir de los resultados de las evaluaciones analíticas presentadas en el próximo capítulo.

- **Resultados del cálculo analítico**

En la Tabla 5-2.41 se reportan todos los datos de “input” y de “output” de la valoración del caudal con método analítico. En los parágrafos siguientes, por otro lado, se reportan los análisis del caudal a corto y largo plazo.

Se precisa que el cálculo analítico del caudal no toma en cuenta la limitación de la recarga de la superficie del caudal drenado en el túnel (abatimiento del nivel piezométrico). Por este motivo, la valoración analítica conlleva a una sobreestimación del caudal calculado a largo plazo, el cual se afecta significativamente por la tasa de recarga del sistema acuífero-túnel.

Sin embargo, este tipo de valoración si ha sido considerada por el cálculo del caudal realizado a través del modelo numérico. El resultado de este cálculo, que resulta ser más realista al largo plazo, se presenta en el capítulo siguiente.

Tomando en cuenta lo antes indicado se reporta a continuación el caudal calculado a corto y largo plazo con el método analítico que probé una estimación del caudal esperado en el túnel Pamplona.

Tabla 5-2.41. Cálculo analítico del caudal esperado en el túnel Pamplona a corto plazo.

DATOS												ANÁLISIS					
Geología			Progresiva		Fracturación	Carga Hidráulica		Radio Túnel	Tramo atravesado	Conductibilidad hidráulica	Caudal corto plazo		resistencia elástica de la roca	Factor de reducción caudal (efecto de disminuir la presión de poro)		Caudal largo plazo sin limitación de la recarga (modelo numérico)	
						H0 min	H0 máx				Qo min	Qo max					
F	Roca	Falla	desde	hasta		m	m	r	L	K0	l/s/10 m	l/s/10 m	b	f min	f max	Q1 min	Q1 max
			m	m	-			m	m	m/s			-	%	%	l/s	l/s
Capacho (Kic)	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745	K58+755	H	0	2	5,8	10	1,0E-06	0,00	0,00	1E-02	0%	3%	0	0
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755	K58+780	H	5	17,5	5,8	25	1,0E-06	0,60	0,64	1E-02	7%	22%	1,4	1,2
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780	K58+810	H	17,5	27,5	5,8	30	1,0E-06	0,64	0,80	1E-02	22%	31%	1,5	1,6
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810	K58+850	H	27,5	37,5	5,8	40	1,0E-06	0,80	0,96	1E-02	31%	39%	2,2	2,3
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850	K58+880	L	37,5	42,5	5,8	30	4,3E-08	0,04	0,04	3E-03	16%	18%	0,1	0,1
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880	K58+885	H	42,5	42,5	5,8	5	1,0E-06	1,04	1,04	1E-02	43%	43%	0,3	0,3
Aguardiente (Kia)	Areniscas	F	K58+885	K58+890	H	42,5	42,5	5,8	5	1,6E-06	1,64	1,64	1E-02	43%	43%	0,5	0,5
	Areniscas		K58+890	K58+905	L	42,5	45	5,8	15	7,0E-07	0,70	0,73	5E-03	26%	27%	0,8	0,8
	Arcillolitas		K58+905	K58+970	M	40	45	5,8	65	3,2E-07	0,31	0,33	3E-03	17%	19%	1,7	1,7
	Arcillolitas		K58+970	K59+100	M	25	45	5,8	130	3,2E-07	0,23	0,33	3E-03	11%	19%	2,7	3,5
	Areniscas		K59+100	K59+160	L	30	60	5,8	60	7,0E-07	0,57	0,88	5E-03	19%	34%	2,8	3,5
	Areniscas		K59+160	K59+220	L	60	90	5,8	60	7,0E-07	0,88	1,16	5E-03	34%	45%	3,5	3,9
Tibú y Mercedes (Kitm)	Arcillolitas		K59+220	K59+270	M	90	112,5	5,8	50	3,2E-07	0,53	0,62	3E-03	34%	39%	1,8	1,9
	Areniscas		K59+270	K59+340	L	112,5	130	5,8	70	7,0E-07	1,36	1,51	5E-03	51%	55%	4,7	4,7
	Arcillolitas		K59+340	K59+370	M	130	135	5,8	30	3,2E-07	0,69	0,71	3E-03	43%	45%	1,2	1,2
	Areniscas		K59+370	K59+450	L	130	135	5,8	80	7,0E-07	1,51	1,55	5E-03	55%	57%	5,4	5,4
	Arcillolitas	F	K59+450	K59+480	M	125	130	5,8	30	3,2E-07	0,67	0,69	3E-03	42%	43%	1,2	1,2
	Arcillolitas		K59+480	K59+540	L	117,5	125	5,8	60	4,3E-08	0,09	0,09	3E-03	41%	42%	0,3	0,3
	Arcillolitas		K59+540	K59+610	M	105	117,5	5,8	70	3,2E-07	0,59	0,64	3E-03	38%	41%	2,6	2,7
	Arcillolitas	F	K59+610	K59+620	M	100	105	5,8	10	1,0E-06	1,85	1,92	1E-02	68%	69%	0,6	0,6
	Arcillolitas		K59+620	K59+640	L	95	100	5,8	20	4,3E-08	0,07	0,08	3E-03	35%	36%	0,1	0,1
	Areniscas y Calizas		K59+640	K59+756	M	67,5	95	5,8	116	1,3E-06	1,70	2,15	1E-02	57%	66%	8,6	8,4
	Arcillolitas		K59+756	K59+812	H	62,5	67,5	5,8	56	1,0E-06	1,34	1,41	1E-02	54%	57%	3,4	3,4
	Arcillolitas		K59+812	K59+862	H	42,5	62,5	5,8	50	1,0E-06	1,04	1,34	1E-02	43%	54%	3,0	3,1
	Arcillolitas		K59+862	K59+912	H	10	42,5	5,8	50	1,0E-06	0,53	1,04	1E-02	13%	43%	2,3	3,0
	Areniscas	F	K59+912	K59+940	M	0	10	5,8	28	1,3E-06	0,00	0,64	1E-02	0%	13%	0	1,6
Girón (Jg)	Suelos residuales		K59+940	K60+075	H	0	*2*	5,8	135	2,0E-08	0,00	0,00	1E-02	0%	3%	0	0

Fuente: Geodata, 2018

- Corto plazo o durante construcción:

Los caudales a corto plazo se expresan en l/s/10 m de túnel excavado. Representan los caudales esperados en el frente de excavación y están destinados a disminuir con el tiempo y, a veces, a desaparecer completamente en función de su conexión con las áreas de alimentación de los circuitos hídricos subsuperficial y subterráneos y de las medidas que se apliquen para bloquear estos flujos. Los valores suministrados a corto plazo deben ser interpretados como valores de caudal específico (no pico) para un tramo de 10 m próximos al frente de excavación.

Los caudales calculados a lo largo del túnel muestran como las condiciones hidráulicas previstas son más o menos constantes a lo largo de todo el túnel. Si se excluyen los tramos próximos a los portales, donde los caudales serán nulos si se excava por encima del nivel freático, los caudales a corto plazo se encuentran comprendidos entre 0.05 y 2.0 l/s/10m. Estos valores pueden llegar a incrementarse considerablemente durante la excavación del túnel si se interceptan discontinuidades más permeables (p.e. k=1E-5 m/s) en correspondencia con las cargas hidráulicas mayores (p.e. 100 -130 m), en estos casos pueden llegar a presentarse caudales de pico del orden de 23 l/s. En la Tabla 5-2.42 se indican los caudales a corto plazo a lo largo del túnel Pamplona.

Tabla 5-2.42 Valores de caudales específicos a corto plazo a lo largo del túnel Pamplona (valores mínimos y máximos).

Geología			Progresiva		Caudal corto plazo	
Roca		Falla	desde	hasta	Q0 min (l/s/10m)	Q0 max (l/s/10m)
Kic	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745,00	K58+755,00	0	0
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755,00	K58+780,00	0,6	0,6
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780,00	K58+810,00	0,6	0,8
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810,00	K58+850,00	0,8	1,0
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850,00	K58+880,00	0	0
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880,00	K58+885,00	1	1
Kia	Areniscas	F	K58+885,00	K58+890,00	1,6	1,6
	Areniscas		K58+890,00	K58+905,00	0,7	0,7
	Arcillolitas		K58+905,00	K58+970,00	0,3	0,3
	Arcillolitas		K58+970,00	K59+100,00	0,2	0,3
	Areniscas		K59+100,00	K59+160,00	0,6	0,9
	Areniscas		K59+160,00	K59+220,00	0,9	1,2
Kitm	Arcillolitas		K59+220,00	K59+270,00	0,5	0,6
	Areniscas		K59+270,00	K59+340,00	1,4	1,5
	Arcillolitas		K59+340,00	K59+370,00	0,7	0,7
	Areniscas		K59+370,00	K59+450,00	1,5	1,6
	Arcillolitas	F	K59+450,00	K59+480,00	0,7	0,7
	Arcillolitas		K59+480,00	K59+540,00	0,1	0,1
	Arcillolitas		K59+540,00	K59+610,00	0,6	0,6
	Arcillolitas	F	K59+610,00	K59+620,00	1,9	1,9
	Arcillolitas		K59+620,00	K59+640,00	0,1	0,1
	Areniscas y Calizas		K59+640,00	K59+756,00	1,7	2
	Arcillolitas		K59+756,00	K59+812,00	1,3	1,4
	Arcillolitas		K59+812,00	K59+862,00	1	1,3
	Arcillolitas		K59+862,00	K59+912,00	0,5	1
	Areniscas	F	K59+912,00	K59+940,00	0	0,6
Jg	Suelos residuales		K59+940,00	K60+075.36	0	0

Fuente: Geodata, 2018

- Largo plazo sin considerar la limitación de la recarga

Los caudales a largo plazo representan la evolución en el tiempo del caudal a corto plazo una vez que este último se encuentre estabilizado en equilibrio con el drenaje creado a través del túnel. Se suministran en l/s y deben entenderse como los caudales esperados a lo largo de todos los tramos homogéneos. En este caso, es posible evaluar un valor de flujo global para todo el túnel.

Como se ha indicado precedentemente, la reducción de los caudales en el tiempo está directamente conexa con la calidad del macizo rocoso (aquí definido por el módulo elástico) y por la tasa de recarga, no considerada en el cálculo analítico, pero si en la simulación numérica. En particular, a cada tramo homogéneo se le ha atribuido un valor de módulo elástico específico acorde con la valoración geológica y geomecánica provista.

A propósito de la incidencia de la carga hidráulica sobre la valoración del factor de reducción del caudal, se enfatiza que este último será aún más importante a medida que la carga hidráulica sea mayor; en otras palabras, se tendrá un porcentaje de reducción más importante para cargas hidráulicas mayores en correspondencia de las cuales se tiene normalmente el caudal a corto plazo más alto. Por lo tanto, los caudales bajos relacionados con cargas hidráulicas reducidas permanecen más constantes en el tiempo, mientras las entradas de agua que suceden en correspondencia con zonas de mayor carga hidráulica sufrirán una reducción más significativa.

Tomando en consideración lo antes expuesto, se ha procedido con la valoración de los caudales a largo plazo para el túnel Pamplona, los cuales se presentan en la Tabla 5-2.43 y varían entre 52 y 57 l/s. Estos caudales de largo plazo representan unos valores potenciales acumulados de caudal de infiltración, mas no una ocurrencia real a futuro de los mismos, debido a que el cálculo analítico no considera variaciones en la recarga ni otros fenómenos dados en el tiempo (como la afectación diferencial de la cabeza piezométrica según avance de la excavación, entre otros) los cuales sí se manejan a través el modelo numérico. Sólo son comparables directamente los valores a muy corto plazo.

Tabla 5-2.43 – Valores de caudales estabilizados a largo plazo a lo largo del túnel Pamplona sin considerar limitación de la recarga (valores mínimos y máximos).

Geología			Progresiva		Caudal largo plazo sin limitación de recarga			
Roca		Falla	desde	hasta	Q1 min		Q1 max	
			m	m	l/s/10m	l/s	l/s/10m	l/s
Kic	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745,00	K58+755,00	0	0	0	0
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755,00	K58+780,00	0,6	1,4	0,5	1,2
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780,00	K58+810,00	0,5	1,5	0,5	1,6
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810,00	K58+850,00	0,5	2,2	0,6	2,3
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850,00	K58+880,00	0,03	0,1	0,04	0,1
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880,00	K58+885,00	0,6	0,3	0,6	0,3
Kia	Areniscas	F	K58+885,00	K58+890,00	0,9	0,5	0,9	0,5
	Areniscas		K58+890,00	K58+905,00	0,5	0,8	0,5	0,8

Geología			Progresiva		Caudal largo plazo sin limitación de recarga			
Roca		Falla	desde	hasta	Q1 min		Q1 max	
			m	m	l/s/10m	l/s	l/s/10m	l/s
	Arcillolitas		K58+905,00	K58+970,00	0,3	1,7	0,3	1,7
	Arcillolitas		K58+970,00	K59+100,00	0,2	2,7	0,3	3,5
Kia	Areniscas		K59+100,00	K59+160,00	0,5	2,8	0,6	3,5
	Areniscas		K59+160,00	K59+220,00	0,6	3,5	0,6	3,9
Kitm	Arcillolitas		K59+220,00	K59+270,00	0,4	1,8	0,4	1,9
	Areniscas		K59+270,00	K59+340,00	0,7	4,7	0,7	4,7
	Arcillolitas		K59+340,00	K59+370,00	0,4	1,2	0,4	1,2
	Areniscas		K59+370,00	K59+450,00	0,7	5,4	0,7	5,4
	Arcillolitas	F	K59+450,00	K59+480,00	0,4	1,2	0,4	1,2
	Arcillolitas		K59+480,00	K59+540,00	0,05	0,3	0,1	0,3
	Arcillolitas		K59+540,00	K59+610,00	0,4	2,6	0,4	2,7
	Arcillolitas	F	K59+610,00	K59+620,00	0,6	0,6	0,6	0,6
	Arcillolitas		K59+620,00	K59+640,00	0,05	0,1	0,05	0,1
	Areniscas y Calizas		K59+640,00	K59+756,00	0,7	8,6	0,7	8,4
	Arcillolitas		K59+756,00	K59+812,00	0,6	3,4	0,6	3,4
	Arcillolitas		K59+812,00	K59+862,00	0,6	3,0	0,6	3,1
	Arcillolitas		K59+862,00	K59+912,00	0,5	2,3	0,6	3,0
	Areniscas	F	K59+912,00	K59+940,00	0	0	0,6	1,6
Jg	Suelos residuales		K59+940,00	K60+075.36	0	0	0	0
						52		57

Fuente: Geodata, 2018

- Largo plazo considerando la limitación de la recarga valorada con la modelación numérica:

No obstante, como se ha indicado anteriormente, los valores reportados en la Tabla 5-2.43 no consideran la limitación de la recarga del sistema acuífero-túnel en relación con el caudal drenado por el túnel y por lo tanto los valores tienden a sobre-estimarse.

No obstante, gracias a la modelación numérica y valoración de la recarga ha sido posible valorar el caudal drenado por el túnel Pamplona a largo plazo considerando la recarga efectiva del sistema acuífero-túnel interceptado por la obra subterránea. En estos cálculos no se tienen en cuenta las medidas propuestas para incrementar la recarga.

Una vez el túnel ha sido excavado, la permeabilidad del macizo rocoso atravesado comprendida entre 1E-7 m/s y 1E-6 m/s y la baja tasa de infiltración desde la superficie, pueden determinar el abatimiento del nivel piezométrico en correspondencia con el eje del túnel. Al largo plazo, el caudal drenado en el túnel varía en el tiempo hasta estabilizarse después de 10 años, en particular resultan los siguientes valores:

- Después de 1 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 23 l/s.
- Después de 5 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 12 l/s.
- Después de 10 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 8 l/s.

En la Tabla 5-2.44 se reportan los resultados finales de cálculo del caudal esperado en el túnel. Es posible apreciar, tramo por tramo, la evolución en el tiempo del caudal a corto plazo valorado con método analítico y el caudal a largo plazo en el que se ha tenido en cuenta el aporte del modelo numérico.

Si bien es cierto que la recarga por agua de lluvia por encima de la cota del túnel es baja se debe tener en cuenta que el valle estructural donde nace la quebrada San Antonio ubicada a aprox. 100 m al norte de la traza del túnel, constituye una zona donde convergen escorrentías de cuencas vecinas que ofrecen una buena disponibilidad hídrica en este sector específico, cuya topografía suave favorece los procesos de infiltración, lo cual mitiga el efecto de descenso del nivel piezométrico por la presencia del túnel y sus efectos colaterales, pudiendo llegar a retardarlo significativamente.

Vale la pena aclarar que los valores calculados de caudales a corto y largo plazo están estrechamente ligados a las condiciones geotécnicas del macizo rocoso y cargas hidráulicas que se prevén encontrar durante la excavación del túnel Pamplona. Si estas variables cambian, o varían respecto a lo originalmente previsto, los valores de caudales calculados deben ser revisados y actualizados. En otras palabras, la fiabilidad del modelo hidrogeológico está estrechamente ligada a la fiabilidad del modelo geológico y geotécnico de referencia del túnel.

Tabla 5-2.44. Cálculo del caudal esperado en el túnel (valoración analítica) a largo plazo con aplicación de la valoración numérica.

Geología			Progresiva		Caudal largo plazo sin limitación de la recarga				Filtro numérico - caudales Largo Plazo (1 año) con limitación de la recarga entregada para el modelo numérico			Filtro numérico - caudales Largo Plazo (5 años) con limitación de la recarga entregada para el modelo numérico			Filtro numérico - caudales Largo Plazo (10 años) con limitación de la recarga entregada para el modelo numérico		
					Q1 min		Q1 max										
Roca		Falla	desde	hasta	l/s/10m	l/s	l/s/10m	l/s	Red %	l/s/10m	l/s	red %	l/s/10m	l/s	red %	l/s/10m	l/s
Kic	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745,00	K58+755,00	0	0	0	0	23%	0,00	0,000	13%	0,00	0,000	10%	0,00	0,000
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755,00	K58+780,00	0,6	1,4	0,5	1,2	23%	0,14	0,346	13%	0,08	0,196	10%	0,06	0,151
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780,00	K58+810,00	0,5	1,5	0,5	1,6	14%	0,09	0,268	6%	0,04	0,115	5%	0,03	0,096
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810,00	K58+850,00	0,5	2,2	0,6	2,3	14%	0,11	0,449	6%	0,05	0,192	5%	0,04	0,160
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850,00	K58+880,00	0,03	0,1	0,04	0,1	14%	0,01	0,017	6%	0,00	0,007	5%	0,00	0,006
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880,00	K58+885,00	0,6	0,3	0,6	0,3	14%	0,15	0,073	6%	0,06	0,031	5%	0,05	0,026
Kia	Areniscas	F	K58+885,00	K58+890,00	0,9	0,5	0,9	0,5	14%	0,23	0,115	6%	0,10	0,049	5%	0,08	0,041
	Areniscas		K58+890,00	K58+905,00	0,5	0,8	0,5	0,8	14%	0,10	0,147	6%	0,04	0,063	5%	0,04	0,053
	Arcillolitas		K58+905,00	K58+970,00	0,3	1,7	0,3	1,7	14%	0,04	0,281	6%	0,02	0,120	5%	0,02	0,100
	Arcillolitas		K58+970,00	K59+100,00	0,2	2,7	0,3	3,5	14%	0,03	0,427	6%	0,01	0,183	5%	0,01	0,153
	Areniscas		K59+100,00	K59+160,00	0,5	2,8	0,6	3,5	14%	0,08	0,477	6%	0,03	0,204	5%	0,03	0,170
	Areniscas		K59+160,00	K59+220,00	0,6	3,5	0,6	3,9	31%	0,27	1,629	16%	0,14	0,841	11%	0,10	0,578
Kitm	Arcillolitas		K59+220,00	K59+270,00	0,4	1,8	0,4	1,9	31%	0,16	0,822	16%	0,08	0,424	11%	0,06	0,292
	Areniscas		K59+270,00	K59+340,00	0,7	4,7	0,7	4,7	31%	0,42	2,952	16%	0,22	1,524	11%	0,15	1,047
	Arcillolitas		K59+340,00	K59+370,00	0,4	1,2	0,4	1,2	31%	0,21	0,643	16%	0,11	0,332	11%	0,08	0,228
	Areniscas		K59+370,00	K59+450,00	0,7	5,4	0,7	5,4	31%	0,47	3,750	16%	0,24	1,936	11%	0,17	1,331
	Arcillolitas	F	K59+450,00	K59+480,00	0,4	1,2	0,4	1,2	31%	0,21	0,625	16%	0,11	0,323	11%	0,07	0,222
	Arcillolitas		K59+480,00	K59+540,00	0,05	0,3	0,1	0,3	31%	0,03	0,161	16%	0,01	0,083	11%	0,01	0,057
	Arcillolitas		K59+540,00	K59+610,00	0,4	2,6	0,4	2,7	31%	0,18	1,284	16%	0,09	0,663	11%	0,07	0,456
	Arcillolitas	F	K59+610,00	K59+620,00	0,6	0,6	0,6	0,6	31%	0,57	0,574	16%	0,30	0,296	11%	0,20	0,204
	Arcillolitas		K59+620,00	K59+640,00	0,05	0,1	0,05	0,1	31%	0,02	0,046	16%	0,01	0,024	11%	0,01	0,016
	Areniscas y Calizas		K59+640,00	K59+756,00	0,7	8,6	0,7	8,4	31%	0,53	6,103	16%	0,27	3,150	11%	0,19	2,166
	Arcillolitas		K59+756,00	K59+812,00	0,6	3,4	0,6	3,4	14%	0,19	1,047	6%	0,08	0,449	5%	0,07	0,374
	Arcillolitas		K59+812,00	K59+862,00	0,6	3,0	0,6	3,1	14%	0,15	0,727	6%	0,06	0,311	5%	0,05	0,260
	Arcillolitas		K59+862,00	K59+912,00	0,5	2,3	0,6	3,0	14%	0,07	0,371	6%	0,03	0,159	5%	0,03	0,132
	Areniscas	F	K59+912,00	K59+940,00	0	0	0,6	1,6	23%	0,00	0,000	13%	0,00	0,000	10%	0,00	0,000
Jg	Suelos residuales		K59+940,00	K60+075.36	0	0	0	0	23%	0,00	0,000	13%	0,00	0,000	10%	0,00	0,000
						52		57			23			12			8

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.11 Probabilidad de afectación de los puntos de agua censados mediante método DHI (Drowdawn Hazard Index).

Este capítulo abarca la previsión, expresada en términos probabilísticos, del potencial de afectación de los puntos de agua localizados en el área de influencia del túnel Pamplona, debido a la excavación de esta obra subterránea.

El análisis de la probabilidad de afectación se ha llevado a cabo sobre 14 puntos de agua ubicados en el área de influencia del túnel y sus inmediaciones. Estos puntos de agua fueron identificados durante el inventario realizado en época húmeda e intermedia y constituyen una muestra representativa de los recursos hídricos presentes en la zona de influencia del túnel. El análisis y los resultados obtenidos para el túnel Pamplona fueron hechos bajo la condición constructiva de túnel drenante.

La metodología de cálculo utilizada para este análisis es conocida como *Drawdown Hazard Index* (DHI, Dematteis et al., 2001, Torri & Dematteis, 2007[4]), fue presentada en el congreso mundial de túneles organizado por AITES ITA en el 2001, celebrado en Milano-Italia, y provee una definición probabilística acerca de la ocurrencia del fenómeno de afectación de los recursos hídricos debido a la excavación de obras subterráneas. En el parágrafo siguiente se describe en detalle la metodología DHI.

En la literatura existente, el tema relacionado con la probabilidad de afectación de puntos de agua en superficie debido a la construcción específica de túneles es tratado generalmente mediante enfoques cualitativos y subjetivos o mediante la aplicación de modelos numéricos de flujo enfocados a casos específicos. El método DHI utilizado en el presente estudio para valorar la probabilidad de afectación de las fuentes de aguas localizadas en superficie debido a la construcción del túnel Pamplona, representa el único método, según el conocimiento de los autores, que permite obtener un resultado mediante un proceso estandarizado y verificable. A manera de ejemplo se cita la valoración que algunos autores reconocidos han hecho del método en cuestión, como por ejemplo Vincenzi et al. (2010) quien ilustra una comparación del método DHI con el modelo numérico de flujo.

Por las razones antes expuestas se concluye como el método DHI aplicado en el presente estudio del componente hidrogeológico, constituye el método idóneo para llevar a cabo la valoración de afectación aquí relacionada, dado que fue concebido específicamente para este fin y el mismo ha sido aplicado con éxito en estudios análogos realizados para diferentes túneles como por ejemplo túnel del Perthus (España-Francia), túnel Torino-Lyon (Italia-Francia), túnel Villarodaine Bourget (Francia) y túnel Terzo Valico (Italia). En Colombia ha sido aplicado en el marco del desarrollo de estudios de impacto ambiental para los siguientes túneles: túneles de oriente en vía Medellín – Río Negro (dos túneles viales), túneles ruta del sol, sector 1, tramo 1 (16 túneles viales), túneles vía al Mar2 (14 túneles viales), túneles carretera Bogotá – Villavicencio, sector chirajara – bijagual (5 túneles), entre

[4] Dematteis, A., Kalamaras, G., Eusebio, A. (2001). "A systems approach for evaluating springs drawdown due to Túnelling", AITES-ITA 2001 World Túnel Congress, Milano, Italy 10-13 june, II, pp. 257-264.
Torri, R., Dematteis, A. (2007). "Drawdown hazard of springs and wells in Túneling: predictive model and verification" Proc. XXXV IAH Congress, Groundwater and Ecosystems, Lisbon 17-21 Sept. 2007, 10 pp.

otros.

En la Tabla 5-2.48 del presente informe, se calcula el valor DHI para los puntos de agua localizados en la zona de influencia del túnel Pamplona.

5.1.8.11.1 Método del cálculo

A continuación, se presenta la descripción del método para la valoración del índice de probabilidad de afectación de los puntos de agua subsuperficial y subterránea (DHI).

El sistema *acuífero – túnel* es analizado detalladamente por ocho (8) variables, que están relacionadas con el fenómeno de abatimiento del nivel freático y de la afectación de los puntos de agua presentes en superficie. Entre estas ocho (8) variables, cuatro (4) de ellas se definen como variables fundamentales del sistema, y se refieren a las condiciones hidrogeológicas a cota del túnel en el tramo de proyección del punto de agua en superficie, y las cuatro (4) restantes son considerados como factores claves, y se relacionan con las características geométricas y geológicas que conectan el punto de agua en superficie con el túnel en profundidad.

Con el fin de realizar el cálculo del índice de la probabilidad de afectación de los puntos de agua (DHI), a cada punto se le asigna un valor numérico para cada una de las variables antes descritas, valores que representan las condiciones hidrogeológicas típicas para aquel punto de agua en particular. La asignación del valor numérico de la variable obedece siempre al siguiente criterio; valores bajos para las condiciones de menor probabilidad de afectación y valores altos para aquella de mayor probabilidad.

Tal método de atribución de los valores de la variabilidad requiere, obviamente, tratar puntos de agua localizados geográficamente de manera univoca, y para los cuales sea posible una proyección puntual sobre el trazado del túnel.

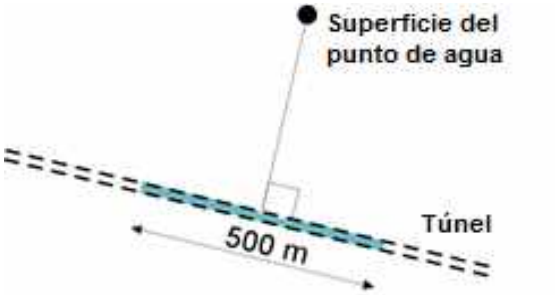
- **Sistema de proyección del punto de agua sobre el túnel**

Dado que todas las variables del sistema se relacionan con las condiciones geomecánicas e hidrogeológicas previstas a lo largo del trazado del túnel, es necesario proyectar, en planta, cada punto de agua sobre el trazado mismo, como se indica en la Figura 5-2.71.

En presencia de zonas de fallas o de estructuras geológicas permeables particulares, con orientación no perpendicular al túnel, la distancia del túnel ha sido considerada a lo largo de la estructura misma, porque se supone que el hipotético flujo de agua que podría drenar al punto en análisis tendrá lugar en esta dirección. En este caso, la proyección del punto recae en correspondencia con la intersección de la zona de falla con el túnel.

Para los puntos de agua en proximidad de los portales, cuya proyección perpendicular al trazado cae fuera del trazado mismo, la proyección se ha hecho sobre la última progresiva del túnel más cercana al punto.

Figura 5-2.71. Esquema de la relación geométrica entre la posición del punto de agua considerado y el tramo de túnel de referencia.



Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

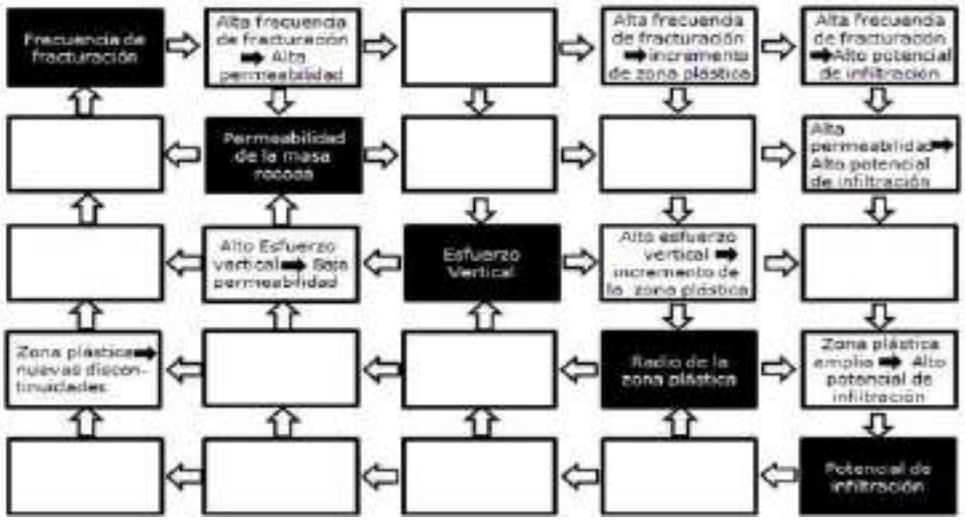
La proyección en planta de cada punto de agua sobre el trazado ha permitido determinar la progresiva de referencia del punto de agua, y obtener los valores de las variables con base en las condiciones geológicas e hidrogeológicas previstas a lo largo del eje del túnel. Los valores han sido asignados considerando una franja de 250 m entorno a la proyección del punto de agua sobre el eje, porque se considera que las interacciones mayores se manifestarán sobre este intervalo.

5.1.8.11.2 Descripción de las variables del sistema

- **Variables fundamentales del sistema**

La interacción entre las cuatro variables fundamentales del sistema *acuífero-túnel* se describe en la matriz de la Figura 5-2.72 mediante relación de causa-efecto entre las mismas variables. La interacción entre ellas determina el potencial de drenaje que el tramo de túnel examinado tiene sobre los puntos de agua (PI).

Figura 5-2.72. Ejemplo conceptual de la matriz del sistema Acuífero-túnel



Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

- Frecuencia de fracturación (FF):

La presencia de fracturas mayores o menores que interceptan el túnel, condicionan directamente la posibilidad de drenaje que ellas tienen sobre el macizo. De este modo, una mayor fracturación determina una mayor permeabilidad y, en consecuencia, una mayor posibilidad de flujo al interior del túnel. Adicionalmente, la frecuencia de fracturación afecta directamente dos de las variables fundamentales descritas a continuación: la permeabilidad del macizo y la amplitud de la zona plástica sobre el contorno de la excavación subterránea (que aumenta con la misma). La caracterización ha sido hecha con base en el perfil geológico y geotécnico de referencia del proyecto y con los nuevos datos geológicos obtenidos durante la campaña de investigaciones del presente estudio, identificándose sectores caracterizados por la presencia de roca sana, roca fracturada y zonas de fallas.

- Permeabilidad del macizo (MK):

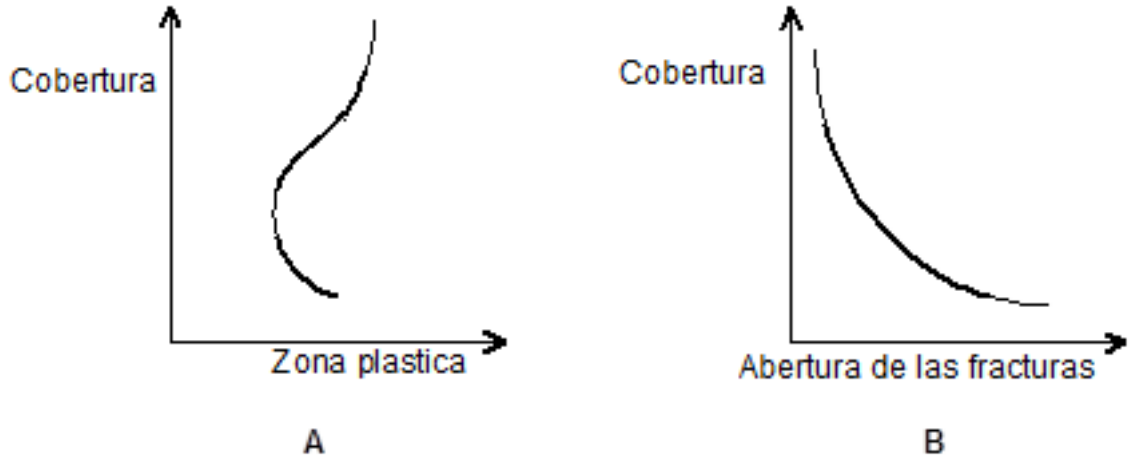
Se trata del grado de permeabilidad asignado a los diferentes complejos hidrogeológicos reconocidos en el sistema *acuífero-túnel* e interceptados por el túnel. Tal variable toma en cuenta tanto la permeabilidad debida al componente homogéneo de la fracturación (conductividad de cada fractura en particular), como la permeabilidad intrínseca de la matriz rocosa y describe un grado de permeabilidad equivalente de todo el sistema.

- Espesor de la cobertura (OV):

El espesor de la cobertura influye en el efecto drenante del túnel ya sea en el entorno de la excavación, en la zona plástica, como en el macizo mismo, donde se observa un progresivo cierre de la fractura con la profundidad debido a la variación de las condiciones de esfuerzos locales. En la Figura 5-2.73 se muestra un ejemplo del modelo conceptual.

➢

Figura 5-2.73. Esquema de la influencia que la cobertura tiene sobre la amplitud de la zona plástica que se forma entorno de una excavación subterránea (A) y, a la escala del macizo, sobre la abertura media de las fracturas (B).



Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

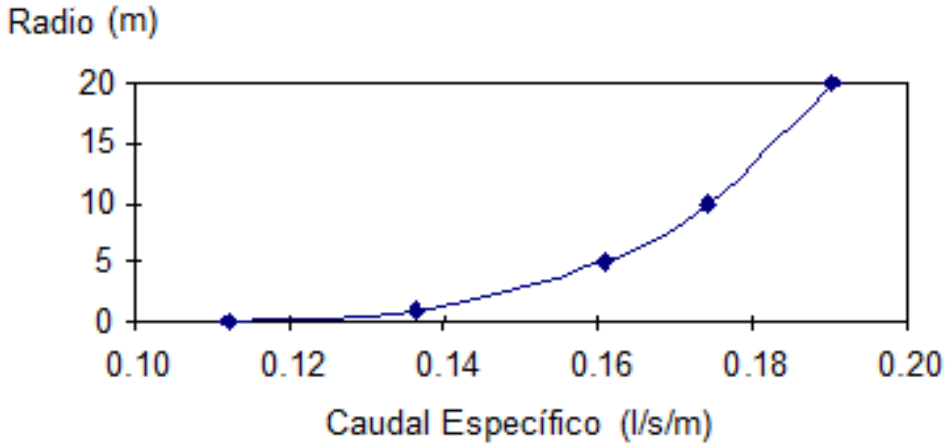
- Amplitud de la zona plástica (PZ):

La zona plástica que se forma en el contorno de la excavación por efecto de la perturbación

del campo local de esfuerzos corresponde a una franja de roca intensamente fracturada y por lo tanto de mayor permeabilidad; de amplitud variable entre 1 y 2-3 veces el diámetro de la excavación. La extensión de la zona plástica está en función del diámetro del túnel, del espesor de la cobertura, de la técnica de excavación adoptada y, más en general, de las características geomecánicas del macizo. El valor numérico de la variable PZ ha sido asignado en cada caso considerado a partir de las características geomecánicas del macizo rocoso.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona plástica puede ser entendida como un volumen de roca donde aumenta el potencial drenante de la excavación, implicando un aumento del efecto drenante del túnel. La variación del efecto drenante al variar las dimensiones de la zona plástica puede ser simulado, en una primera aproximación, con enfoques analíticos tomados de la literatura (p.e. túnel que drena un acuífero no perturbado infinitamente extenso en un medio homogéneo, GOODMAN et al., 1965, BRUCE et al., 1980, ALBERTS & GUSTAFSON, 1983). Asumiendo, por ejemplo, una conductividad hidráulica del macizo rocoso del orden de 10^{-6} m/s y una carga hidráulica al nivel del túnel igual a 100 m, resulta como el radio del túnel influye de manera significativa en la cantidad de agua drenada (ver Figura 5-2.74). Si se asume que en la zona plástica la permeabilidad sea superior en uno o más órdenes de magnitud a aquella del macizo, entonces, al efecto drenante de la excavación se sumara a aquel de la zona plástica circunscrita en su contorno.

Figura 5-2.74. Relación entre el radio del túnel y el caudal drenado (aplicando la fórmula de GOODMAN et al., 1965)



Fuente: Goodman et. al, 1965

En el caso que nos ocupa, en la valoración de la variable PZ se ha considerado una zona plástica de amplitud equivalente a dos veces el radio de la excavación.

- **Factores claves del sistema**

- Distancia del túnel (DT):

Esta variable ha sido valorada determinando la distancia entre el punto de agua y el túnel. Para esto se considera la proyección en planta y la diferencia de cota. En presencia de zonas de falla, la distancia al túnel ha sido considerada a lo largo de la zona de falla, porque se supone que el hipotético flujo de agua que podría drenar al punto en análisis circulará a lo largo de esta dirección. Con base en la experiencia obtenida en contextos hidrogeológicos análogos, han sido asignados valores diversos para clases de distancia DT, asumiendo que, para distancias inferiores a 200 m, el efecto es máximo, y para distancias superiores a 5000 m, el efecto es despreciable.

- Intersección con canales de permeabilidad alta (CP):

Esta variable toma en consideración la presencia de zonas de elevada conductividad hidráulica entre el punto de agua y el túnel. Desde un punto de vista geológico, este caso puede estar representado por zonas de falla, zonas de intensa fracturación, o por niveles con disolución química, carsismo o pseudo-carsismo. En el caso en el cual uno de estos canales de alta permeabilidad conecte hidráulicamente un punto de agua en superficie con el túnel, se crea una continuidad ideal entre los dos puntos. En estas condiciones la probabilidad de afectación del punto de agua crece drásticamente.

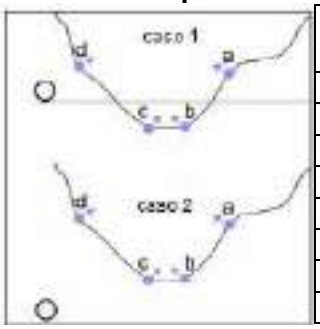
Para el caso en estudio se ha asumido una conexión punto de agua/túnel para todos aquellos puntos de agua situados a una distancia inferior o igual a 50 m de una zona de falla. En el contexto geológico interceptado por el túnel pamplona, es posible la presencia de fenómenos de pseudo-carsismo especialmente en la formación Tibú-Mercedes.

- Efecto topográfico (ET):

Se trata de una variable que considera el aspecto morfológico del contexto en el que se sitúa el punto de agua en evaluación. La recíproca posición del punto de agua y el túnel respecto al perfil topográfico de la ladera puede influir en la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de drenaje. En el esquema conceptual de la Figura 5-2.75 se muestran los casos posibles, así como su respectiva valoración numérica. El valor asignado a la variable ET asume valor de 1 para las condiciones de menor probabilidad de afectación y un valor de 2 para aquella de mayor probabilidad.

En el caso de los puntos de agua, que pueden estar localizados sea sobre la ladera como en su parte inferior (pie), y por lo tanto no en el fondo del valle, se distinguen ocho (8) casos diferentes, que toman en cuenta la ubicación del punto de agua y el túnel sobre la misma ladera o sobre laderas diferentes y su recíproca posición en cota.

Figura 5-2.75. Esquema conceptual del efecto topográfico (ET). En la tabla de la izquierda se muestran los valores que asume ET para puntos de agua.



Caso	ET (pto Agua)
1a	1
1b	1
1c	1
1d	2
2a	1,5
2b	1,5
2c	2
2d	2

Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

- Tipo de puntos de agua (TS):

Esta variable valora el tipo de relación que el punto de agua tiene con el sistema de flujo hídrico subsuperficial y subterráneo. Se distinguen tres tipos: someros, profundos y mixtos. En el caso de los puntos de agua someros (en adelante subsuperficiales) la manifestación hídrica es alimentada desde los terrenos de cobertura cuaternaria o desde una variación local de la intensidad de fracturación y alteración de la parte cortical del substrato; la surgencia hídrica en este caso se localiza frecuentemente en correspondencia con cambios morfológicos de la ladera y es alimentada por sistemas de flujos locales. Los puntos de agua profundos son generalmente alimentados por sistemas de flujos más extensos, desarrollados al interior del macizo rocoso; los cuales pueden emerger en correspondencia con límites de permeabilidad representados por fallas o por contactos tectónicos o estratigráficos, muchos de ellos evidenciados por cambios fuertes en la topografía. Los puntos de agua mixtos representan un caso intermedio, presentando alimentación ya sea subsuperficial como profunda, con porcentajes variables.

En el caso en examen no se han encontrado casos de puntos de agua alimentados claramente y exclusivamente por circuitos profundos en el área interceptada por el trazado del túnel Pamplona. Por lo tanto, todos los puntos censados han sido clasificados en su gran mayoría como subsuperficiales, con aportes menos relevantes de flujos mixtos. Los puntos de agua con alimentación mixta representan un caso intermedio, contienen alimentación ya sea superficial como profunda, con porcentajes variables. La valoración asignada es la siguiente: 1a-punto de agua subsuperficial (1), 1b-Punto de agua Intermedio (1,5) y 1c-Puntos de agua Profundo (2).

A diferencia de las demás variables, que relacionan el punto de agua con la condición prevista a lo largo del túnel, el tipo de alimentación (TS) es específico de cada punto de agua examinado, independientemente de la presencia del túnel en análisis.

- **Definición del índice de las variables**

En la Tabla 5-2.45 se definen las ocho (8) variables y su índice correspondiente, necesario para el cálculo del DHI.

Tabla 5-2.45. Descripción de las ocho (8) variables del sistema acuífero-túnel y definición de los índices correspondientes para los puntos de agua.

Código	Descripción	Valor numérico
FF	Frecuencia de fracturación	1 = fallas principales y/o zona de fracturación con desarrollo de morfología cárstica; 0,75 = zona de mayor fracturación y/o alteración hidrotermal (sin morfología cárstica); 0,1 = ausencia de fallas principales y/o zonas de fracturación y disolución.
MK	Permeabilidad del macizo	0,9 = permeabilidad de alta a muy alta; 0,75 = permeabilidad alta; 0,5 = permeabilidad media; 0,25 = permeabilidad baja; 0,1 = permeabilidad baja a muy baja.
OV	Espesor de la cobertura	0,9 = cobertura < 50 m; 0,5 = 50 m < cobertura < 100 m; 0,2 = 100 m < cobertura < 500 m; 0,1 = cobertura > 500 m
PZ	Extensión de la zona plástica	1 = radio zona plástica > diámetro túnel; 0 = radio zona plástica < diámetro túnel.
DT	Distancia del túnel	1,9 = dist. eje. < 200 m; 1,5 = 200 m < dist. eje. < 500 m; 1,2 = 500 m < dist. eje. < 1000 m; 1,1 = 1000 m < dist. eje. < 5000 m; 0 = dist. eje. > 5000 m
CP	Intersección con canales de permeabilidad	2 = intersección con fallas mayores y/o zona de disolución con desarrollo de régimen hidrodinámico de tipo cárstico; 1,5 = presunta intersección (p.e. falla evidenciada en planta, pero no en el perfil, o puntos en el tramo de una zona de falla, sin la certeza que esté conectado a ella; 1 = ninguna intersección.
ET	Efecto topográfico	2 = distancia vertical > 0 y misma ladera; 1 = túnel parietal y otra ladera o distancia vertical < 0 y misma ladera; 1,5 = distancia vertical > 0 y otra ladera.
TS	Tipo de Punto de agua	2 = Puntos de agua profundo (alimentada desde el substrato rocoso); 1,5 = puntos de agua mixto; 1 = puntos de agua subsuperficial (alimentada principalmente desde depósitos cuaternarios o cobertura del macizo rocoso).

Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

- **Definición del grado de afectación**

El potencial de drenaje (PI), calculado de la matriz, es definido por la siguiente ecuación:

$$PI = (41 \cdot FF + 22 \cdot MK + 17 \cdot OV + 20 \cdot PZ)/100$$

Los factores multiplicadores de las variables fundamentales que aparecen en la ecuación anterior han sido calculados mediante una matriz de interacción binaria y una matriz de interacción global.

El índice de probabilidad de afectación (DHI) es el producto del potencial de drenaje (PI) para los factores claves, normalizados respecto a su valor máximo:

$$DHI = PI \cdot CP \cdot TS \cdot DT \cdot ET \cdot 100/DHI_{max}$$

El DHI_{max}, que se obtiene de la condición teórica de mayor probabilidad de afectación del punto de agua (DT = 1,9; CP = 2; TS = 2; ET = 2; FF = 1; MK = 0,9; OV = 0,9; PZ = 1) es igual a 1460,72.

Con el fin de obtener un valor normalizado entre 0 y 1, se procede a relacionar cada punto de agua en examen con el máximo valor teórico indicado en el párrafo anterior (1460,72).

El valor DHI obtenido de esta manera, teóricamente variable entre 0 y 1, ha sido reagrupado en tres clases de probabilidad de afectación basado en una retroalimentación realizada sobre túneles ya excavados como por ejemplo el túnel Perthus localizado entre España-Francia y el túnel Villarodaine Bourget localizado en Francia (Torri & Dematteis, 2007). En la Tabla 5-2.46 se indican las tres clases.

Tabla 5-2.46. Grado de probabilidad de afectación de los puntos de agua.

DHI	DESCRIPCIÓN
1	Muy Baja a imperceptible
2	Baja
3	De Media a Alta

Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

5.1.8.11.3 Resultados

En este numeral se resumen los resultados correspondientes al estudio de impacto sobre los puntos de agua presentes en el área de influencia del túnel Pamplona. El método empleado para su valoración corresponde al DHI (*Drawdown Hazard Index)*, antes descrito. Del análisis de la distribución de las distintas clases de probabilidad de afectación para los 14 puntos de agua censados en la zona de influencia del túnel pamplona resultó lo siguiente (ver Tabla 5-2.47):

Tabla 5-2.47. Potencial impacto sobre los puntos hidrogeológicos localizados en la zona de influencia del túnel Pamplona.

DHI	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
1	Muy Baja a imperceptible	6	43%
2	Baja	8	57%
3	Media a Alta	0	0%
TOTAL			100%

Fuente: Geodata, 2018

- 6 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 1, es decir, en ellos no se prevé afectación o ésta es despreciable desde el punto de vista probabilístico. Estos puntos representan el 33% del total de puntos relacionados con los túneles del corredor vial.
- 8 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 2, es decir, en ellos se prevé una probabilidad de afectación baja. Estos puntos representan el 67% del total.
- 0 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 3, es decir, en ningún punto de agua se prevé una probabilidad de afectación media a alta.

Los puntos de agua que han resultado con alguna probabilidad de afectación, de acuerdo con el método DHI, se encuentran alineados con el sistema de sistemas de fallas regionales que discurren en dirección NNW_SSE y E_W.

- En la Tabla 5-2.49 se muestran los puntos de agua subsuperficial y subterránea que presentan alguna probabilidad de afectación (baja), especificando el tipo de punto y el caudal medido.

Tabla 5-2.48. Cálculo valor DHI para los puntos de agua ubicados en la zona de influencia del túnel Pamplona.

			KEY FACTORS OF WATER-POINTS				*FUNDAMENTAL VARIABLES OF THE SYSTEM*				*RESULTS*		
CODE	TUNNEL	TYPE	Distance from the Tunnel	Permeability Channels	Water-point type	Topographic Effect	Fracture Frequency	Rock Mass Permeability	Overburden	Plastic Zone Radius	Potential of Inflow	Drowdawn Hazard Index	
			DT	CP	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI value	DHI class
UF1-PA01	Pamplona	Interflujo	1,9	1	1	1	0,5	0,5	0,9	1	0,67	0,09	1
UF1-PA02	Pamplona	Manantial	1,5	1,5	1	2	0,5	0,5	0,5	1	0,6	0,18	2
UF1-PA03	Pamplona	Manantial	1,5	1,5	1	2	0,5	0,5	0,5	1	0,6	0,18	2
UF1-PA04	Pamplona	Manantial	1,5	1,5	1	2	0,5	0,5	0,5	1	0,6	0,18	2
UF1-PA05	Pamplona	Interflujo	1,5	1,5	1	2	0,75	0,25	0,2	1	0,6	0,18	2
UF1-PA06	Pamplona	Manantial	1,5	1,5	1	2	0,5	0,5	0,9	1	0,67	0,21	2
UF1-PA07	Pamplona	Manantial	1,5	1,5	1	2	0,75	0,25	0,2	1	0,6	0,18	2
UF1-PA08	Pamplona	Interflujo	1,5	1	1	2	0,5	0,25	0,2	1	0,49	0,1	1
UF1-PA09	Pamplona	Resurgencia	1,9	1	1	1	0,5	0,5	0,9	1	0,67	0,09	1
UF1-PA10	Pamplona	Interflujo	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	0,5	1	0,6	0,14	1
UF1-PA19	Pamplona	Interflujo	1,9	1	1	2	0,5	0,5	0,9	1	0,67	0,17	2
UF1-PA20	Pamplona	Interflujo	1,9	1	1	2	0,5	0,5	0,9	1	0,67	0,17	2
UF1-PA102	Pamplona	Interflujo	1,5	1,5	1	1	0,5	0,1	0,2	1	0,46	0,07	1
UF1-PA103	Pamplona	Resurgencia	1,5	1,5	1	1	0,5	0,1	0,2	1	0,46	0,07	1

Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.49. Puntos de agua subsuperficial y subterránea con probabilidad de impacto bajo localizados en la zona de influencia del túnel pamplona.

Punto de Agua	Tipo de Punto	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Permanencia	Usuarios	Valor
(ID PA)	ID	E	N	ELV	nov-18	abr-may/18		Si/No	DHI
UF1-PA02	Manantial	1158099	1308642	2420	0,221	0,352	Perenne	Si	2
UF1-PA03	Manantial	1158039	1308669	2409	0,214	0,212	Perenne	No	2
UF1-PA04	Manantial	1158043	1308721	2421	1,029	1,100	Perenne	Si	2
UF1-PA05	Interflujo	1158208	1308883	2442	0,157	0,177	Perenne	Si	2
UF1-PA06	Manantial	1157762	1309240	2482	0,011	0,040	Perenne	No	2
UF1-PA07	Manantial	1158323	1309298	2568	0,313	0,449	Perenne	Si	2
UF1-PA19	Interflujo	1159213	1309611	2287	0,085	0,268	Perenne	Si	2
UF1-PA20	Interflujo	1159653	1308983	2257	0,065	0,088	Perenne	Si	2

Fuente: Geodata, 2018

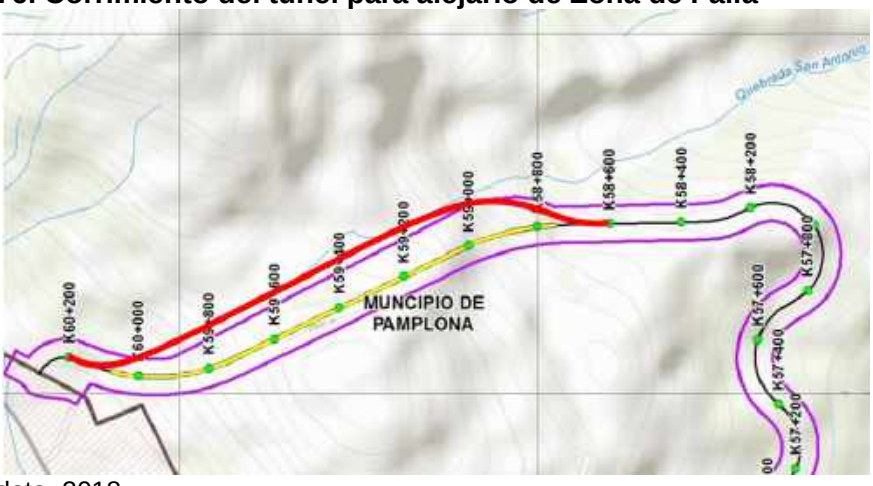
5.1.8.11.4 Medidas de prevención, mitigación y compensación sugeridas

- **Medidas de prevención**

La principal medida de prevención se aplica en las primeras etapas de diseño, específicamente en el diseño geométrico del túnel. En el caso del túnel de Pamplona se decidió desplazar hacia el SE el trazado original, con el propósito de retirarlo de la zona de falla regional que discurre en dirección E-W y que conforma el valle estructural donde aflora una fuente utilizada en el sector de Cristo Rey. Este desplazamiento del trazado disminuye sensiblemente la potencial afectación del túnel sobre su entorno al construirse en una zona menos afectada tectónicamente respecto a su posición original.

En la Figura 5-2.76 se presenta visualmente la explicación del desplazamiento del diseño del eje del túnel, consistente en un corrimiento de 90 metros en promedio a partir de la línea roja que muestra el alineamiento considerado originalmente, hasta el alineamiento definitivo por la línea amarilla.

Figura 5-2.76. Corrimiento del túnel para alejarlo de Zona de Falla



Fuente: Geodata, 2018

- **Medidas de Mitigación**

Las medidas de mitigación más efectivas encaminadas a disminuir la potencial afectación que la obra subterránea pudiera ejercer sobre los diferentes puntos de agua y recursos hídricos presentes en superficie, son aquellas que se planifican y ejecutan simultáneamente con la construcción del túnel.

Según los resultados de estas medidas y eventuales hallazgos de conductos saturados de mayor tamaño al esperado (caudales más altos a los caudales críticos, que se encuentren en las perforaciones de avanzada), se prevén también medidas de mitigación contingentes.

En este sentido se indican a continuación las medidas de mitigación consideradas para el túnel de Pamplona.

- Medidas de Mitigación Estándar

- Excavación parcial o por etapas en terrenos de calidad geotécnica pobre a muy pobre (RMR<45), incluidas zonas de falla.

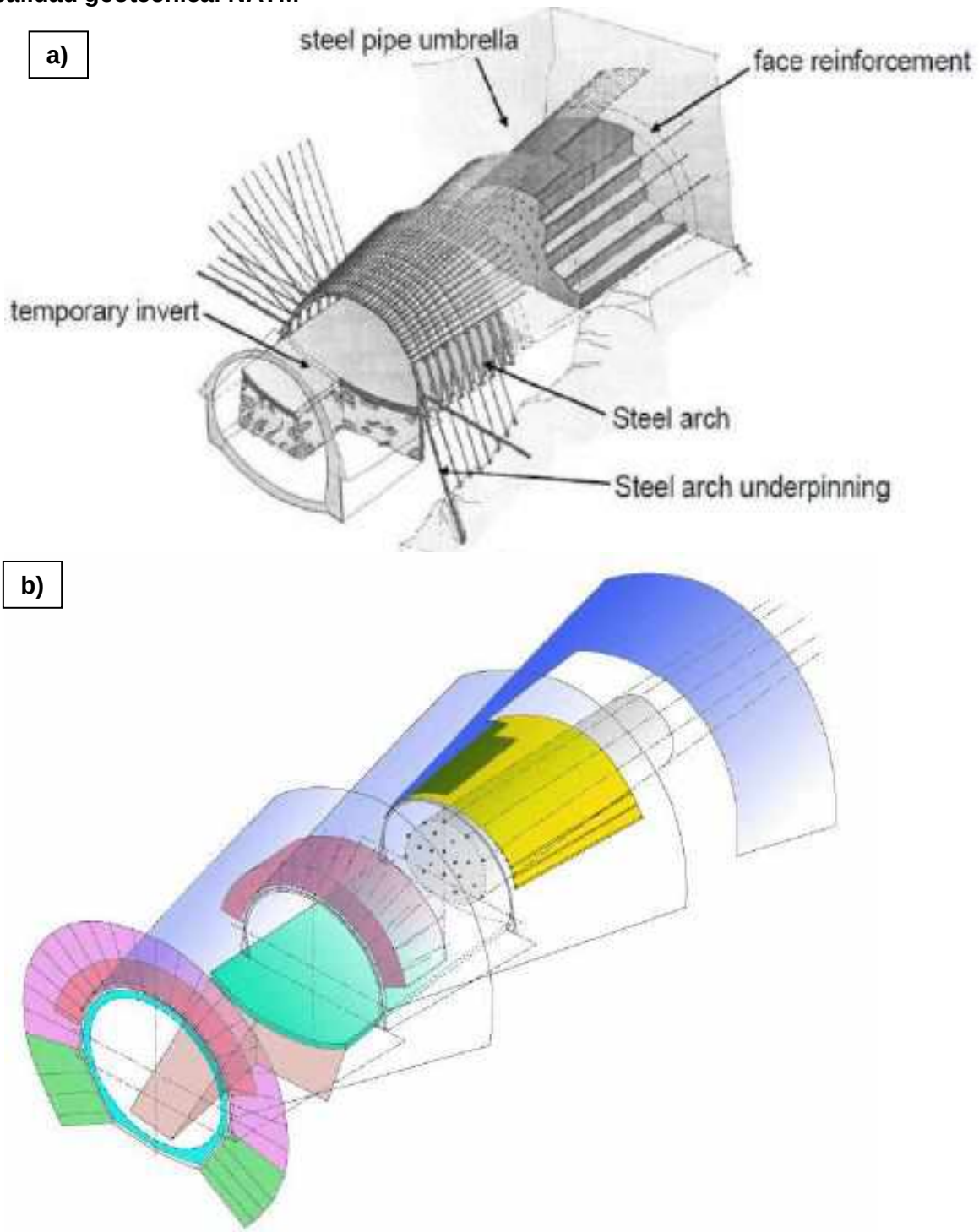
El túnel de Pamplona está constituido principalmente por lodolitas, arcillolitas y areniscas muy meteorizadas y cizalladas, así como suelos residuales que en mayor o menor grado integran las formaciones geológicas que serán interceptadas por el túnel (Kic, Kia y Kitm).

Las posibles medidas de mitigación a aplicar se relacionan directamente con los procedimientos constructivos, desde dos variantes, una del propio proceso de la voladura y otra del cambio de metodología constructiva.

Para minimizar la aureola de perturbación alrededor del túnel y asegurar la estabilidad de la excavación en estos terrenos complejos y con potencial drenante, la excavación se podrá ejecutar mediante avances en sección completa con pases de entre 0,5 a 1,0 m de longitud, disminuyendo las cargas efectivas de material explosivo y adaptando en lo posible los esquemas de tiro, o en su caso mediante medios mecánicos, dependiendo de las condiciones reales observadas en el frente de trabajo. Podrá optarse por avances bajo paragua de micropilotes en clave, de hasta 12m de longitud, que den soporte a la clave y hombros del túnel. Todo ello previa inspección y evaluación de los frentes diariamente por parte de personal facultado en la toma de decisiones del equipo de construcción.

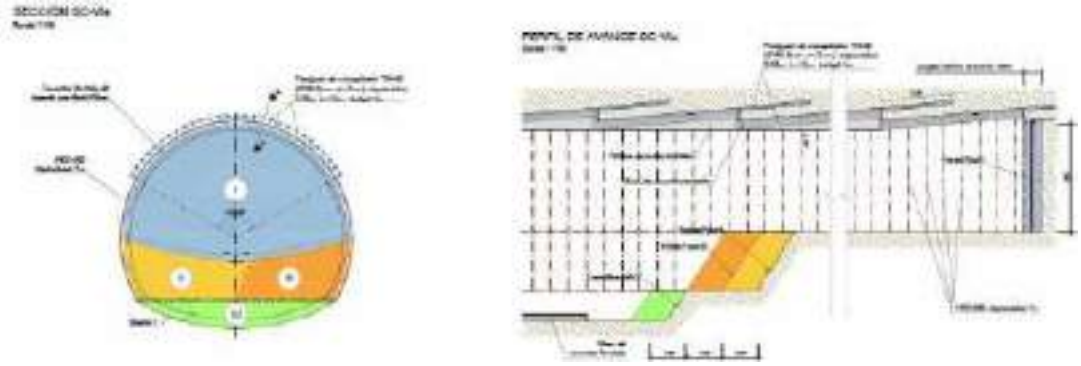
En la Figura 5-2.77 se muestra una secuencia esquemática que ilustra de manera general el proceso por etapas antes descrito y en la Figura 5-2.78 se muestra una sección tipo específica considerada para el túnel Pamplona con sistema de ejecución TIPO NATM (sección SC-Va).

Figura 5-2.77. (a y b) Secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy mala calidad geotécnica. NATM



Fuente: Geodata S.p.A.

Figura 5-2.78. Túnel de Pamplona, sección tipo SC-VIa, secuencia de excavación por etapas en terrenos de muy pobre calidad geotécnica (arcillolitas). NATM.



Fuente: Informe IX Túnel Pamplona (UF1), Geoconsult 2018

Excavación con técnica especial de voladuras para terrenos de calidad geotécnica regular (45<RMR<60), buena (60<RMR<75) y muy buena (RMR>75).

En el túnel de Pamplona estos terrenos lo constituyen principalmente los diferentes niveles de areniscas consolidadas que integran en mayor o menor grado las formaciones geológicas que serán interceptadas por el túnel, especialmente la formación aguardiente (Kia) y en menor proporción la formación Tibú-Mercedes (Kitm).

Para el abatimiento de la roca en terrenos de calidad regular hasta muy buena, se utilizará la técnica conocida como “smooth blasting” o voladuras lisas, la cual prevé, entre otros aspectos, el uso de cargas desacopladas, según esquema de tiro adoptado y menor cantidad de explosivo por metro lineal en aquellos barrenos ubicados en el perímetro del túnel (incluso uso de precorte), que finalmente determinarán la línea de excavación. Esto con el propósito de limitar o controlar la zona de fracturación debida a la propagación de la onda explosiva en el macizo rocoso. Limitando de esta manera la extensión de la zona de fracturación o perturbación en torno al túnel excavado y en consecuencia el efecto drenante del mismo.

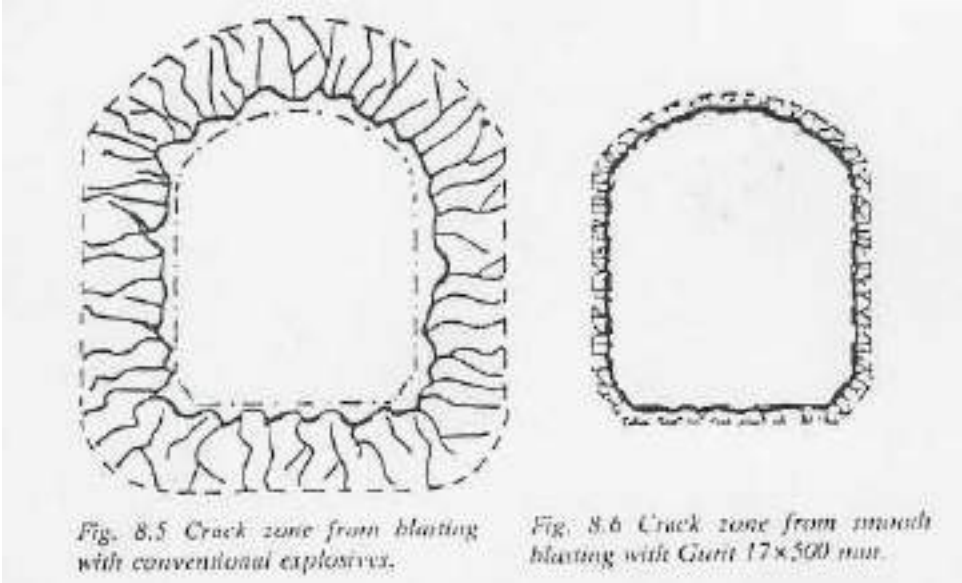
En la Figura 5-2.79, se ilustra esquemáticamente el efecto de la onda explosiva en un macizo rocoso cuando se utilizan explosivos convencionales y explosivos desacoplados previstos en las voladuras lisas (smooth blasting).

- Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel.

Con el objetivo de evitar la existencia de conductos de flujo directo que puedan generar un drenaje de las aguas del macizo hacia el túnel, se prevé la clausura de los piezómetros en el tramo inferior de 20 metros sobre la cota clave del túnel, de manera previa al inicio de las excavaciones.

La clausura de la franja inferior de los piezómetros se realiza mediante la intrusión de una lechada de concreto con aditivo retardante y aditivo impermeabilizante, de tal forma que se selle completamente el ducto generado al interior del tubo en la sección de interés.

Figura 5-2.79. Fracturamiento del macizo rocoso por la voladura.



Fuente: Indumil.

La estrategia aquí planteada, además de evitar filtraciones hacia el túnel, permite dar continuidad y estabilidad operativa a los piezómetros, de tal forma que sean viables las campañas de monitoreo.

- Medidas de Mitigación Contingentes

Se realizan sólo en el caso que los caudales de infiltración superen los caudales críticos y que las medidas estándar de mitigación no sean suficientes para controlar la filtración de aguas desde el macizo, por encima de dichos caudales críticos. Es necesario tener presente que los bajos caudales de infiltración que se esperan a medida que se avanza mediante los métodos de excavación previstos, permiten suponer que las medidas estándar serán efectivas para lograr mantener un nivel de sello hidráulico razonable en las paredes del túnel.

- Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso.

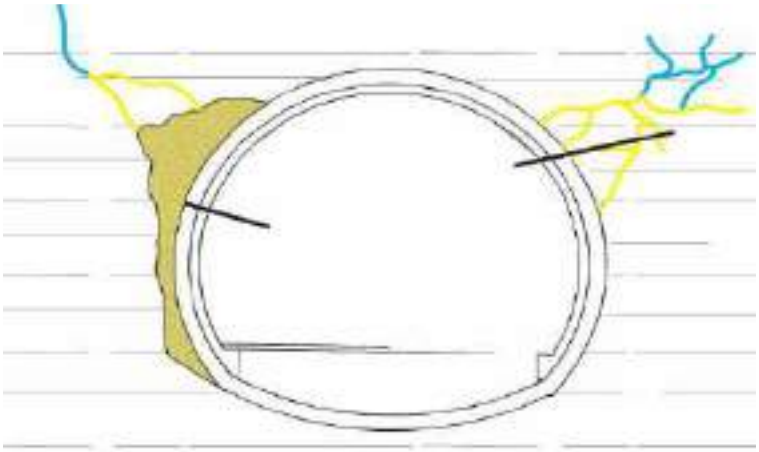
No obstante, lo antes indicado, una medida de choque para mitigar un eventual efecto drenante significativo del túnel sobre su entorno consiste en el tratamiento a través de inyecciones de las zonas de falla y/o zonas más fracturadas a través de las cuales se detecten o se observen flujos puntuales significativos.

En el presente documento se propone un protocolo para implementar las eventuales medidas de impermeabilización relacionadas con inyecciones en los sitios hidrogeológicamente más críticos, sin entrar en el diseño particular de las mismas.

Como esquematización conceptual de este procedimiento, se presenta en la Figura 5-2.80 un dibujo con la representación del llenado de fisuras como sello hidráulico, donde se

muestra en amarillo el material que se inyecta para generar el sello y en azul el volumen de agua retenido en las fisuras al interior del macizo gracias al sello aplicado. En color café se observa un eventual relleno estructural del cuerpo del túnel el cual se utiliza como elemento constructivo mas no como sello hidráulico.

Figura 5-2.80. Post-inyecciones de impermeabilización contingentes.



Fuente: Ferrocol, 2016

- Consideraciones Generales de las inyecciones de impermeabilización

En los sectores de excavación del túnel Pamplona en los cuales de acuerdo con el modelo geológico, geomecánico e hidrogeológico se prevé la presencia de zonas de fallas, zonas más fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad del macizo rocoso a través de las cuales se pueden instaurar flujos significativos con el potencial de abatir el nivel piezométrico y afectar los recursos hídricos subterráneos y/o superficiales, se recomienda mantener una especial atención a los caudales de infiltración encontrados pues es en aquellas zonas donde se podría evidenciar con mayor probabilidad un aumento del caudal de infiltración por encima del caudal crítico del tramo. Los sectores potencialmente críticos son reportados en la Tabla 5-2.50. Los caudales críticos en términos de m^3/día se citan en la Tabla 5-2.51.

Tabla 5-2.50. Tramos del túnel Pamplona donde de acuerdo con el perfil geológico y geotécnico se prevé encontrar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad.

PK Inicial	PK Final	Longitud Tramo	Cobertura
(m)	(m)	(m)	(m)
K58+745,00	K58+890,00	145	<=50
K59+450,00	K59+480,00	30	>50 (210m)
K59+610,00	K59+640,00	30	>50 (201m)
K59+640,00	K59+756,00	116	>50 (176m)
K59+912,00	K59+940,00	28	<=50

Fuente: Geodata, 2018.

Tabla 5-2.51. Caudales críticos para el túnel de Pamplona

Abscisa inicial (m)	Abscisa Final (m)	Longitud (m)	Q. Crítico m^3/día/10m
K58+745,00	K58+755,00	10	N/A
K58+755,00	K58+780,00	25	55
K58+780,00	K58+810,00	30	69
K58+810,00	K58+850,00	40	83
K58+850,00	K58+880,00	30	4
K58+880,00	K58+885,00	5	90
K58+885,00	K58+890,00	5	142
K58+890,00	K58+905,00	15	63
K58+905,00	K58+970,00	65	29
K58+970,00	K59+100,00	130	29
K59+100,00	K59+160,00	60	76
K59+160,00	K59+220,00	60	100
K59+220,00	K59+270,00	50	54
K59+270,00	K59+340,00	70	131
K59+340,00	K59+370,00	30	61
K59+370,00	K59+450,00	80	134
K59+450,00	K59+480,00	30	60
K59+480,00	K59+540,00	60	8
K59+540,00	K59+610,00	70	55
K59+610,00	K59+620,00	10	166
K59+620,00	K59+640,00	20	7
K59+640,00	K59+756,00	116	186
K59+756,00	K59+812,00	56	122
K59+812,00	K59+862,00	50	115
K59+862,00	K59+912,00	50	90
K59+912,00	K59+940,00	28	55
K59+940,00	K60+075.36	135.36	N/A

Fuente: Geodata, 2018.

La identificación preventiva de estas zonas de falla y/o zonas de mayor fracturación que eventualmente interconecten zonas saturadas y semisaturadas con el túnel, se muestran en el perfil geológico e hidrogeológico (Anexo 5.1.3.8). Se recomienda que estas zonas potencialmente críticas sean sistemáticamente controladas durante el avance de la excavación, con observación directa de cada nuevo frente, por personal especializado del equipo de construcción y levantamiento de una ficha control de las distintas observaciones como diaclasas, presencia de agua, RMR, RQD, juntas y demás aspectos a tener en cuenta. En determinado caso, ante casos de presencia importante de caudal de infiltración, podrían llegar a realizarse perforaciones exploratorias ejecutadas por delante del frente, que permitan la verificación directa de la presión y cantidad de agua presente en el macizo. En el caso que se requieran las intervenciones de impermeabilización a través de

inyecciones en las zonas de falla, zonas fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad presentes en el macizo rocoso, donde la presencia de las filtraciones de agua sean notorias (según umbrales de caudales críticos), se debe prever el uso de diferentes tipos de lechadas estables de baja densidad y con grado de fluidez variable, de acuerdo a la permeabilidad del terreno tratado; utilizando cemento ordinario para permeabilidades de altas a medias y microcementos de granulometría adecuada para permeabilidades medias a bajas.

- Protocolo propuesto de aplicación de las inyecciones

Considerando el hecho que la aplicación de inyecciones implica la inclusión de materiales ajenos al macizo rocoso y aunque el nivel de contaminación de estos es considerado bajo, de todas formas, en los tramos de túnel previstos en la Tabla 5-2.50 resulta conveniente limitar su uso a aquellos sectores que realmente lo requieran, en caso de que se haga indispensable su implementación.

Con este propósito se propone a continuación un protocolo de aplicación de las inyecciones, que toma en cuenta las reales condiciones geológicas, estructurales, hidrogeológicas y constructivas encontradas durante la excavación del túnel. Este protocolo es aplicable tanto en suelo como en roca, en aquellas condiciones que se detecten sean necesarias aplicar por problemas de sostenimiento del frente de excavación o por ser actuaciones necesarias para preservar condiciones hidrogeológicas actualmente presentes.

I. Paso 0, Aseguramiento de la excavación. De acuerdo con el tipo de terreno encontrado y el agua de infiltración presente entre el frente de excavación y los últimos 10 m de túnel excavado (incluido el frente mismo), se procede a asegurar el tramo de túnel excavado mediante la instalación oportuna del soporte o sostenimiento previsto en el diseño o el que se considere luego del levantamiento geomecánico realizado por personal calificado.

II. Paso 1, Caso en el cual no se considera necesario el uso de inyecciones. Se da en el caso de que no se presente flujo de agua proveniente del macizo rocoso o esta sea muy escaso, donde se tenga un caudal observado por debajo de los parámetros que definen el caudal crítico. No se considera necesario realizar ningún pretratamiento del terreno y se podrá continuar con la excavación de este tramo de túnel.

III. Paso 2, Caso en el cual se debe proceder con la implementación de inyecciones. Si esto se requiere por la presencia de agua existente en el avance, donde se presente un flujo de agua con un caudal mayor al caudal crítico del tramo (definido precedentemente) proveniente del macizo rocoso o terreno, se deberá proceder con la aplicación de inyecciones de acuerdo con el diseño que para tal efecto haya sido considerado, esto, antes de dar continuidad a la excavación o avance del túnel. El diseño de las inyecciones deberá tomar en cuenta el tipo de terreno o macizo rocoso encontrado y la presencia de agua proveniente del mismo. Se deben definir con claridad como mínimo los siguientes aspectos:

a) Extensión de la aureola de impermeabilización alrededor de la excavación,
b) Cantidad de barrenos a ejecutar en el perímetro de la excavación (distancia radial entre barrenos),
c) Longitud, diámetro, traslapes, direccionalidad e inclinación de los barrenos,
d) Diseño de la mezcla a emplear (tipos de materiales a emplear, granulometría, relación A/C, control de calidad, entre otros), parámetros y criterios de inyección (caudal, volumen, presión, entre otros), metodología de inyección (ascendente, descendente, entre otros), registros de parámetros de inyección, definición de los equipos de inyección (perforadora, bombas, mezcladores, circuitos de inyección, obturadores, entre otros).
e) Las inyecciones se realizarán hasta alcanzar la condición de que el flujo remanente de agua no supere el caudal crítico (Qremanente <= Qcrítico) o hasta que la presión de inyección de la lechada en la última perforación realizada de máximo 6 m de longitud, sobrepase la presión inicial de la primera inyección ejecutada en el área, con flujo de agua superior al caudal crítico, en un 75%.

Durante la construcción del túnel por cada frente de excavación, se clasificará geomecánicamente el macizo rocoso o terreno encontrado (p.e. utilizando RMR, Q). Mientras que, en superficie, se recomienda, realizar simultáneamente el monitoreo previsto en los puntos de agua y cursos de aguas superficiales que integran la red de monitoreo.

Igualmente se realizará por parte del área de ingeniería la medición del caudal de infiltración con determinación de parámetros fisicoquímicos in situ para estas aguas (conductividad, PH, temperatura, ORP, oxígeno disuelto), a través de las perforaciones con barreno ejecutadas para las voladuras. Sin embargo, se tendrá presente no interferir con las actividades del frente de excavación, así como realizar las pruebas in situ preferiblemente en horas de relevo.

Todos los datos recopilados deben ser analizados integralmente como mínimo cada 50 m de túnel excavado; esto con el objeto de retroalimentar las previsiones realizadas en los estudios hidrogeológicos, particularmente en lo que respecta a la actualización de los caudales críticos. Las inyecciones previstas pueden ser optimizadas durante la excavación del túnel con base en las reales condiciones geológicas e hidrogeológicas encontradas, debidamente evidenciadas y analizadas.

- **Medidas de Compensación**

En el supuesto poco probable de que no sean efectivas las medidas de mitigación definidas, se prevén medidas de compensación estándar y medidas de compensación contingentes.

- Medidas de Compensación Standard

La Tabla 5-2.52 ilustra la estrategia de intervenciones a prever para la compensación del riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia de la afectación de los recursos hídricos.

Estas intervenciones se deben enfocar de acuerdo con el uso que tengan los puntos de agua y el potencial de afectación de acuerdo con la metodología DHI.

Tabla 5-2.52. Descripción del tipo de intervención en relación con la probabilidad de impacto atribuida a los puntos de agua analizados.

Clase DHI	Probabilidad	Intervención sugerida
1	despreciable	Ningún tipo de intervención prevista
2	baja	Prever el diseño de intervenciones o estrategias que permitan el aprovisionamiento de agua potable alternativo de emergencia y transitorio de acuerdo con el uso que la comunidad les da a las fuentes de agua.
3	media - alta	Prever el diseño de intervenciones o estrategias que permitan el aprovisionamiento de agua potable alternativo permanente de acuerdo con el uso que la comunidad les da a las fuentes de agua.

Fuente: Dematteis et. al, 2001 y 2007

Las intervenciones sugeridas han sido clasificadas como intervenciones de emergencia, transitorias y definitivas.

a. Las intervenciones de emergencia permiten el aprovisionamiento provisional con fuentes alternas (p.e. carrotanques), pueden ser previstas también como medidas de mitigación sólo para los puntos de agua clasificados con probabilidad de impacto bajo (DHI=2).
b. Las intervenciones transitorias contemplan la conexión a redes de acueducto existentes, una vez conocida la real magnitud del impacto. Este tipo de intervención se prevé sólo para los puntos de agua clasificados con impacto bajo (DHI=2). Mientras se aplica la medida transitoria bien podría continuar operando la utilización de vehículos cisterna con una frecuencia establecida a un plazo definido.

c. Las intervenciones de aprovisionamiento de agua como alternativa permanente contemplan la conexión a nuevas fuentes o nuevas redes, para ser construidos en el caso que las condiciones lo ameriten, una vez conocida la real magnitud del impacto. Este tipo de intervención se prevé sólo para los puntos de agua clasificados con impacto medio a alto (DHI=3). Una medida transitoria bien podría convertirse en una solución definitiva si la disponibilidad del recurso hídrico satisface la demanda o servir de paliativo mientras se aplica la medida permanente.

- Medidas de Compensación Convencionales

- Conexión a acueductos veredales

La primera medida corresponde a implementar o mejorar la conexión al acueducto veredal o distrito de riego más cercano. Esto implica verificar con el proveedor las condiciones y nivel de servicio disponibles. El costo será el equivalente a una conexión domiciliaria que actualmente está alrededor de $300.000 por punto de consumo. Para la conexión se tendrá en cuenta el levantamiento de redes existentes realizado como parte de este EIA.

- Conexión a otras fuentes puntuales

La segunda medida corresponde a implementar o mejorar la conexión a otra fuente de suministro de agua aledaña. Esto implica trasladar la conexión afectada hacia otro punto de agua disponible, lo cual se realizaría sobre puntos de agua cercanos ya identificados o incluso más aguas arriba de los límites del área de influencia. El costo de la intervención se determina en $410.000 por conexión, suponiendo que se realice una adecuación en la obra de captación y una larga extensión en manguera.

- Otras medidas de compensación

Según sea necesario implementar medidas de compensación y de acuerdo con las condiciones de negociación con la comunidad, se propone considerar otras posibles medidas que pueden aplicarse en caso de no ser viables las dos medidas indicadas anteriormente.

- Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.
- Traslado de bocatomas (proveedores locales).
- Mejora en sistemas de suministro y almacenamiento.
- Control de pérdidas en redes de distribución existentes.

Las medidas citadas requerirán para su implementación viabilidad técnica y económica avalada por parte del Concesionario.

- Alternativas de aprovisionamiento de agua

En el caso del túnel Pamplona existen por lo menos dos fuentes de aprovisionamiento de agua que pueden ser utilizadas como medidas compensatorias en el caso que las circunstancias lo requieran, tanto de carácter provisional o como de carácter permanente. Estas fuentes son:

a. Aprovisionamiento de agua proveniente de la excavación del túnel. Para este caso específico se puede llegar a utilizar bien sea el agua drenada durante el proceso constructivo o el agua proveniente de perforaciones específicas ejecutada en el interior del túnel. Siempre que sea posible se recomienda utilizar el agua derivada del segundo caso, dado que al ser un flujo puntual es posible conducirlo directamente hasta la zona de acopio o tratamiento evitando su contaminación con el agua industrial, facilitándose de esta manera su depuración o tratamiento en el caso que fuera necesario aplicarlo.

b. Aprovisionamiento de agua del punto identificado como UF1-PA09. Ente punto de agua se ubica hacia el portal oriental del túnel Pamplona. No se prevé una afectación significativa sobre este punto de agua debido a la excavación del túnel. Se trata del punto con el mayor caudal medido en toda la zona de estudio (Q>2 l/s). Actualmente se encuentra subutilizado debido a que en la zona existen acueductos veredales

como fuente primaria. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este punto es un afluente importante de la quebrada San Antonio.

De acuerdo con la inclinación de pendiente del túnel Pamplona el agua que se capte en su interior o que sea drenada durante su excavación, fluirá hacia el portal oriental; considerando que el punto de agua UF1-PA09 se ubica en cercanías del mismo portal, es posible establecer un sistema similar al mostrado en la Figura 5-2.81 el cual serviría sólo en el caso de ser necesaria, como medida permanente para el suministro de agua en caso de evidenciarse un impacto significativo al recurso hídrico por la excavación del túnel.

En la Figura 5-2.82 se muestran los principales puntos que integran la medida de compensación prevista como medida permanente.

- Medidas de Compensación Contingentes

En el caso que las medidas hasta ahora expuestas sigan siendo insuficientes para dar continuidad del abastecimiento del agua a puntos de la zona de influencia, o se hagan muy difíciles de implementar, se propone utilizar otras fuentes alternas de agua natural.

- Utilización de aguas de la laguna de Borrero.

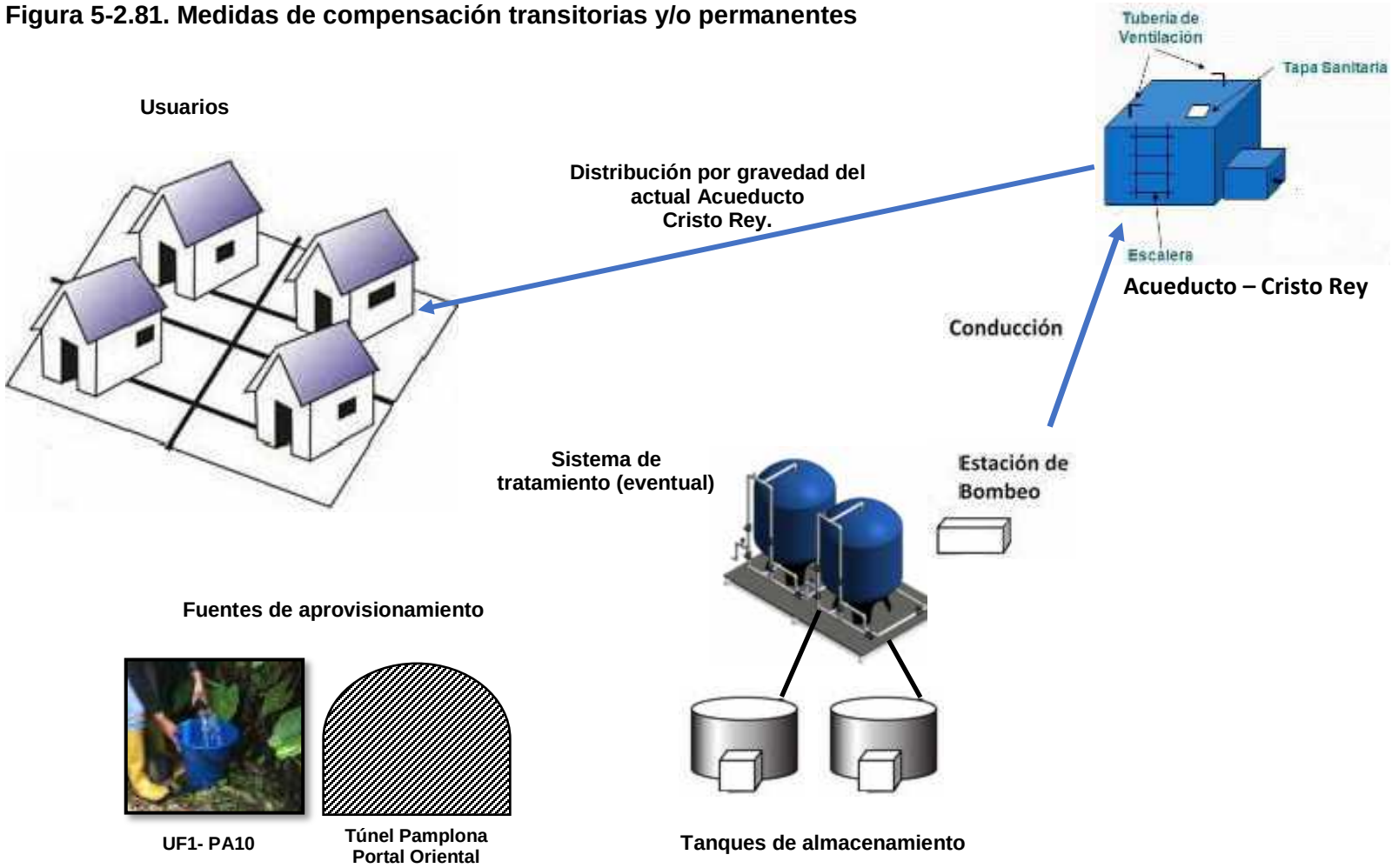
Esta es una fuente alterna de agua natural consistente en la quebrada que nace en la laguna de Borrero localizada cerca al área de influencia del proyecto, según el esquema que se presenta en la Figura 5-2.83 y la Figura 5-2.84.

En la Figura 5-2.84 se observa el punto potencial de captación a la salida de la laguna de Borrero, a una cota de 2471 msnm, una línea de bombeo (en rojo) de 656 metros resaltada en rojo hasta un tanque elevado a una altura de 2821 msnm, y desde allí una conducción por gravedad de 2024 metros (en azul) hasta la zona donde se encuentra la captación de Cristo Rey, a una cota de 2548 msnm, donde se empalmaría con el sistema existente.

Aunque es muy improbable que se llegue a requerir una compensación de esta magnitud, se plantea esta situación como un evento exclusivamente contingente ante eventualidades no considerados dentro del Estudio de Impacto Ambiental, correspondiendo estas fundamentalmente a fenómenos naturales o sociales a escalas no previsibles.

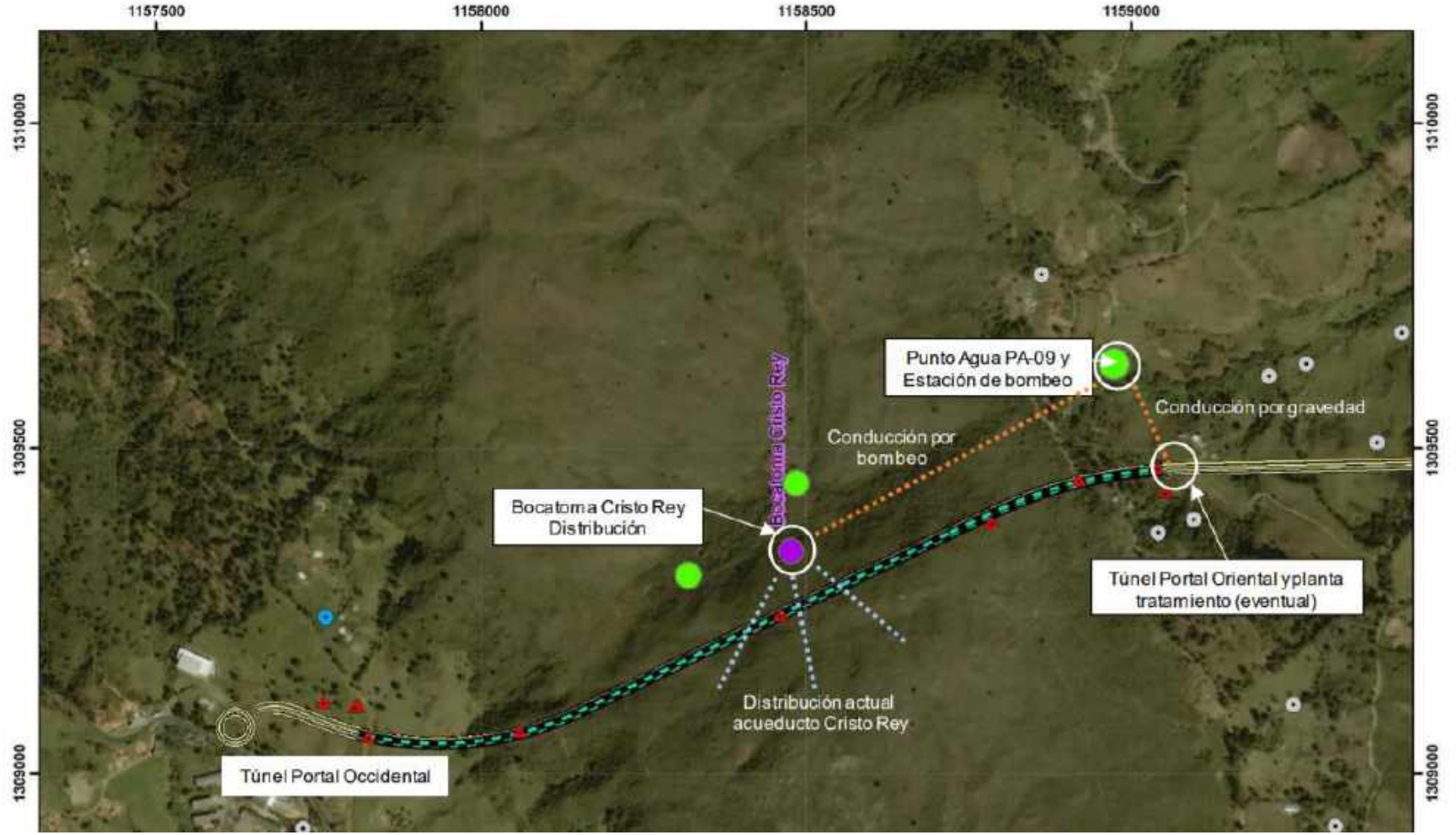
Es de tener en cuenta que actualmente la empresa de acueducto de Pamplona “Empopamplona S.A. E.S.P.”, cuenta con capacidad instalada para servir la zona de la Ciudadela Simón Bolívar, donde se encuentran los Barrios Cristo Rey, Simón Bolívar y Juan XXIII entre otros. Sin embargo, por manejo de redes internas de los barrios aún se cuenta con conexiones directas a fuentes naturales como suministro alterno de agua no potable.

Figura 5-2.81. Medidas de compensación transitorias y/o permanentes



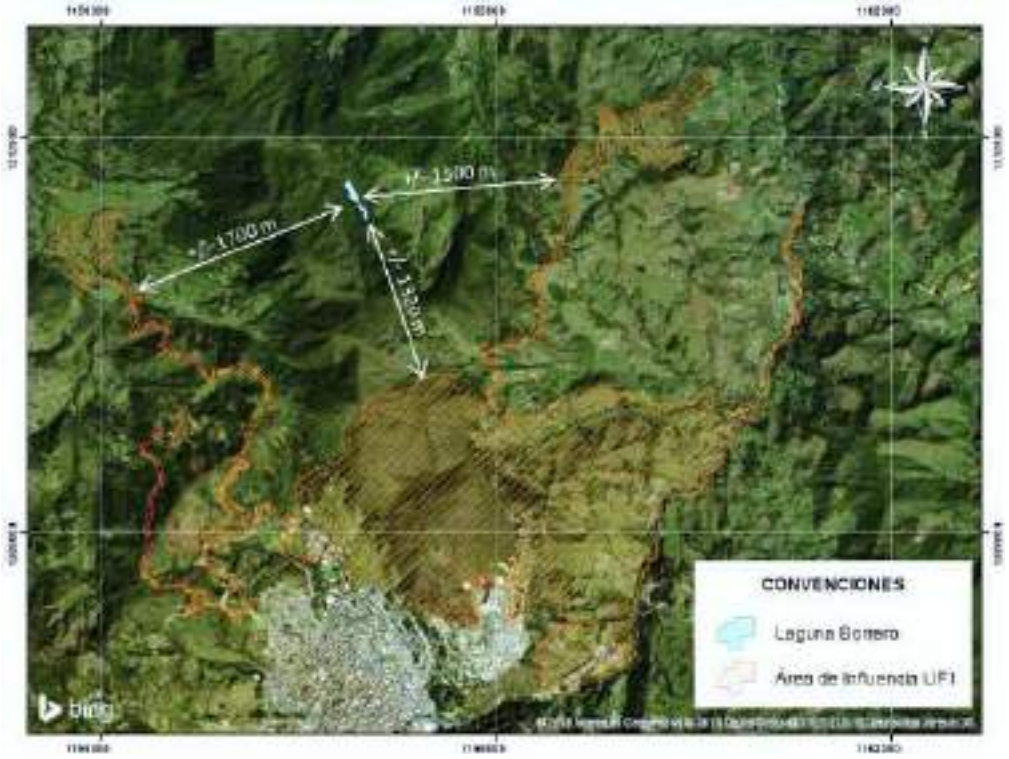
Fuente: Adaptación del sistema implementado en el Túnel 8, Ruta del Sol, 2018 (Cortesía gestión ambiental Túnel 8).

Figura 5-2.82. Medidas de compensación estándar transitorias y/o permanentes



Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.83. Ubicación laguna el borrero respecto al área de influencia de la UF1.



Fuente: Concol-Aecom, 2018.

Figura 5-2.84. Esquema hipotético de una posible utilización de aguas de la laguna de Borrero.

Fuente: Geodata, 2018.

- Instalación de micropresas en cauces para aumentar la recarga.

En el caso en que se verifiquen descensos acelerados en los niveles piezométricos medidos sobre el túnel, se propone además de todas las medidas ya indicadas, instalar micropresas elaboradas con sacos de suelo-cemento o bolsacretos, a intervalos de entre 20 y 30 metros y con alturas de 1.5 m, sobre los cauces principales asociados a las escorrentías superficiales en el área sobre el túnel o en sus inmediaciones, con particular énfasis en el cauce alto de la quebrada San Antonio, de tal forma que las escorrentías superficiales generadas por eventos de lluvias sean retenidas el mayor tiempo posible sobre el material coluvio-aluvial con lo que se aumenta la infiltración a través de dicho material hacia la zona de recarga en dirección vertical hacia la zona fracturada del macizo.

5.1.8.12 Modelo numérico del flujo subsuperficial y subterráneo del Túnel de Pamplona

5.1.8.12.1 Introducción

El uso de la simulación numérica de los flujos subsuperficiales y subterráneos en el ámbito del estudio de impacto ambiental conexo con la realización del túnel Pamplona nace de la exigencia de verificar las condiciones hidrogeológicas observadas en campo y deducidas del análisis de los datos a disposición que han permitido definir el modelo hidrogeológico conceptual. A continuación, se describen los elementos de base considerados en la construcción de las secciones a lo largo de las cuales se han realizado los modelos numéricos.

Los análisis cruzados de los datos disponibles han puesto en evidencia una serie de elementos específicos que describen un contexto hidrogeológico complejo que difícilmente puede ser subestimado y simplificado a través de una representación tridimensional de gran escala que corra el riesgo de no considerar elementos estructurales e hidrodinámicos que influyen en modo determinante en la organización y distribución de los flujos subsuperficiales y subterráneos entorno al trazado del túnel.

Es más efectivo utilizar un enfoque numérico de tipo 2D vertical capaz de simular las condiciones de flujo específicas alrededor del túnel, representando con suficiente detalle las estructuras evidenciadas por las investigaciones disponibles sin que la incertidumbre de las condiciones de flujo a gran escala influya fuertemente en el entorno más próximo al túnel, el cual, concentra la mayoría de las investigaciones realizadas y por lo tanto el mayor grado de conocimiento.

El modelo numérico ha sido construido en modo coherente con el modelo conceptual presentado en el capítulo 5.1.8.1.2, y con las características hidrogeológicas valoradas mediante trabajo de campo, ejecución de pruebas en perforaciones y análisis de los datos obtenidos durante los inventarios de puntos de agua. El cálculo numérico toma en consideración además los resultados de la prospección geoeléctrica y la valoración de la recarga de los acuíferos.

Por las razones expuestas se aplicó el enfoque de la modelización numérico 2D vertical con el objeto de aprovechar al máximo la información primaria disponible, la cual se encuentra concentrada a lo largo de la traza del túnel y alcanza su cota en profundidad. De este modo las simulaciones de los circuitos hídricos en roca se realizan con un mejor detalle, permitiendo verificar su interacción con la presencia del túnel y los posibles impactos sobre los puntos de agua vinculados con los terrenos de cobertura o acuíferos subsuperficiales (tipo de puntos de agua). Adicionalmente, este tipo de análisis numérico se contrasta con la metodología DHI (Drowdawn Hazard Index) que sigue un camino separado, pero persigue el mismo fin en lo que ha valoración de impactos se refiere. Otro aspecto importante que complementa la modelación 2D realizado en el presente informe lo constituye la valoración de la recarga a través del método Kennesey, explicado en el capítulo 5.1.8.12.3, con lo cual no se le confía a una sola herramienta de análisis la valoración hidrogeológica del túnel Pamplona.

Han sido seleccionadas tres secciones verticales en correspondencia con los sectores más representativos hidrogeológicamente del túnel Pamplona. Estas secciones son.

- Sección numérica_S1

  Localización en el túnel: PK58+772
  Puntos de agua en superficie: UF1-PA10 y UF1-PA21
  Sondeo/piezómetro de referencia: S15
  Condición de cobertura: Baja cobertura (25 metros)
  Condición hidrogeológica analizada: Interacción entre los depósitos superficiales y flujos en roca

- Sección numérica_S2

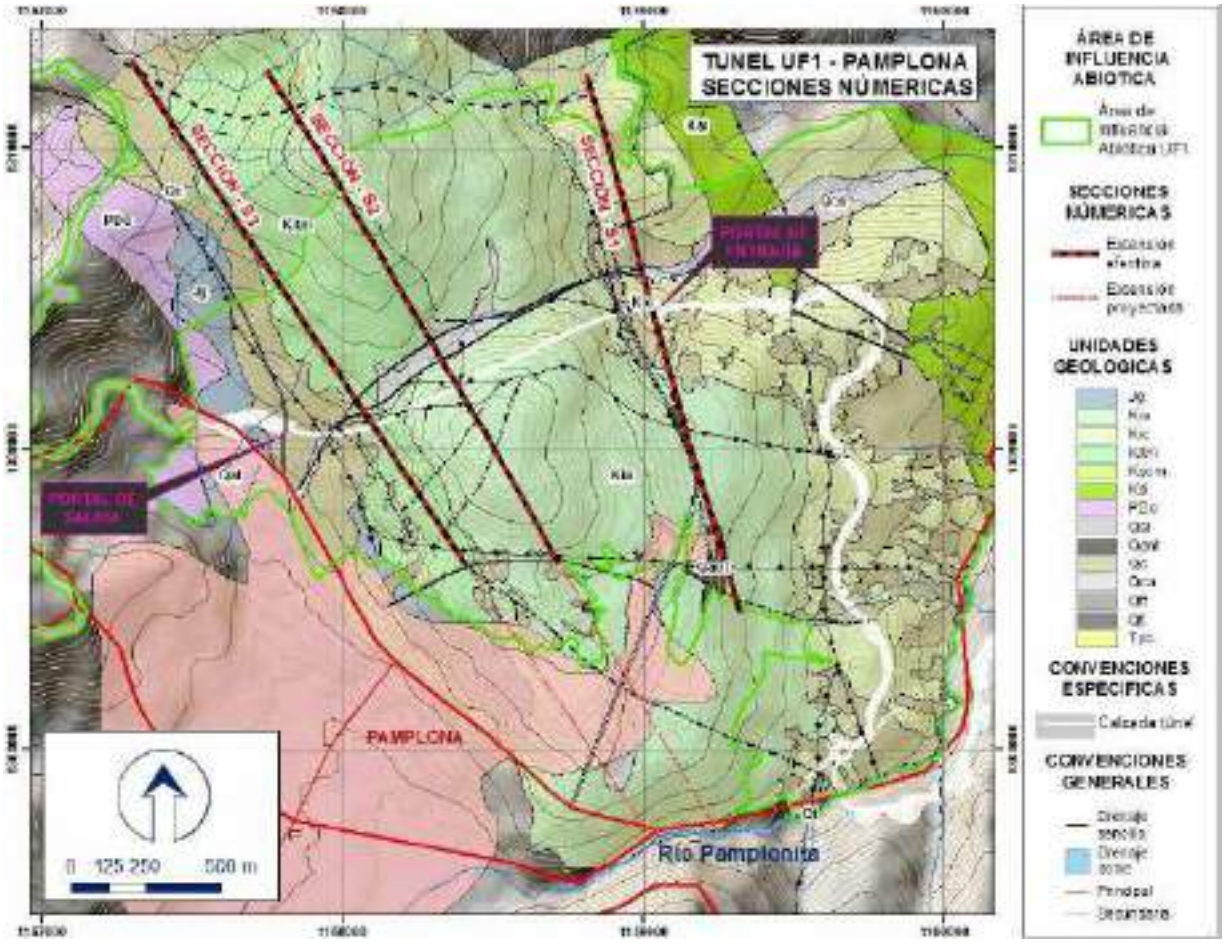
  Localización en el túnel: PK59+474
  Puntos de agua en superficie: UF1-PA08 y UF1-PA22
  Sondeo/piezómetro de referencia: S17
  Condición de cobertura: Alta cobertura (220 metros)
  Condición hidrogeológica analizada: distribución de los flujos a lo largo de la zona de falla E-W

- Sección numérica_S3

  Localización en el túnel: PK59+787
  Punto de agua en superficie: UF1-PA06
  Sondeo/piezómetro de referencia: S19
  Condición de cobertura: Cobertura media (140 metros)
  Condición hidrogeológica analizada: flujo en roca a través de calizas (pseudocarsismo/fracturación)

Las tres secciones antes descritas se ilustran en la Figura 5-2.85.

Figura 5-2.85 – Trazado de las secciones a lo largo de las cuales se realizaron los modelos numéricos verticales.



Fuente: Geodata, 2018.

5.1.8.12.2 Principales elementos considerados en la simulación numérica.

Las secciones consideradas representan las condiciones hidrogeológicas más representativas que serán encontradas durante la excavación del túnel Pamplona;
Los elementos de "input" se derivan directamente del modelo hidrogeológico conceptual precedentemente elaborado y han permitido validar los resultados obtenidos en función de los siguientes elementos:

- Geometría del acuífero, distinguiendo zonas saturadas o parcialmente saturadas de aquellas secas utilizando el resultado de:

    - Tomografías eléctricas longitudinales y perpendiculares al túnel Pamplona
    - Líneas sísmicas;

- Permeabilidades de las unidades hidrogeológicas derivadas de información primaria (pruebas in situ tipo Lefranc, Lugeon y slug), a través de las cuales se profundizó en el conocimiento del comportamiento hidráulico de:
-
    - Basamento rocoso;
    - Zonas de falla;
    - Horizontes de alteración del basamento rocoso (suelos residuales);
    - Depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvial.

- Recarga de los acuíferos (régimen pluviométrico), derivada del estudio específico de valoración de la recarga realizado para el túnel Pamplona;
- Zona de descarga natural del nivel freático y piezométrico (Puntos de agua y cursos de aguas superficiales); derivada del inventario de puntos de agua y conocimiento hidrográfico del sector;
- Límites a flujo nulo (límites laterales y de base de las unidades hidrogeológicas), tomados considerando el entorno geológico e hidrogeológico de la zona de estudio, en particular la presencia del mayor elemento hidrográfico representado por el río Pamplonita.

Para cada sección numérica se ha considerado la geometría del túnel Pamplona.

- Diámetro de la sección tipo;
- Cobertura topográfica.

La simulación numérica se realizó tomando únicamente la sección del túnel Pamplona por ser este la principal obra subterránea que al superar ampliamente la sección de la galería condicionará en su entorno las direcciones del flujo subsuperficial y subterráneo.

El comportamiento de las secciones ha sido seleccionado en modo tal de poder representar el mayor número de puntos de agua en superficie con la finalidad de poder valorar la interacción entre la excavación del túnel y los puntos de agua localizados en superficie;

Los resultados obtenidos permiten su valoración y seguimiento durante las sucesivas fases de construcción de las obras sea a corto como a largo plazo. Particularmente, considerando los siguientes elementos:

- Variación del nivel piezométrico;
- Variación de las direcciones de flujo;
- Caudales esperados al interior de los túneles;
- Variación de los regímenes hidráulicos de los principales puntos de agua presente en la zona de influencia del proyecto.
- Variación del macizo rocoso realmente encontrado durante construcción

5.1.8.12.3 Método de modelación

Los tres modelos numéricos fueron realizados en dos etapas:

- **Fase de calibración**

En estado estacionario en condiciones de contorno coherentes con el modelo conceptual elaborado con base en los datos disponibles;

- **Fase de simulación**

En estado transitorio de las condiciones de drenaje que se genera con la excavación del túnel. El efecto dren del túnel Pamplona ha sido verificado en diferentes tiempos, comenzando desde la apertura de la excavación y en particular para los siguientes momentos:

a. 1 día
b. 10 días
c. 100 días
d. 1 año;
e. 2 años
f. 5 años
g. 10 años

El modelo numérico ha sido construido utilizando el método de elementos finitos, código Feflow 7.0 (Wasy AG, Berlin) que aplica la ley de Darcy en todas sus partes. El código Feflow es uno de los más potentes, reconocidos y ampliamente aceptados por la comunidad científica internacional, además, el hecho de utilizar elementos finitos permite una mejor discretización de los elementos a modelar dando mayor fiabilidad a los resultados.

La discretización del dominio de simulación ha sido hecha aplicando una grilla de celdas triangulares realizando un afinamiento de la grilla en inmediaciones del túnel, a lo largo de los contactos geológicos y hacia la superficie topográfica, esto con el fin de poder simular con mayor maniobrabilidad los flujos en correspondencia con aquellos sectores donde se prevé una mayor curvatura de las líneas de flujo. En la Figura 5-2.86 a la Figura 5-2.88 que siguen se muestran las grillas a lo largo de las tres secciones consideradas.

La extensión lateral de las secciones ha sido considerada de acuerdo con el modelo hidrogeológico conceptual, teniendo en cuenta además la cobertura y carga hidráulica por encima del túnel. Hacia el noroccidente (NW), las secciones han sido prolongadas más allá de la cuenca que involucra el macizo rocoso en el cual será excavado el túnel. A continuación, se relaciona cada sección en particular:

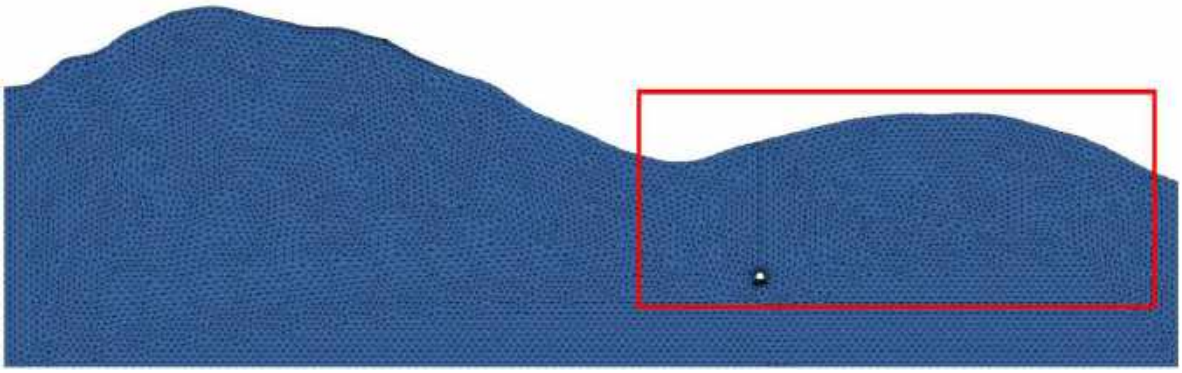
- El límite NW de la sección S1 se encuentra a unos 800 m del eje del túnel, la cobertura en este caso es reducida y del orden de aprox. 20 m.
- El límite NW de la sección S2, se encuentra a unos 1200 m del eje del túnel; la cobertura en este caso es de 200 m;
- El límite NW de la sección S3, se encuentra a unos 1400 m del eje del túnel; la cobertura es este caso es intermedia y del orden de 130 m.

Para poder hacer visible el contraste del comportamiento del agua en el macizo entre la situación antes de proyecto (Modelo Estacionario) y las situaciones con proyecto (Modelo Transiente) incluyendo además el efecto del fenómeno de "El Niño", esto último atendiendo solicitud de la ANLA, para cada sección se realizó un encuadre en la zona de interés próxima al túnel, respecto a la ventana de modelación inicialmente elaborada, la cual abarcaba una sección muy grande pero que no permitía observar específicamente el área de mayor interés alrededor del túnel. Ver recuadro en rojo en la Figura 5-2.86 a la Figura 5-2.88

Figura 5-2.86 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S1.

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.87 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S2.



Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.88 – Grilla utilizada para el modelo numérico a lo largo de la sección S3.

Fuente: Geodata, 2018

Hacia el sector sureste (SE), la simulación se ha realizado considerando el límite hidráulico representado por el flujo hacia el valle del río Pamplonita que drena el acuífero en roca interceptado por la excavación del túnel. El efecto del drenaje realizado por el río ha sido simulado colocando en el borde vertical de la sección un límite de flujo de primer orden (Dirichlet) simulando una exfiltración (Seepage Face). Tal condición ha permitido simular el nivel freático observado en los piezómetros construidos, en correspondencia con el eje del túnel, sin extender físicamente la sección hasta el susodicho curso de agua.

A tales limites, en las condiciones de flujo simulado tanto en sentido NW como SE, la perturbación sobre los flujos subsuperficiales y subterráneos debido al efecto drenante del túnel es nula.

5.1.8.12.4 Calibración del modelo

Los tres modelos fueron calibrados en estado estacionario con el fin de simular las condiciones hidrodinámicas no perturbadas verificando las condiciones de contorno en modo tal de poder simular la presencia de los puntos de agua y los piezómetros que se encuentran alineados a lo largo de las secciones teniendo en cuenta los resultados del estudio de recarga.

Los datos piezométricos disponibles en las áreas adyacentes a las zonas consideradas en las simulaciones indican una profundidad variable del nivel piezométrico. Por lo tanto, con el fin de calibrar el modelo se ha considerado que las condiciones de flujo simuladas deben permitir la verificación de la superficie piezométrica de acuerdo con las mediciones reportadas en la Tabla 5-2.53.

Tabla 5-2.53. Resultados de las calibraciones de los modelos considerando los valores de la cota piezométrica medida en el eje del túnel.

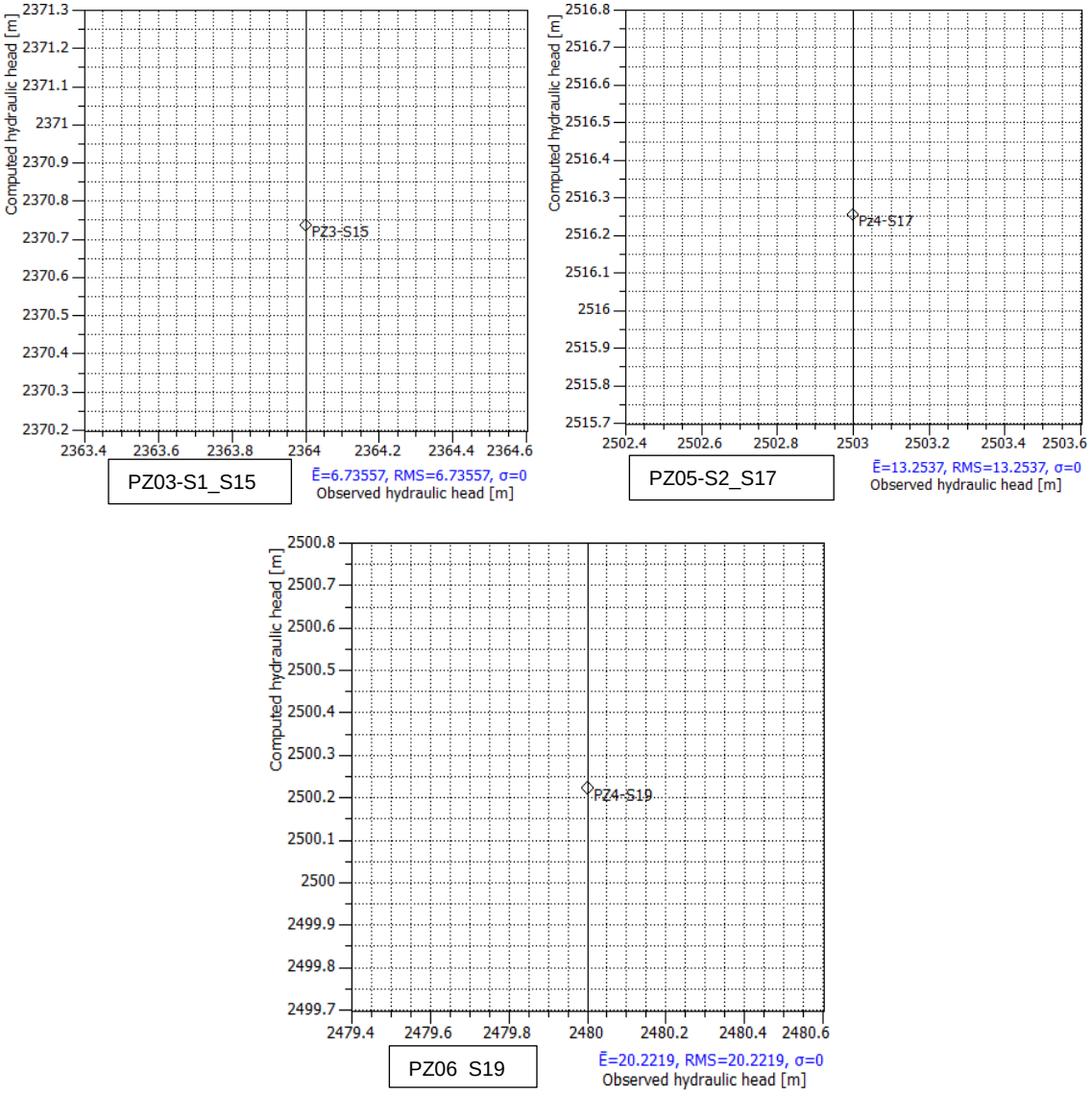
Sección (código)	piezómetro (código)	cota medida del nivel piezométrico (msnm)	cota simulada del nivel piezométrico(msnm)	diferencia (m)
S1	S15	2364	2370.7	6.7
S2	S17	2503	2516.3	13.3
S3	S19	2480	2500.2	20.2

Fuente: Geodata, 2018

Aunque las diferencias entre las cotas medidas y aquellas simuladas parecen elevadas, se considera satisfactoria la fase de calibración considerando que, especialmente en el caso de la sección S2 y sección S3, el nivel del agua subterránea se encuentra entre 50 y 100 m de profundidad respecto a la superficie topográfica, lo que permite que la cabeza hidráulica por encima del túnel pueda variar en el tiempo dependiendo de las condiciones de recarga.

En la Figura 5-2.89 se muestran los diagramas de dispersión derivados de las simulaciones realizadas, a partir de las medidas piezométricas tomadas a lo largo del eje del túnel en correspondencia con las secciones consideradas para las simulaciones numéricas.

Figura 5-2.89. Diagramas de dispersión de las medidas piezométricas



Fuente: Geodata, 2018

De hecho, la reconstrucción del comportamiento de la superficie piezométrica se realizó a través de una detallada calibración de la permeabilidad en dominios diferentes dentro del macizo y horizonte alterado del basamento. Además, se ha considerado oportuno, dada la particular configuración de la topografía, discriminar porciones de topografía caracterizados por una tasa de infiltración específica, tal como se ha evidenciado en el estudio del balance hidrogeológico.

- **Condiciones de contorno**

En régimen permanente, los valores iniciales de potencial no ejercen ninguna influencia en el resultado final siendo este representativo de un estado de equilibrio final. Los potenciales iniciales constituyen el punto de partida del cálculo iterativo realizado por el programa. Los valores de potencial impuestos no cambian durante el cálculo. La geometría de los flujos hídricos subsuperficiales y subterráneos se reconstruyó imponiendo condiciones de flujo al contorno con el fin de simular la recarga por infiltración desde superficie y para simular la presencia de los puntos de agua presentes a lo largo de la sección del modelo.

- Límites de flujo nulo

En el modelo los límites laterales y aquellos de base fueron considerados a flujo nulo, es decir, comparables a los límites impermeables. Los límites laterales fueron fijados a una distancia más allá de la cual no existe alteraciones de los flujos debido al efecto drenante de la obra subterránea. El límite inferior a flujo nulo se justifica por la baja permeabilidad de la roca del basamento que disminuye con la profundidad.

- Límites de flujo impuestos

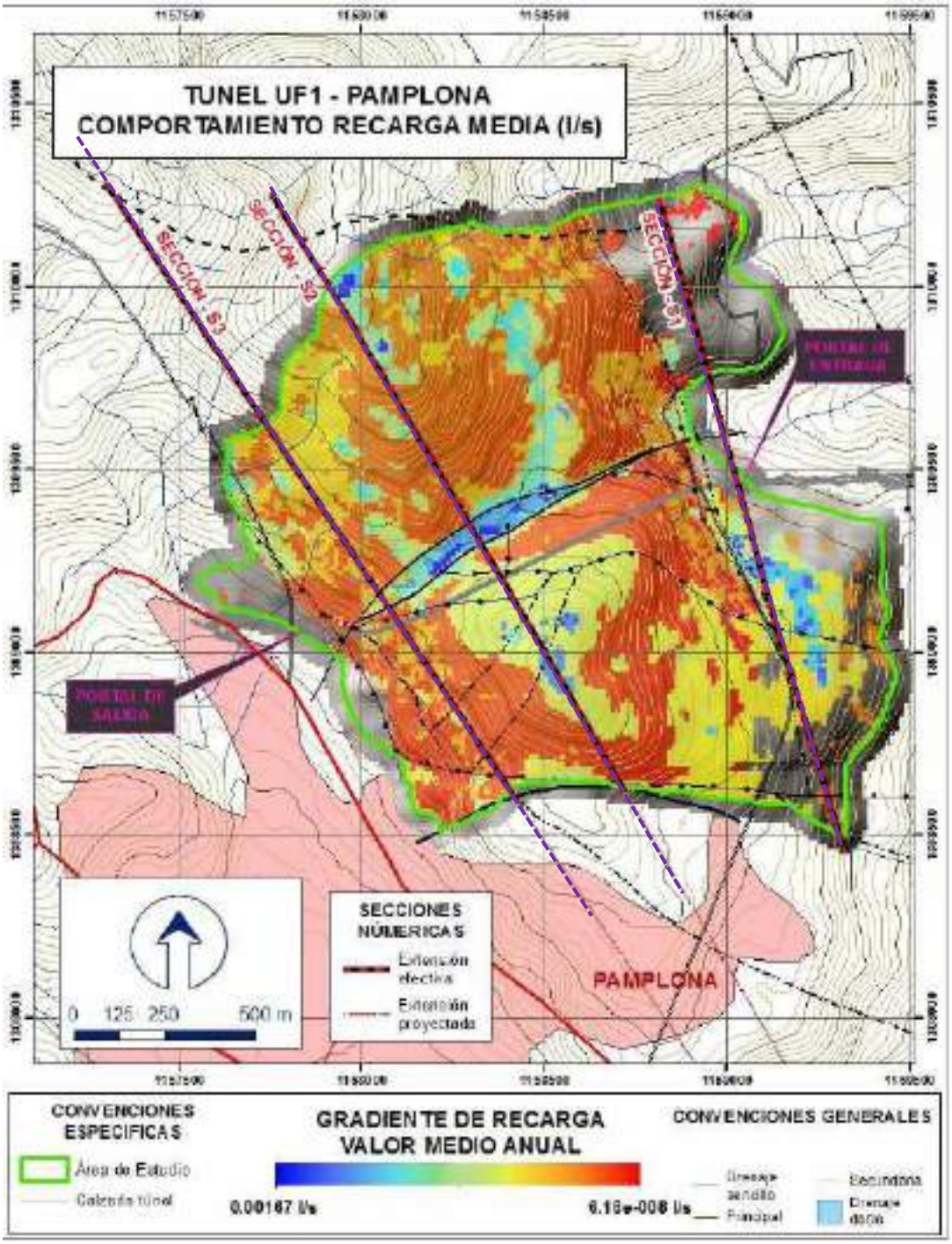
A lo largo de la superficie topográfica se ha impuesto un flujo de ingreso en modo tal de poder simular la infiltración que recarga el acuífero. La presencia de puntos de agua alimentados por la napa se ha simulado imponiendo a los nodos correspondientes una restricción adicional: la inversión del flujo (de adentro hacia afuera) a través del nodo en el que la cota de la superficie piezométrica supera la cota del nodo mismo. A partir del estudio de infiltración, del cual se reporta a continuación el resultado en términos de recarga media a lo largo de las cuencas de referencia, se han identificado sectores de mayor y menor recarga por infiltración desde superficie. Figura 5-2.90. Los colores azules indican los sectores con mayor recarga y aquellos rojos los de recarga menor.

A lo largo de la sección se han considerado valores más elevados en correspondencia con aquellos sectores en los cuales el modelo de recarga indica un potencial de infiltración mayor. Se ha buscado mantener, en función de la calibración del modelo, la mayor coherencia posible con el estudio de recarga. Figura 5-2.91 a Figura 5-2.93.

- Consideración del fenómeno de “El Niño”

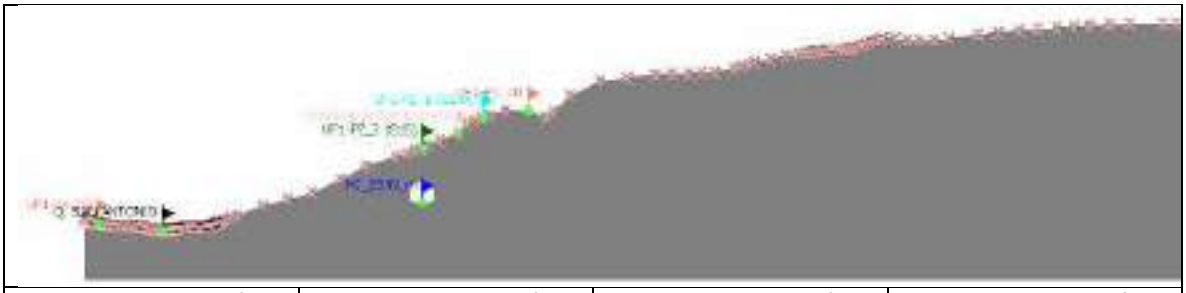
Para representar el efecto del fenómeno de “El Niño”, es una buena aproximación ajustar el valor de la infiltración (recarga) de manera proporcional a la disminución en la precipitación media anual debida a este fenómeno. Tomando como referencia la disminución de la precipitación sufrida en eventos recientes (2009-2010, Ideam) se realiza una reducción de un 38% en los valores de recarga aplicados en el borde superior de las secciones numéricas. Los efectos en disminución de los niveles freáticos se presentan en las figuras de la simulación a un año para cada una de las tres secciones establecidas. Como podrá apreciarse, el efecto del túnel es casi inocuo para el agua en el macizo rocoso siempre y cuando se apliquen las medidas de manejo especificadas en este Estudio.

Figura 5-2.90. Variación de la recarga al interior de las cuencas interceptadas por el túnel Pamplona.



Fuente: Geodata, 2018

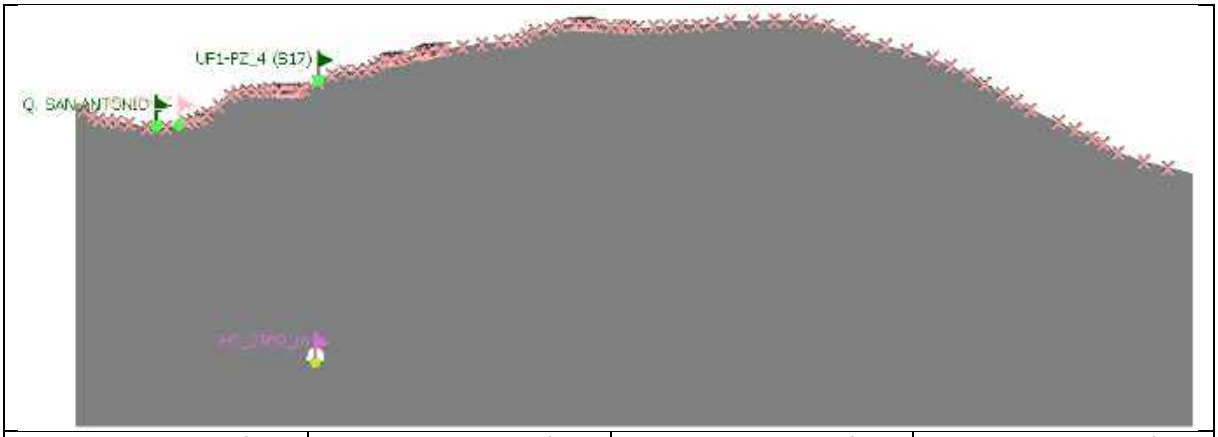
Figura 5-2.91. Valores de recarga a lo largo de la sección S1.



Tramo 1: 258 mm/a	Tramo 2: 309 mm/a	Tramo 3: 258 mm/a	Tramo 4: 309 mm/a
Tramo 1_niño: 160 mm/a	Tramo 2_niño: 192 mm/a	Tramo 3_niño: 160 mm/a	Tramo 4_niño: 192 mm/a

Fuente: Geodata, 2018

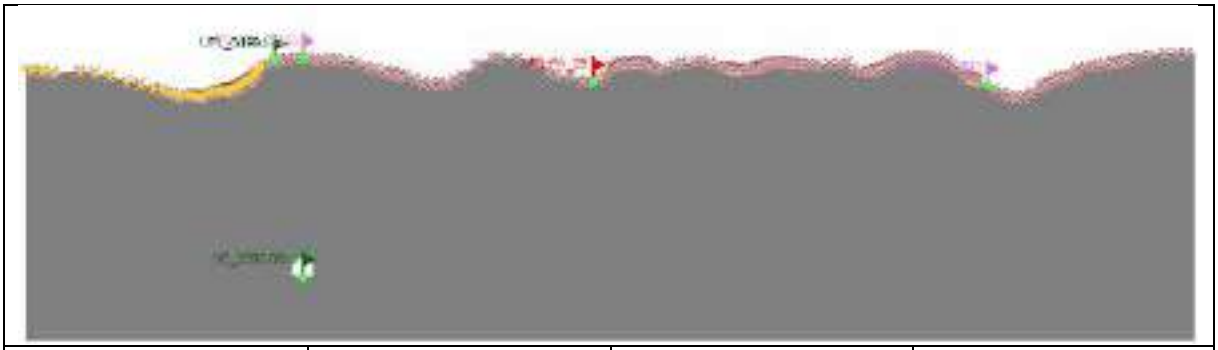
Figura 5-2.92. Valores de recarga a lo largo de la sección S2.



Tramo 1: 155 mm/a	Tramo 2: 309 mm/a	Tramo 3: 155 mm/a	Tramo 4: 258 mm/a
Tramo 1_niño: 96 mm/a	Tramo 2_niño: 192 mm/a	Tramo 3_niño: 96 mm/a	Tramo 4_niño: 160 mm/a

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.93. Valores de recarga a lo largo de la sección S3.



Tramo 1: 206 mm/a	Tramo 2: 258 mm/a	Tramo 3: 206 mm/a	Tramo 4: 258 mm/a
Tramo 1_niño: 128 mm/a	Tramo 2_niño: 160 mm/a	Tramo 3_niño: 128 mm/a	Tramo 4_niño: 160 mm/a

Fuente: Geodata, 2018

- **Conductividad hidráulica**

La calibración del modelo se hizo atribuyendo valores de conductividad hidráulica diferentes a los distintos complejos hidrogeológicos que fueron identificados en el modelo hidrogeológico conceptual y obtenidos de las pruebas de permeabilidad realizadas. El macizo rocoso a la cota del túnel Pamplona ha sido dividido a su vez en subunidades hidrogeológicas caracterizadas por una intensa fracturación, tal como expuesto en la descripción del modelo conceptual. Los valores de conductividad utilizadas en el modelo son los indicados en la Tabla 5-2.35.

Las secciones S2 y S3 representan un modelo hidrogeológico muy complejo, dada su intercepción con zonas de fallas geológicas regionales, que tal como como ha sido descrito en el modelo conceptual, tienden a aislar sectores del acuífero en roca que desarrollan sistemas de flujo en dirección longitudinal a su rumbo. En tal sentido es necesario entender que a lo largo de los planos de falla es probable que se generen materiales tipo “gauge” de naturaleza limo-arcillosa de baja permeabilidad que constituyen barreras a los flujos transversales. La circulación hídrica sería por lo tanto mayor a lo largo de la franja de fracturación que se desarrolla contigua al plano de falla que corre en dirección semiparalela al túnel (E-W). Esto de manera coherente con lo indicado por las secciones de tomografía eléctrica UF1-TE04, UF1-TE03, UF1-TE02, en particular la UF1-TE03 (ver Figura 5-2.44).

En los modelos numéricos, por lo tanto, se han distinguido sectores de espesor limitado (<5m) de baja permeabilidad correspondientes a los planos de falla y sectores de mayor espesor (>10 m) y mayor permeabilidad correspondientes a la franja de fracturación. De los análisis de los núcleos obtenidos de las perforaciones mecánicas y pruebas de permeabilidad realizadas, se concluye que el macizo rocoso reportado a lo largo del túnel se encuentra fracturado y permeable independientemente del litotipo dominante. Tal condición al parecer se debe al hecho que la traza del túnel corre paralela a una importante zona de falla regional.

La segmentación de zonas acuíferas por la presencia de fallas regionales se evidencia también por la prospección geoeléctrica. Como ha sido descrito en el modelo conceptual, de hecho, las fallas tienden a aislar sectores de baja resistividad potencialmente saturadas o parcialmente saturadas de sectores de alta resistividad, los cuales normalmente se caracterizan por la ausencia de agua.

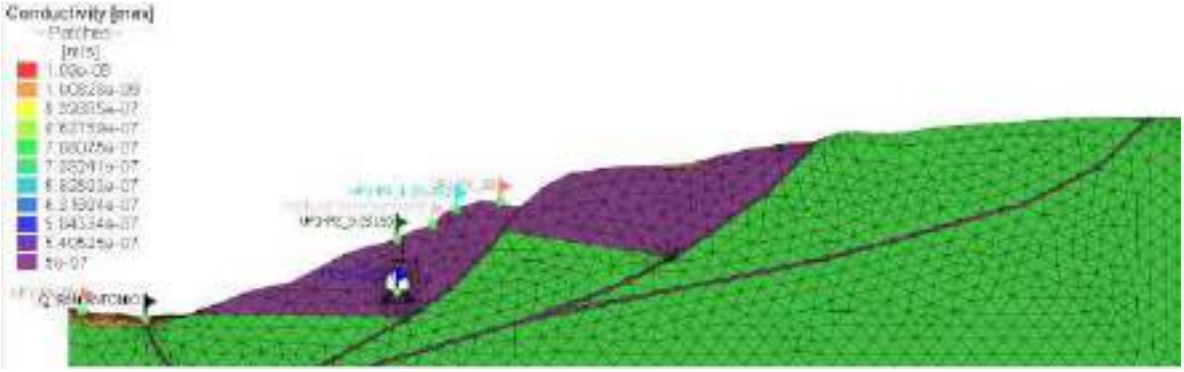
Para obtener la calibración del modelo numérico se consideraron los valores de permeabilidad hidráulica reportados en la Tabla 5-2.54 a la Tabla 5-2.56 y la Figura 5-2.94 a la Figura 5-2.96.

Tabla 5-2.54. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S1.

Sección S1 - Formación	K (m/s)	Ss	Sondeo
Depositos coluviales cuaternarios (Qc)	5E-7 / 1E-6	5.4E-5	S15/S19/S20
Lodolitas	5E-7	3.8E-5	S15/S15A
Suelo residual (Sr) - Limos y limos-arcillosos	1E-9 / 1E-8	7.3E-7	S15A/S21A
Gauge de falla	S/n mat.orig.	5.4E-5	-

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.94. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S1.



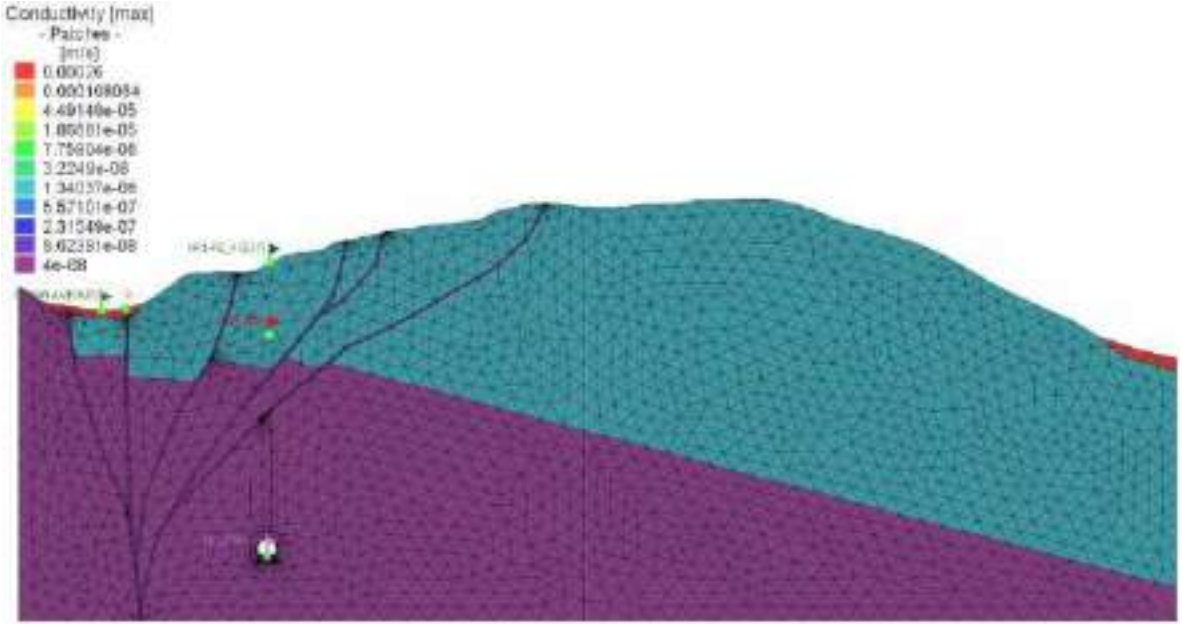
Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.55. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S2.

Sección S2 - Formación	K (m/s)	Ss	Sondeo
Areniscas (fracturada y muy fracturada, falla)	5E-7 / 8E-7	6.2E-6	S17
Depositos Coluviales	5E-6 / 5E-7	2.6E-4	S15/S19/S20
Arcillolitas (fracturada y muy fracturada, falla)	4E-8 / 1E-7	5.6E-5	S17/S19
Suelo residual (Sr)) - Limos y limos-arcillosos	1E-9 / 1E-8	7.3E-7	S15A/S21A
Gauge de falla	S/n mat.orig.	5.4E-5	-

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.95. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S2.



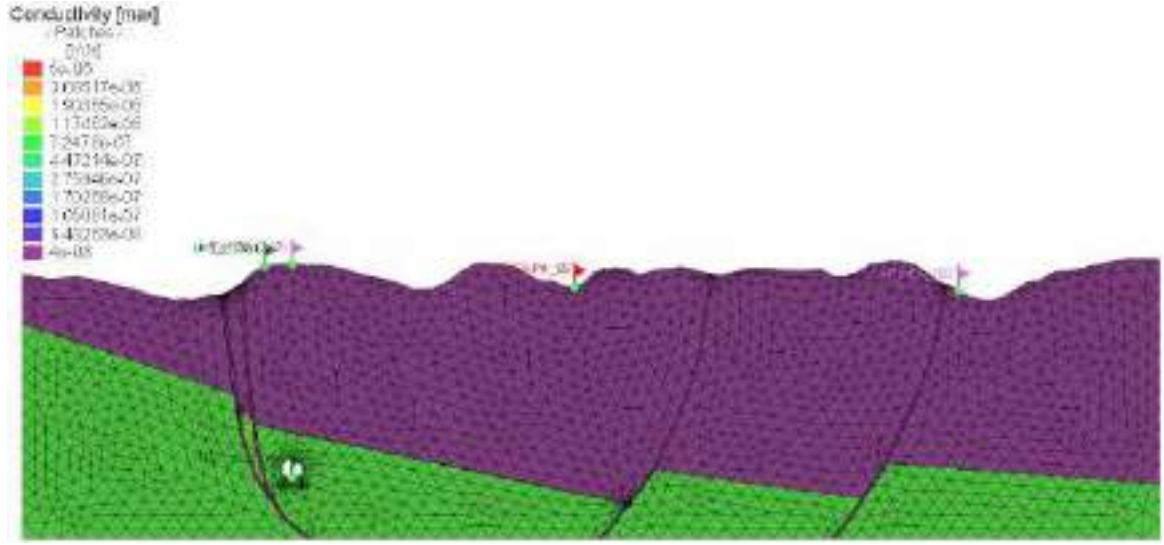
Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.56. Valores de Permeabilidad Hidráulica a lo largo de la sección S3.

Sección S3 - Formación	K (m/s)	K (m/s)	Sondeo
Areniscas (fracturada y muy fracturada, falla)	8E-7	6.2E-6	S17
Depositos Coluviales	5E-6 / 5E-7	2.6E-4	S15/S19/S20
Arcillolitas (fracturada y muy fracturada, falla)	4E-8 / 1E-7	5.6E-5	S17/S19
Suelo residual (Sr)) - Limos y limos-arcillosos	1E-9 / 1E-8	7.3E-7	S15A/S21A
Gauge de falla	S/n mat.orig.	5.4E-5	-

Fuente: Geodata, 2018

Figura 5-2.96. Distribución de la permeabilida hidráulica a lo largo de la sección detallada S3.

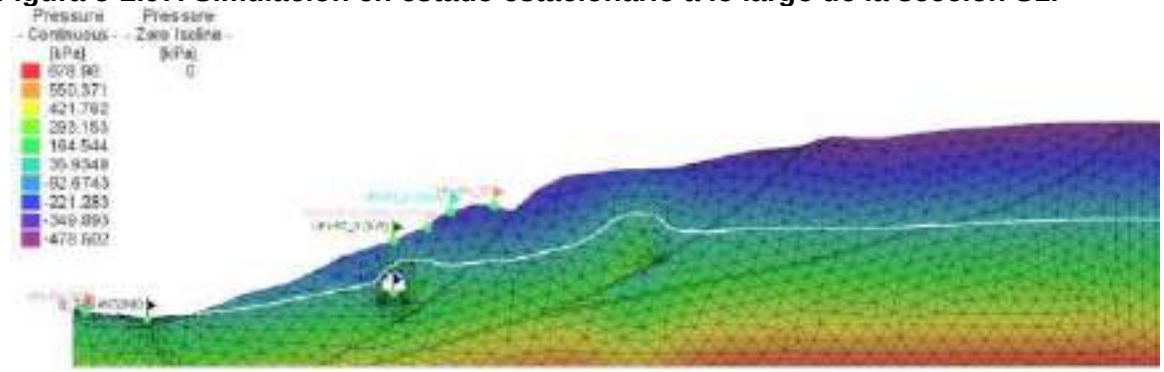


Fuente: Geodata, 2018

- **Simulación en estado estacionario (condición "anteoperam")**

Desde la Figura 5-2.97 y hasta la Figura 5-2.99 se representan las condiciones en estado estacionario, es decir, sin considerar la presencia del túnel.

Figura 5-2.97. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S1.

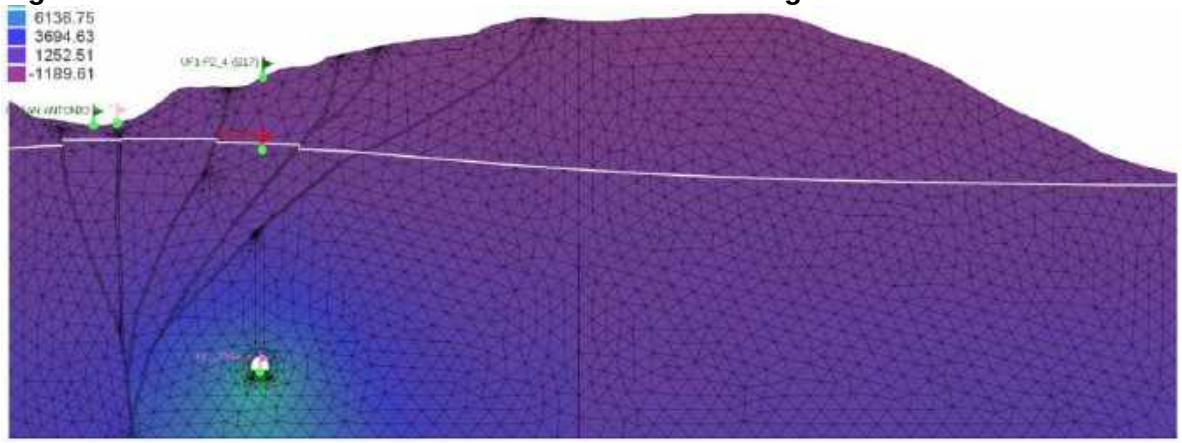


Fuente: Geodata, 2018

En la Figura 5-2.97 se observa que el nivel piezométrico en roca no está directamente conexo con la superficie freática representada por los flujos someros o subsuperficiales que alimentan el punto de agua UF1-PA20, por lo que puede considerarse un nivel freático suspendido asociado a un acuífero colgado. Este punto de agua se alimenta principalmente desde la superficie y está separado de los flujos profundos por los estratos de suelo residual de baja permeabilidad, sin embargo, los dos niveles, en el modelo se encuentran conectados en términos de potencial hidráulico y, por lo tanto, la despresurización del acuífero en roca puede causar, por compensación, un drenaje descendente del nivel colgado.

El punto de agua UF1-PA09, dada su posición altimétrica respecto al nivel piezométrico medido en el piezómetro S15, se considera que recibe una cuota de alimentación tanto del acuífero en roca como desde la superficie a través del agua de lluvia. Aunque dada la extensión y morfología suave de su microcuenca es de esperar que el mayor aporte provenga de la precipitación en grado tal de garantizar su permanencia.

Figura 5-2.98. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S2.

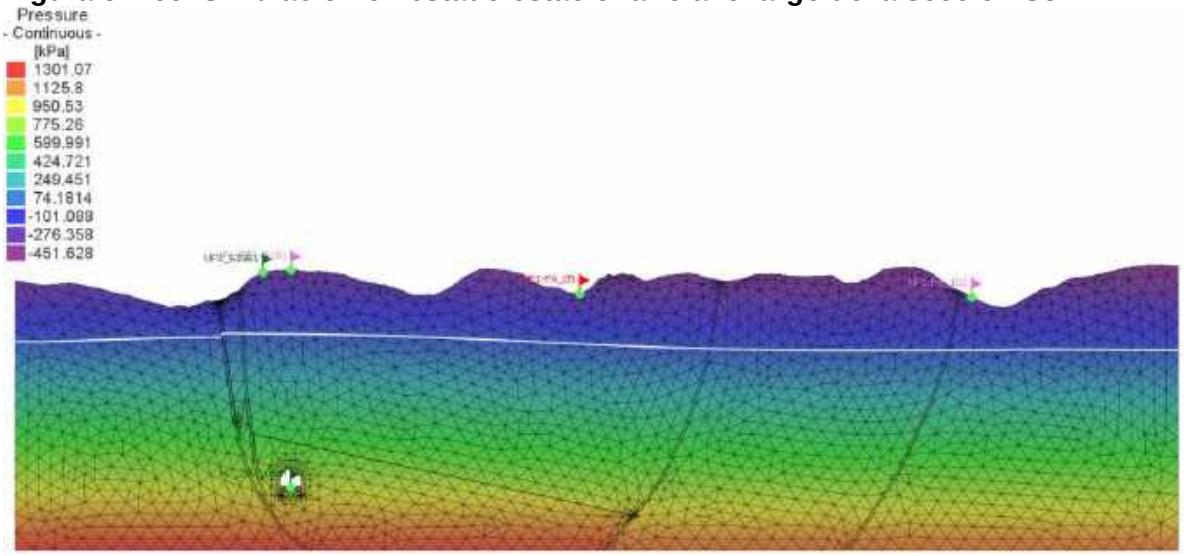


Fuente: Geodata, 2018

La simulación a lo largo de la sección S2 pone en evidencia el comportamiento de los flujos influenciados por la zona de falla que corre paralela al trazado del túnel. La zona intermedia entre las dos fallas resulta ser una zona potencialmente acuífera tal como ha sido evidenciado por la prospección geoeléctrica (Ver Figura 5-2.44). Estos flujos se consideran conexos con el acuífero superficial que alimenta el punto de agua UF1-PA07.

Por fuera de la zona de falla, a la derecha de la sección, el nivel freático no se encuentra conexo con la superficie, como evidenciado por el nivel piezométrico medido en el piezómetro S17, y resulta drenado por el Río Pamplonita ubicado a al SW de la sección.

Figura 5-2.99. Simulación en estado estacionario a lo largo de la sección S3.



Fuente: Geodata, 2018

La sección S3 representa un nivel en roca no conexo directamente con los flujos subsuperficiales y que alimentan el punto de agua UF1-PA05. Los flujos en roca son drenados por el Río Pamplonita ubicado a la derecha de la sección (SW).

Los flujos que alimentan el punto de agua UF1-PA05, al igual que el punto de agua UF1-PA20 de la sección 1, al parecer poseen características relacionados con acuíferos colgados, aunque no se descarta que en épocas de mayores precipitaciones la recarga del acuífero en roca permita el ascenso de su superficie freática hasta contribuir en su alimentación, creándose condiciones de flujos mixtos. No obstante, tomando en cuenta el escenario de acuíferos colgados, estos puntos deben considerarse en equilibrio con el potencial hidráulico del nivel freático en roca. Por lo que una despresurización de este último debería conducir a un nuevo estado de equilibrio de los niveles freáticos relacionados con flujos subsuperficiales con el fin de compensar el descenso de los potenciales hidráulicos del nivel piezométrico más profundo.

5.1.8.12.5 Resultados del modelo numérico

Una vez calibrado el modelo en régimen estacionario, se ha procedido con la simulación en estado transitorio considerando el inicio de la excavación del túnel respecto a cada una de las secciones. El efecto drenante del túnel ha sido verificado desde el momento de la apertura de la excavación para los siguientes intervalos tiempo:

- Corto plazo
  - t0 = 0 días
  - t1 = 1 día
  - t2 = 10 días
- Mediano plazo
  - t3 = 100 días (aproximadamente 3 meses)

- t4 = 365 días (1 año)
- t5 = 730 días (2 años)

- Largo plazo
  - t6 = 1825 días (5 años)
  - t7 = 3650 días (10 años)

Las simulaciones realizadas a largo plazo se asimilan al régimen estabilizado.

Los resultados de las simulaciones permiten valorar el caudal esperado en el túnel en régimen transitorio (corto plazo) y estabilizado (largo plazo), así como la variación de la superficie piezométrica y los potenciales impactos en superficie. En esta fase no se ha realizado ninguna valoración de la excavación en condiciones de macizo rocoso tratado con inyecciones.

Los resultados gráficos de las simulaciones se muestran desde la Figura 5-2.100 hasta la Figura 5-2.105; Mientras que para cada intervalo de tiempo simulado, se proven los resultados numéricos en términos de variaciones de caudal en el túnel y del caudal de los puntos de agua presentes a lo largo de las secciones.

También se muestran los gráficos de las variaciones piezométricas simuladas en los piezómetros presentes a lo largo de las secciones y utilizadas en la fase de calibración antes descrita.

En lo que respecta a la valoración del caudal esperado en el túnel, vale la pena hacer un breve comentario acerca de la comparación de los resultados obtenidos a través de las simulaciones numéricas y aquellos calculados con método analítico. En este sentido se observa que mientras los valores de caudal calculados en el corto plazo presentan una buena coherencia, no pasa lo mismo para los valores simulados a largo plazo. En este último caso se evidencia una mayor discrepancia, resultando mayores aquellos valores obtenidos con método análítico.

Esta diferencia que puede ser significativa se debe al hecho que el modelo analítico considera que una vez sucedido el drenaje del acuífero la disminución de la presión intersticial determina una disminución de la permeabilidad del macizo rocoso. Por lo que la disminución del caudal drenado por el túnel en el tiempo está supeditado al cierre de las fracturas y a la consecuente disminución de la permeabilidad más que al abatimiento de la carga hidráulica por encima del túnel.

En el modelo numérico, sin embargo, este tipo de fenómeno no se considera y la disminución del caudal está exclusivamente relacionada con la disminución de la carga hidráulica. En consecuencia, el caudal a largo plazo valorado a través del modelo numérico es por lo general más bajo respecto a aquel obtenido con el método de cálculo analítico.

Cabe resaltar que las descripciones a continuación corresponden a escenario de túnel simplemente excavado, ya que al aplicar medidas de manejo las condiciones serán prácticamente iguales a las de antes de la excavación (Ver imágenes del modelo).

- **Sección S1**

- Caudal drenado en el túnel:

En la Tabla 5-2.57 se muestra la curva de abatimiento del caudal en el túnel.

Tabla 5-2.57. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S1.

Tiempo despues excavación	*Variación de caudal en el tunel*	
dias	*l/s/10m*	*%*
1	0.36	100%
10	0.20	56%
100	0.12	33%
365	0.08	23%
730	0.07	19%
1825	0.05	13%
3650	0.04	10%

Fuente: Geodata, 2018

El caudal a corto plazo, después de un día de la apertura de la excavación, es de aprox. 0,4 l/s/10m de túnel (Tabla 5-2.57). De acuerdo con la valoración realizada con el método analítico en correspondencia con la misma abscisa de la sección S1 (PK58+772), los valores obtenidos están entre 0.4 y 0.6 l/s/10 m de túnel, es decir, los dos métodos arrojan valores similares. Sin embargo, el modelo numérico a largo plazo indica un fuerte decrecimiento del caudal que, en régimen estabilizado, después de 10 años de la apertura de la excavación, se reduce aproximadamente 10 veces y se estabiliza en aproximadamente 0,04 l/s/10m de túnel.

Ya en los primeros 10 días del inicio de la excavación se nota una significativa disminución del caudal y pasados 100 días de la apertura el caudal pasa a 0,1 l/s/10m.

- Potenciales impactos en superficie:

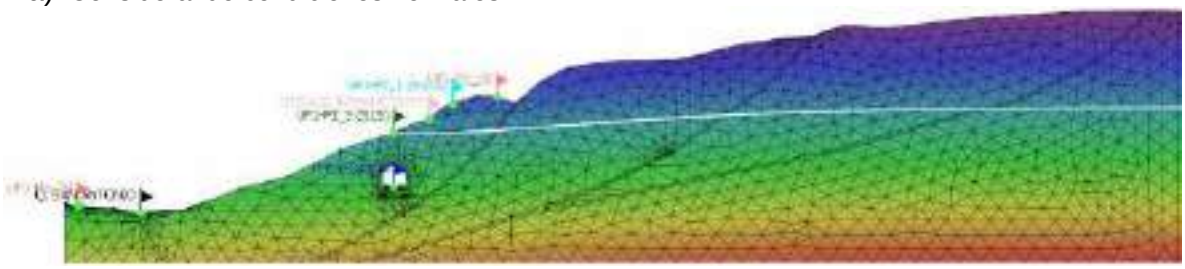
Los impactos en superficie han sido valorados en función de las variaciones porcentuales de los caudales de los puntos de agua UF1-PA09 y UF1-PA20 que se encuentran a lo largo de la sección S2 a aprox. 170 m al NW y 100 m al SE del eje del túnel. El punto de agua UF1-PA09 se encuentra en una cota similar a aquella del túnel (ligeramente por debajo), mientras que el punto UF1-PA20 se ubica en una cota superior, aprox. 70 m por encima.

A lo largo de la sección S1 los impactos sobre los flujos en roca que alimentan el punto de agua UF1-PA09 resultan afectados sólo parcialmente, mientras que aquellos que alimentan el punto de agua UF1-PA20 la afectación es mayor, hasta anularse completamente.

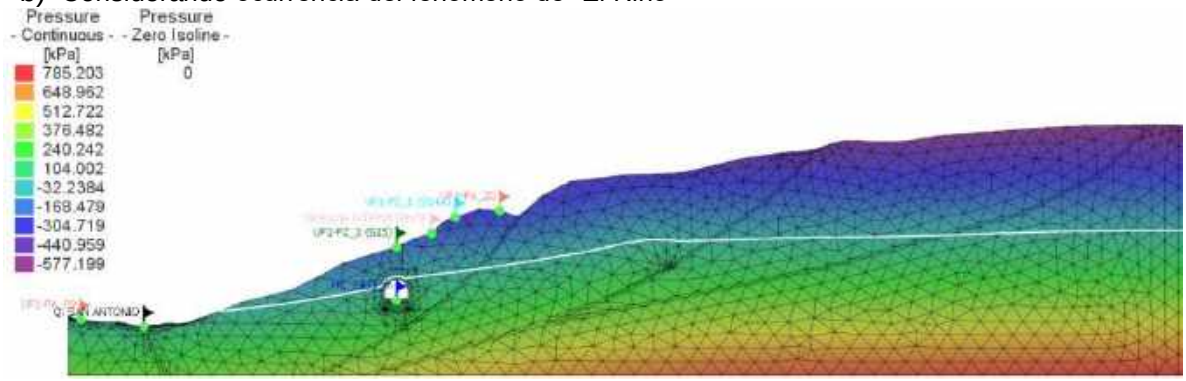
En la Figura 5-2.100 se representan los flujos a lo largo de la sección S1 a un año de iniciada la excavación del túnel. Se presenta el comportamiento del primer año para poder mostrar el efecto hidrológico de un ciclo anual y validar el comportamiento del agua en el macizo ante el efecto del fenómeno de “El Niño” según solicitud de la autoridad ambiental.

Figura 5-2.100. Simulación a un año de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S1 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas

a) Considerando condiciones normales.



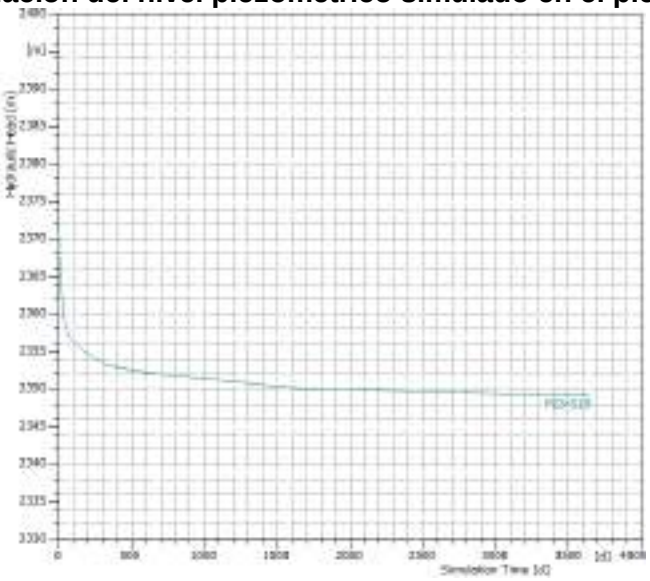
b) Considerando ocurrencia del fenómeno de “El Niño”



Fuente: Geodata, 2018

En la Figura 5-2.101 es posible valorar la variación del nivel piezométrico al interior del piezómetro S15 ubicado a lo largo de la sección S1 en correspondencia con el eje del túnel. Se observa como el túnel drena los circuitos en roca.

Figura 5-2.101. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ03-S15



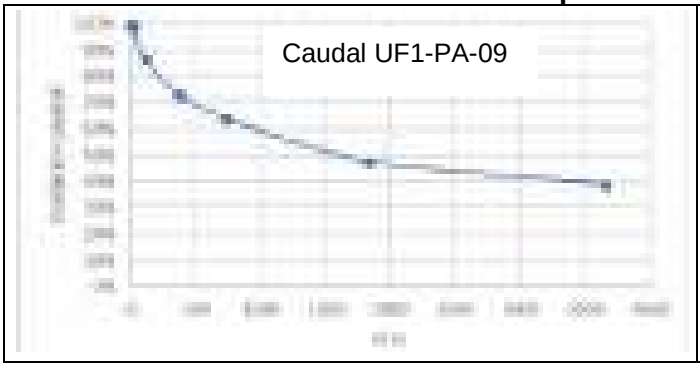
Fuente: Geodata, 2018

- Punto de agua UF1-PA09

El modelo numérico muestra que la perturbación del flujo que ingresa al túnel determina una afectación parcial del drenaje de los circuitos que alimentan el punto de agua UF1-PA09. La Tabla 5-2.58 muestra que la cuota de alimentación del punto que se desarrolla a lo largo de la sección en análisis disminuye aprox. un 60% a largo plazo (10 años) mientras que en los primeros 100 días después de la apertura de la excavación se observa una disminución de aprox. un 25%.

La falta de esta cuota de alimentación del punto UF1-PA09 no significa que ésta se seque. Bajo las condiciones simuladas el impacto sobre el punto de agua se manifestará por lo tanto con una disminución del caudal de hasta aprox. un 40% de la cuota del caudal no perturbado.

Tabla 5-2.58. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA09 sección S1.



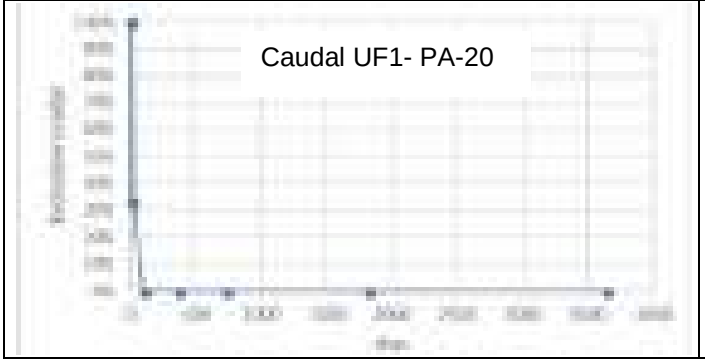
Tiempo despues excavación	*Variación de alimentación*
dias	*%*
0	100%
1	100%
10	99%
100	87%
365	73%
730	64%
1825	48%
3650	39%

Fuente: Geodata, 2018

- Punto de agua UF1-PA20

Bajo las condiciones simuladas el impacto de los flujos que alimentan a lo largo de la sección S1 el punto de agua UF1-PA20 resultan ser no significativos relacionándolos con el inicio de la excavación; la reducción de un 30% en los niveles del punto que se muestra en la Tabla 5-2.59 reflejan el aislamiento entre el punto y los circuitos subterráneos alrededor de la excavación.

Tabla 5-2.59. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA20 sección S1.



Tiempo despues excavación	*Variación de alimentación*
dias	*%*
0	100%
1	100%
10	33%
100	0%
365	0%
730	0%
1825	0%
3650	0%

Fuente: Geodata, 2018

El modelo numérico muestra que la perturbación de los flujos inducidos por el túnel determina el drenaje del circuito en roca y la despresurización del sistema de equilibrio en el nivel piezométrico medido en el piezómetro PZ-06_S14A; sin embargo, no interviene en el drenaje descendente de los circuitos más superficiales, que debido a los estratos arcillosos de la Fm Capacho permanecen completamente aislados respecto a los circuitos en roca más profundos.

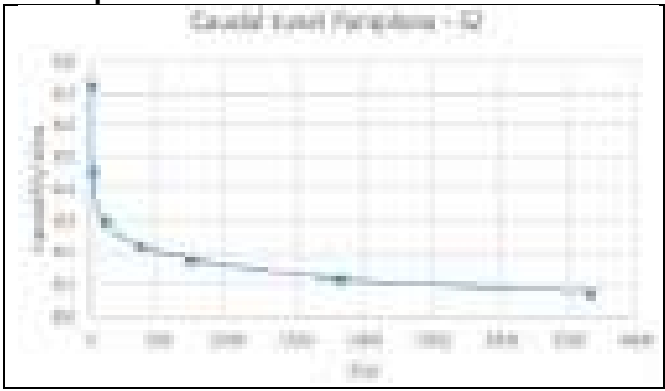
Se precisa que si los flujos subsuperficiales que alimenta el punto UF1-PA20 y UF1-PA09 permanecen completamente aislados de los circuitos en roca, es posible que el potencial impacto sea menor al previsto en la simulación numérica o prácticamente inexistente. Para esto es necesario que el substrato que infrayace los depósitos cuaternarios o zonas más meteorizadas del macizo rocoso contenga una permeabilidad característica continua muy baja (impermeable), del orden de 1E-10 m/s o inferior, como efectivamente se da en la Fm Capacho.

- **Sección S2**

- Caudal drenado en el túnel:

En la Tabla 5-2.60 se muestra la curva de abatimiento del caudal en el túnel.

Tabla 5-2.60. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S2.



Tiempo despues excavación	*Variación de caudal en el tunel*	
dias	*l/s/10m*	*%*
1	0.73	100%
10	0.46	63%
100	0.30	41%
365	0.22	31%
730	0.18	25%
1825	0.12	16%
3650	0.08	11%

Fuente: Geodata, 2018

El caudal a corto plazo, después de un día de la apertura de la excavación, es de aprox. 0,7 l/s/10m de túnel (Tabla 5-2.60). De acuerdo con la valoración realizada con el método analítico en correspondencia con la misma abscisa de la sección S2 (PK59+474), el valor obtenido es de aprox. 0,6 l/s/10 m de túnel, es decir, los dos métodos arrojan valores similares.

Sin embargo, el modelo numérico a largo plazo indica un fuerte decrecimiento del caudal que, en régimen estabilizado, después de 10 años de la apertura de la excavación, se reduce aproximadamente 10 veces y se estabiliza en aprox. 0,1 l/s/10m.

Ya en los primeros 10 días del inicio de la excavación se nota una significativa disminución del caudal y pasados 100 días de la apertura el caudal pasa a 0,3 l/s/10m.

- Potenciales impactos en superficie:

Los potenciales impactos en superficie fueron valorados en función de la variación porcentual del caudal del punto de agua UF1-PA07 que se encuentra a lo largo de la sección 2 (S2). El punto de agua se ubica a aprox. 100 m hacia el NW respecto al eje del túnel. A pesar de esta corta distancia, desde un punto de vista geológico estructural e hidrogeológico, su circuito de alimentación está parcialmente compartido y seccionado por un sistema de fallas con dirección preferencia E-W, que permiten reducir el grado de conexión directa entre los segmentos del macizo rocoso en el cual se realiza la excavación y aquel en el cual se desarrolla el acuífero que sustenta el punto de agua.

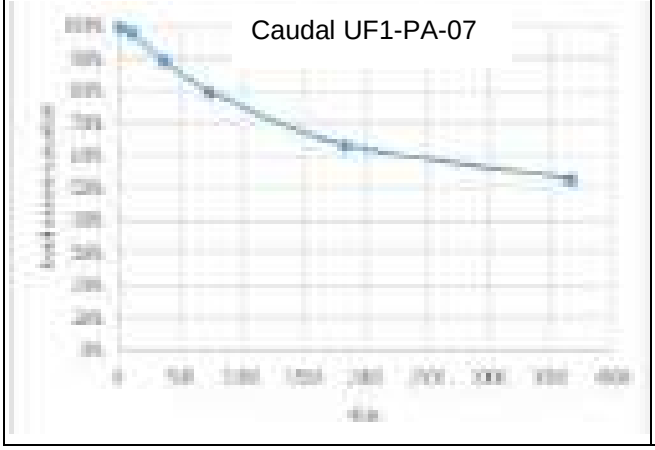
Tal condición, valorada en la definición del modelo hidrogeológico conceptual ha sido considerada en la construcción del modelo numérico.

El modelo numérico muestra que la perturbación de los flujos inducidos por el túnel determina un drenaje parcial de los circuitos que alimentan el punto de agua UF1-PA07. Los datos reportados en la Tabla 5-2.61 indica que la cuota de alimentación del punto de agua que se desarrolla a lo largo de la sección S2 disminuye en casi un 50% al largo plazo (10 años), mientras que en los primeros 100 días luego de la apertura de la excavación no

se observa una disminución apreciable (aprox. 2%).

La falta de esta cuota de alimentación del punto UF1-PA07 no significa que ésta se seque. El impacto sobre el punto de agua se manifestará por lo tanto con una disminución del caudal al largo plazo de hasta aprox. un 50%.

Tabla 5-2.61. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA07 sección S2.



Tiempo despues excavación	*Variación de alimentación*
dias	*%*
0	100%
1	100%
10	100%
100	98%
365	90%
730	80%
1825	64%
3650	53%

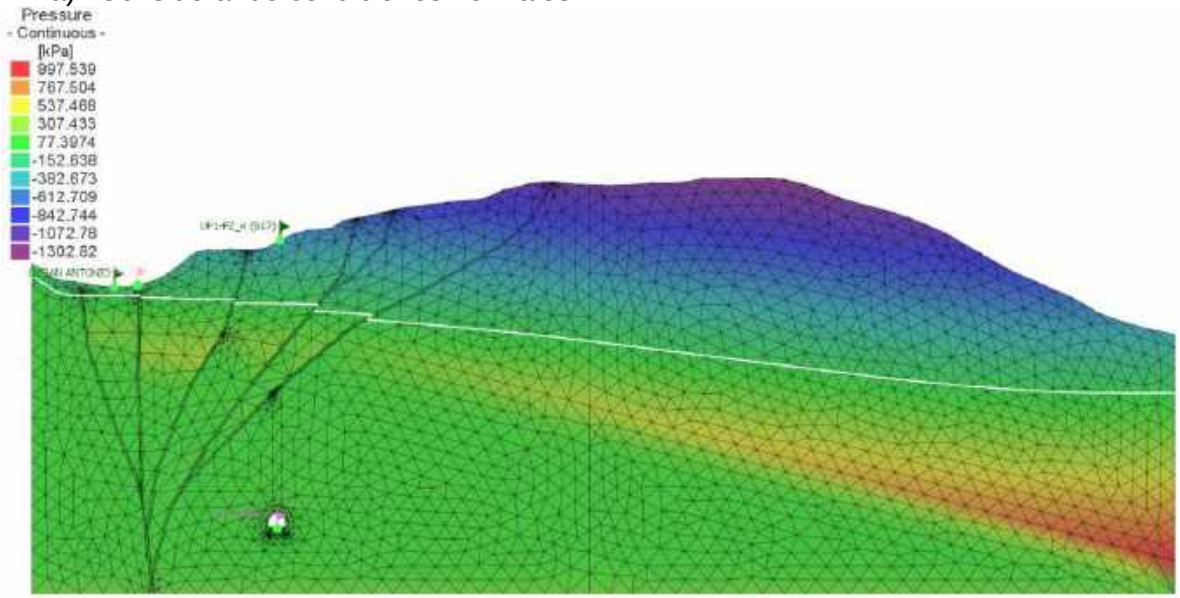
Fuente: Geodata, 2018

En las Figura 5-2.102 se representan los flujos a lo largo de la sección S2 a un año de iniciada la excavación del túnel. Se observa, el rol de distribución de los flujos en roca atribuidos a la zona de falla transversal a la sección. Al largo plazo los circuitos en roca serían drenados por el túnel hasta ubicar el nivel piezométrico en inmediación de la excavación, en caso de que no se aplicaran las medidas de manejo establecidas para la excavación del túnel.

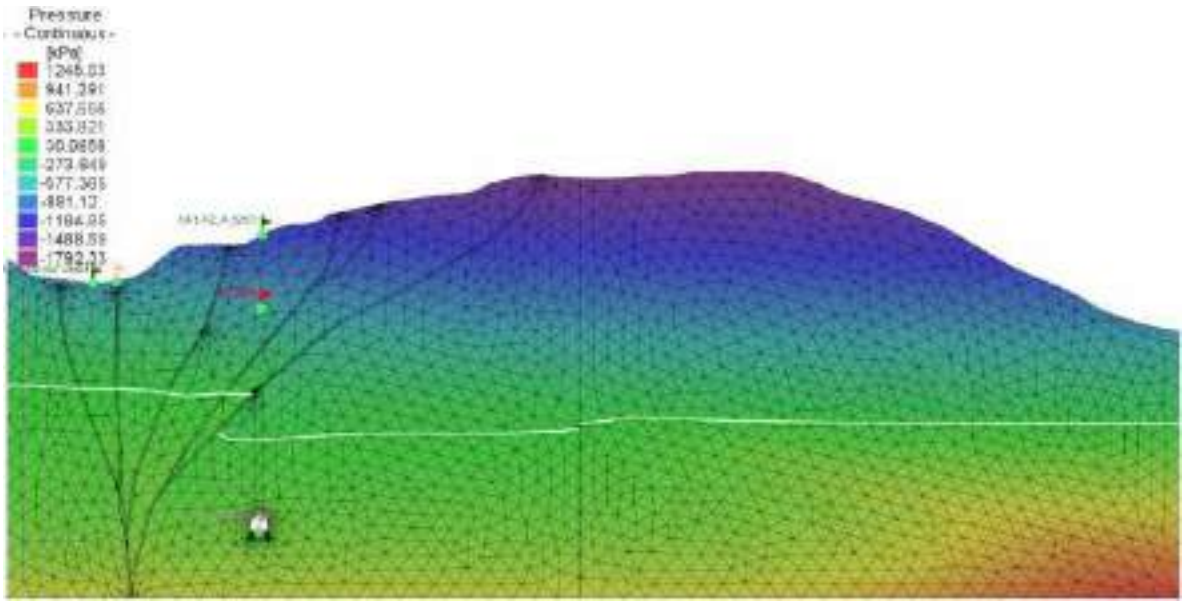
Se presenta el comportamiento del primer año para poder mostrar el efecto hidrológico de un ciclo anual y validar el comportamiento del agua en el macizo ante el efecto del fenómeno de “El Niño” según solicitud de la autoridad ambiental.

Figura 5-2.102. Simulación a un año de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S2 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas.

a) Considerando condiciones normales



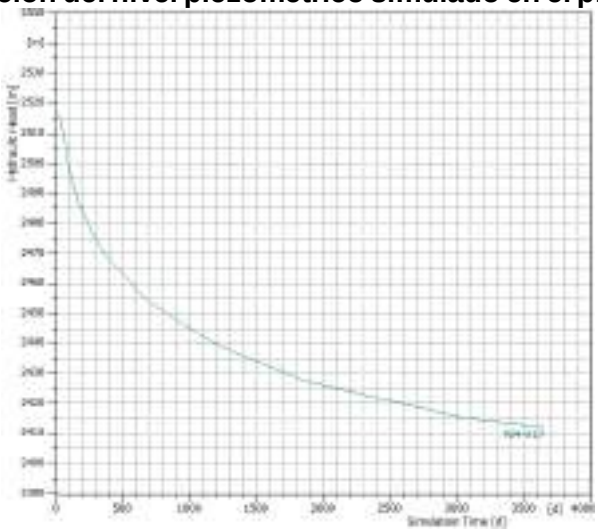
b) Considerando ocurrencia del fenómeno de “El Niño”



Fuente: Geodata, 2018

En la Figura 5-2.103 es posible valorar la variación del nivel piezométrico al interior del piezómetro S17, ubicado en correspondencia con el eje del túnel e interceptado por la sección S2. Se observa como el túnel drena los circuitos en roca.

Figura 5-2.103. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ06_S17.



Fuente: Geodata, 2018

- **Sección S3**

- Caudal drenado en el túnel:

En la Tabla 5-2.62 se muestra la curva de abatimiento del caudal en el túnel

Tabla 5-2.62. Curva de abatimiento del caudal esperado en el túnel en correspondencia con la sección S3.

Tiempo despues excavación	*Variación de caudal en el tunel*	
dias	*l/s/10m*	*%*
1	1.53	100%
10	0.58	38%
100	0.31	20%
365	0.21	14%
730	0.14	9%
1825	0.10	6%
3650	0.08	5%

Fuente: Geodata, 2018

El caudal a corto plazo, después de un día de la apertura de la excavación, es de aprox. 1,5 l/s/10m de túnel (Tabla 5-2.62). De acuerdo con la valoración realizada con el método analítico en correspondencia con la misma abscisa de la sección S2 (PK59+787), el valor obtenido es de aprox. 1,3 l/s/10 m de túnel, es decir, los dos métodos arrojan valores similares. Sin embargo, el modelo numérico a largo plazo indica un fuerte decrecimiento del caudal que, en régimen estabilizado, después de 10 años de la apertura de la excavación,

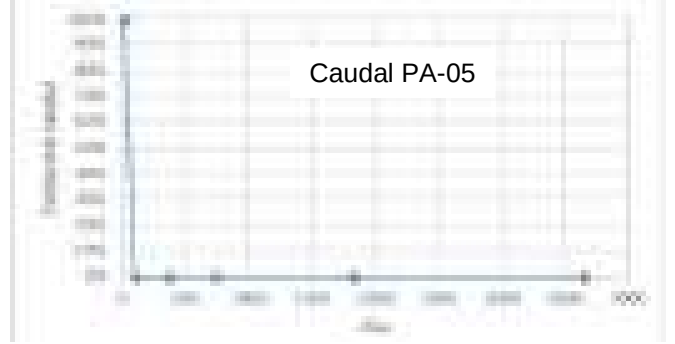
se reduce drásticamente y se estabiliza en aprox. 0,1 l/s/10m. Ya en los primeros 10 días del inicio de la excavación se nota una significativa disminución del caudal y pasados 100 días de la apertura el caudal pasa a 0,3 l/s/10m.

- Potenciales impactos en superficie:

Los potenciales impactos en superficie fueron valorados en función de la variación porcentual del caudal del punto de agua UF1-PA05 que se encuentra a lo largo de la sección 3 (S3). El punto de agua se ubica a aprox. 200 m hacia el SE respecto al eje del túnel. La alimentación de este punto de agua proviene principalmente de los flujos subsuperficiales que fluyen a lo largo de la pendiente en una dirección transversal al eje de la sección S3 simulada para el presente modelo numérico.

El modelo numérico muestra que la perturbación de los flujos inducidos por el túnel determina el drenaje del circuito en roca y la despresurización del sistema de equilibrio en el nivel piezométrico medido en el piezómetro PZ-06_S19 ; sin embargo no interviene en el drenaje descendente de los circuitos más superficiales, que debido a los estratos arcillosos de la Fm Tibú-Mercedes permanecen completamente aislados respecto a los circuitos en roca más profundos, la Tabla 5-2.63 muestra los descensos de caudal en el punto UF1-PA05 corroborando así la intermitencia de la surgencia.

Tabla 5-2.63. Curva de alimentación del punto de agua UF1-PA05 sección S3.



Tiempo despues excavación	*Variación de alimentación*
dias	*%*
0	100%
1	100%
10	100%
100	0%
365	0%
730	0%
1825	0%
3650	0%

Fuente: Geodata, 2018

Al igual que en el caso de la sección S1, se precisa que si los flujos subsuperficiales que alimenta el punto UF1-PA05 permanecen completamente aislados de los circuitos en roca, es posible que el potencial impacto sea menor al previsto en la simulación numérica o prácticamente inexistente. Para esto es necesario que el substrato que infrayace los depósitos cuaternarios o zonas más meteorizadas del macizo rocoso contenga una permeabilidad característica continua muy baja (impermeable), menor o igual a 1E-10 m/s.

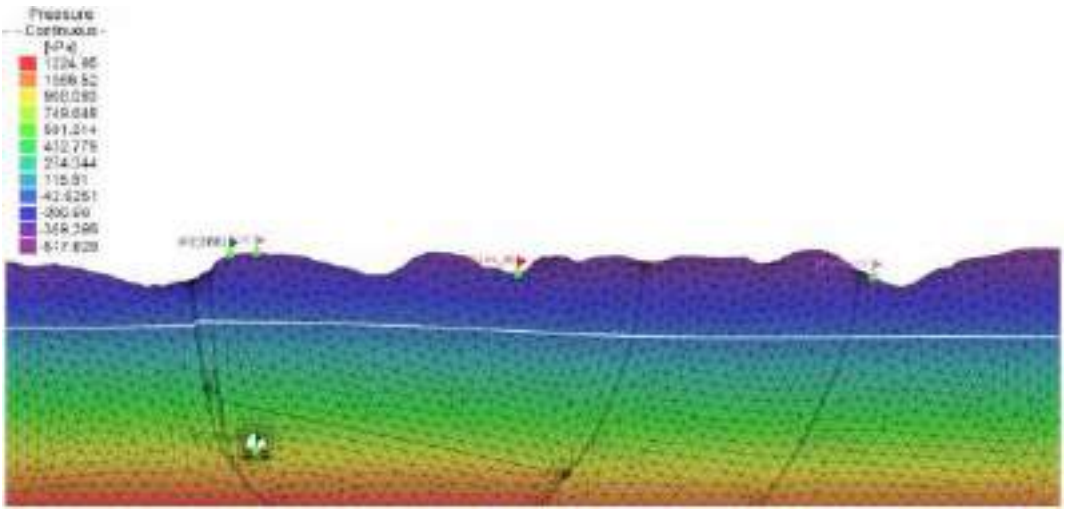
En la Figura 5-2.104 se representan los flujos a lo largo de la sección S2 a 100 días de iniciada la excavación del túnel. Se observa que el drenaje inducido por el túnel resulta influenciado por la distribución de los flujos desde la zona de falla transversal a la sección simulada (falla en dirección E-W). Tal condición es coherente en relación con lo expuesto

precedentemente para la sección S2. Al largo plazo los circuitos en roca serían drenados por el túnel hasta ubicar el nivel piezométrico en inmediación de la excavación, en caso de que no se aplicaran las medidas de manejo establecidas para la excavación del túnel.

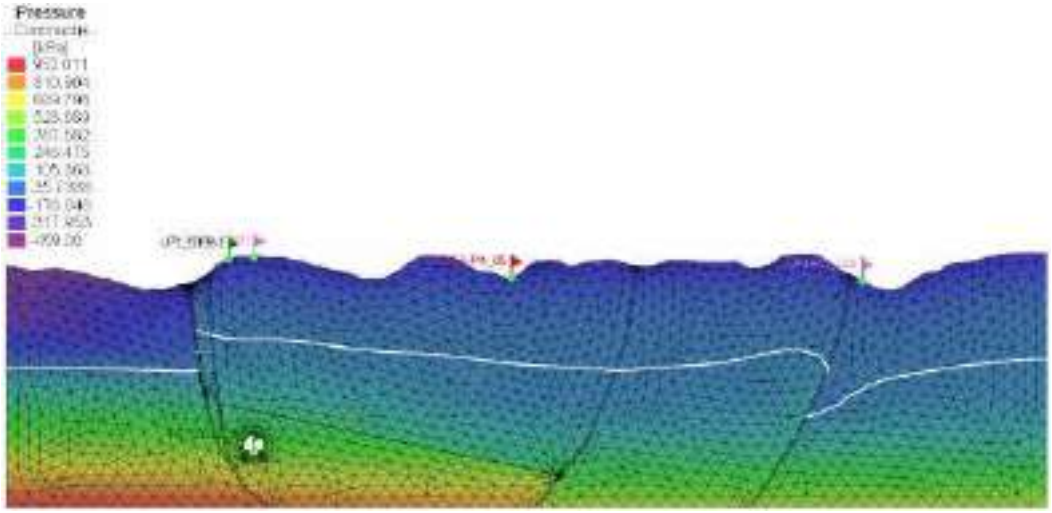
Se presenta el comportamiento del primer año para poder mostrar el efecto hidrológico de un ciclo anual y validar el comportamiento del agua en el macizo ante el efecto del fenómeno de “El Niño” según solicitud de la autoridad ambiental.

Figura 5-2.104. Simulación de los flujos en estado transitorio a lo largo de la sección S3 con presencia del túnel y medidas de manejo aplicadas

a) Considerando condiciones normales



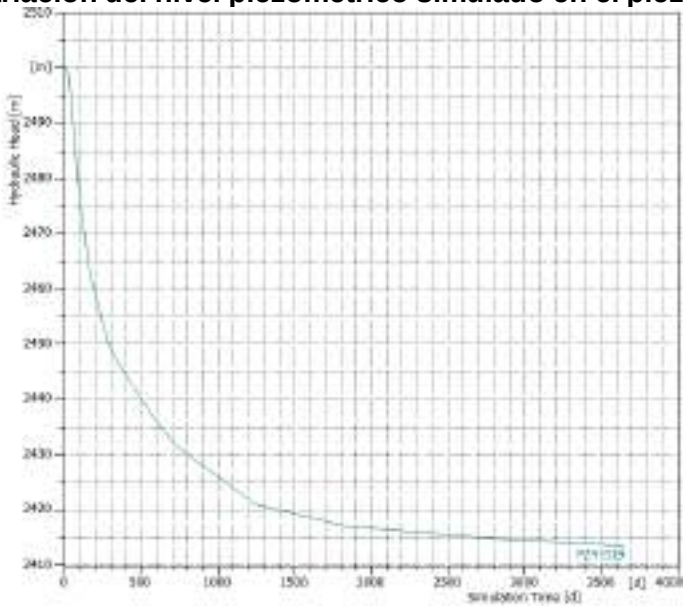
b) Considerando ocurrencia del fenómeno de “El Niño”



Fuente: Geodata, 2018

En la Figura 5-2.105 es posible valorar la variación del nivel piezométrico al interior del piezómetro Pz-06_S19, ubicado en correspondencia con el eje del túnel e interceptado por la sección S3. Al igual que en los casos precedentes, se observa como el túnel drena los circuitos en roca.

Figura 5-2.105. Variación del nivel piezométrico simulado en el piezómetro PZ06-S17.



Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.12.6 Caudal crítico

De acuerdo con la valoración realizada a través de las simulaciones numéricas y el cálculo analítico del caudal esperado a corto plazo en el túnel Pamplona se define el caudal crítico tomando en consideración la discriminación por tramos homogéneos realizada con base en el perfil geológico geotécnico del túnel. En la Tabla 5-2.64 se muestran los valores de caudal críticos establecidos.

El caudal crítico es considerado para cada sector con características geológicas e hidrogeológicas homogéneas con el objeto de tener en cuenta las condiciones de infiltración específicas que se esperan en el frente de excavación. El valor de caudal crítico se expresa por lo tanto en términos de volumen de agua drenada después de un día de excavación.

Al término de un día de excavación, el caudal total no debe ser mayor al caudal máximo diario (m3/día) definido a partir del caudal específico (l/s/10 m de túnel) para cada tramo en particular. En estos términos, el caudal real puede haber superado el umbral mínimo y cumplir con el máximo diario dependiendo del tiempo de la respuesta para el taponamiento de las discontinuidades filtrantes.

Tabla 5-2.64. Caudal crítico establecido para el túnel Pamplona.

Geología			Progresiva		Q0 crítico	
Roca		Falla	desde	hasta	Q0 max. específico l/s/10m	Q0 max. Diario m3/día/10m
			m	m		
Kic	Lodolitas/Arcillolitas		K58+745,00	K58+755,00	0	N/A
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+755,00	K58+780,00	0,6	55
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+780,00	K58+810,00	0,8	69
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+810,00	K58+850,00	1,0	83
	Lodolitas/Arcillolitas		K58+850,00	K58+880,00	0,04	4
	Lodolitas/Arcillolitas	F	K58+880,00	K58+885,00	1,0	90
Kia	Areniscas	F	K58+885,00	K58+890,00	1,6	142
	Areniscas		K58+890,00	K58+905,00	0,7	63
	Arcillolitas		K58+905,00	K58+970,00	0,3	29
	Arcillolitas		K58+970,00	K59+100,00	0,3	29
	Areniscas		K59+100,00	K59+160,00	0,9	76
	Areniscas		K59+160,00	K59+220,00	1,2	100
Kitm	Arcillolitas		K59+220,00	K59+270,00	0,6	54
	Areniscas		K59+270,00	K59+340,00	1,5	131
	Arcillolitas		K59+340,00	K59+370,00	0,7	61
	Areniscas		K59+370,00	K59+450,00	1,6	134
	Arcillolitas	F	K59+450,00	K59+480,00	0,7	60
	Arcillolitas		K59+480,00	K59+540,00	0,09	8
	Arcillolitas		K59+540,00	K59+610,00	0,6	55
	Arcillolitas	F	K59+610,00	K59+620,00	1,9	166
	Arcillolitas		K59+620,00	K59+640,00	0,08	7
	Areniscas y Calizas		K59+640,00	K59+756,00	2,2	186
	Arcillolitas		K59+756,00	K59+812,00	1,4	122
	Arcillolitas		K59+812,00	K59+862,00	1,3	115
	Arcillolitas		K59+862,00	K59+912,00	1,0	90
	Areniscas	F	K59+912,00	K59+940,00	0,6	55
Jg	Suelos residuales		K59+940,00	K60+075.36	0	N/A
Nota: N/A= No aplica por considerar que se excava por encima del nivel freático						

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.12.7 Consideraciones finales

A continuación, se relacionan los principales elementos que fueron considerados en la construcción del modelo numérico realizado siguiendo el enfoque 2D vertical.

- **Principales características del acuífero en roca**

Consiste principalmente de rocas de origen sedimentario que forman una alternancia más o menos densa de niveles de composición arenosa y arcillosa e intermedias. Con algunas intercalaciones de horizontes conglomerados con grado de cementación variable y niveles

de rocas carbonatadas potencialmente susceptibles de disolución química, especialmente a lo largo de los sectores fracturados; desde un punto de vista del comportamiento hidrodinámico, estos horizontes se han comparado con los niveles arenosos, que son más permeables.

Por lo tanto, se han distinguido 2 subunidades hidrogeológicas principales que presentan una variabilidad interna de la permeabilidad y que se ilustran en la Tabla 5-2.37. Estas distinciones se realizaron no sólo en función de la formación geológica a la que pertenecen sino más bien en relación con la litología, su composición granulométrica, su reología y, obviamente, con base en los datos de permeabilidad disponibles.

La permeabilidad obtenida a través de pruebas in situ realizadas en perforaciones mecánicas evidencian una permeabilidad media comprendida entre 1E-6 m/s para los litotipos arenosos y de 1E-7 para aquellos más arcillosos. Estos valores son analizados y en la Tabla 5-2.36 se entrega una propuesta estadística de todos los datos obtenidos a través de las pruebas de permeabilidad realizadas en el substrato rocoso, en los sondeos ejecutados a lo largo de la traza del túnel.

De este análisis se evidencia que el macizo rocoso en el cual será excavado el túnel se caracteriza por presentar una permeabilidad media de acuerdo con la clasificación de la norma AFTES; lo cual se puede deducir también al observar las muestras obtenidas en los sondeos que en algunos casos muestran un grado de fracturación importante aún en aquellos sectores donde el túnel presenta la mayor cobertura (aprox. 220 m).

El hecho que la permeabilidad del macizo sea relativamente importante se evidencia también por el comportamiento de la superficie piezométrica medida en los piezómetros instalados a lo largo de la traza; la cual se presenta generalmente a profundidad significativa y se conecta sólo localmente con los acuíferos superficiales. La posición de la superficie piezométrica por encima de la cota del túnel se ilustra en la Figura 5-2.68.

Se trata de una superficie piezométrica que drena en el fondo del valle del río Pamplonita y de recarga generalmente reducida, tal como lo evidencia el estudio de valoración de la recarga presentado en el capítulo 5.1.8.12.3.

Desde un punto de vista hidroquímico, el agua muestreada en los sondeos presenta una conductividad eléctrica que varía entre 94 y 712 microS/cm indicando una baja mineralización. Se trata por lo tanto de agua conexa con circuitos poco profundos y rápidos, con un tiempo de residencia breve y poca interacción con la matriz sólida del acuífero en roca.

El modelo geológico de referencia pone en evidencia la presencia de zonas de fallas con persistencia regional; el sistema principal que cumple un rol preponderante en inmediaciones al túnel corresponde con la falla subvertical de rumbo dominante E-W paralela al trazado del túnel. Tal sistema pareciera tener un rol hidrogeológico importante; distribuyendo los flujos en profundidad constituyendo una barrera a los flujos transversales (formación de gauge arcilloso en correspondencia con el núcleo de la falla) pero facilitando la saturación y los flujos paralelos a su rumbo (zona de fracturación). Tal condición es

puesta en evidencia por la investigación geoeléctrica y el marco estructural en el cual será excavado el túnel Pamplona (Ver Figura 5-2.44).

- **Principales características de los acuíferos superficiales**

Los datos disponibles indican que los puntos de agua inventariados son en la mayoría de los casos de tipo perenne y que algunos de ellos tienen una importancia estratégica garantizando el aprovisionamiento de agua para un número considerable de usuarios. En particular, los puntos de agua UF1-PA02, UF1-PA04, UF1-PA05 y UF1-PA07 tienen mayor relevancia en este sentido.

Los datos hidrodinámicos de los puntos de agua inventariados, muestreados y analizados indican que los circuitos que los alimentan son principalmente de tipo subsuperficial, rápidos y limitados.

Aparentemente, el retículo hidrográfico menor por encima del túnel se encuentra poco desarrollado y se activa especialmente durante precipitaciones importantes. Los puntos de agua, al parecer tienen mayor permanencia, aunque el caudal sea generalmente bajo (Q<1 l/s) salvo un par de excepciones que presentan caudales mayores a 1 l/s.

La correlación entre conductividad eléctrica y mineralización del agua en términos de TDS (Total Dissolved Solids) indican que el agua muestreada se clasifica como agua poco mineralizada (TDS≤50 mg/l) y mineral (50<TDS≤500 mg/l); el valor máximo es de 378 mg/l. La medida de actividad redox indica un ambiente oxidante (Eh>0 mV).

La subsistencia de los acuíferos superficiales generalmente no conexos con el nivel piezométrico en roca, pero suficientemente desarrollados para garantizar la permanencia del punto de agua; sugieren que estos se encuentran limitados en la base por horizontes de baja permeabilidad que en las condiciones de equilibrio hidráulico actual les dan la característica de acuífero colgado.

Los niveles de baja permeabilidad que constituyen el lecho de los acuíferos colgados están constituidos por los horizontes de alteración del substrato rocoso que forma un material arcillo-limoso continuo, pero de potencia limitada; los valores de permeabilidad obtenidos de las pruebas Lefranc ejecutadas en el sondeo S21 en correspondencia con el horizonte de suelo residual evidencian un valor medio de 2E-8 m/s;

Los acuíferos superficiales se encuentran por su parte constituidos por espesores considerables de material aluvio-coluvial de permeabilidad muy variable (entre 1E-8 m/s y 1E-6 m/s). La alimentación de estos acuíferos proviene en su mayor parte de la precipitación.

Los acuíferos superficiales donde se alojan los flujos que alimentan los puntos de agua han sido representados en el modelo numérico adoptado y la simulación en régimen estacionario ha sido calibrada además del nivel piezométrico del acuífero en roca, considerando también la presencia de los puntos de agua en superficie.

5.1.8.13 Red de Monitoreo

Se propone a continuación una red de monitoreo representativa de la calidad y cantidad de agua superficial, subsuperficial y subterránea presente a lo largo de la Unidad Funcional 1 (UF1). Entre los puntos de agua censados, se ha identificado una serie representativa del contexto hidrológico e hidrogeológico, que se sugiere controlar en el tiempo para monitorear las variaciones de caudal del agua superficial, subsuperficial y subterránea, así como la evolución de sus parámetros fisicoquímicos in situ (conductividad eléctrica, temperatura, pH) y de calidad.

La Red de Monitoreo se convierte en una Línea Base, que aportará información para el conocimiento, la evaluación y el control de la situación hidrogeológica del área de estudio.

Se propone dar inicio a este monitoreo antes del comienzo de las excavaciones de las obras, continuarlo durante su fase constructiva y como mínimo durante un año después de terminada la construcción de la UF1.

5.1.8.13.1 Criterios de Selección de Puntos para la Red de Monitoreo

- **Criterios Generales:**

La selección de los puntos de la red de monitoreo se basa en criterios específicos del proyecto, en los resultados del presente estudio hidrogeológico y en concordancia con algunas recomendaciones generales establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (1994). Cada criterio corresponde a la valoración de cada una de las variables que se requieren a continuación.

i. Determinar la profundidad del nivel freático.
ii. Determinar la dirección del flujo del agua subsuperficial y subterránea.
iii. Medición de los caudales de los principales cursos de agua superficial en términos de afectación del caudal por la presencia de la obra.
iv. Determinar la relación con cuerpos mineralizados de aguas subterráneas.
v. Calibrar modelos de cuencas hidrogeológicas.
vi. Prever los niveles de agua y la composición química en base a diversos planes de gestión del acuífero.
vii. Supervisar la explotación del agua y la recarga superficial.

Las observaciones, mediciones, y otras actividades se planean de acuerdo con los objetivos y propósitos para los que está diseñada la red. Las mediciones del nivel y/o cantidad (caudal) de agua son uno de los varios parámetros requeridos para desarrollar modelos predictivos de sistemas de aguas subsuperficiales y subterráneas. En términos generales se tienen en cuenta dos tipos de monitoreo.

i. Monitoreo de la cantidad del recurso hídrico (A): monitoreo de los puntos de agua censados en la UF1 (naturales y antrópicos).
ii. Monitoreo de la calidad del recurso hídrico (B): Monitoreo de puntos de agua en general con el objeto de evidenciar su calidad antes, durante y después de

construidas las obras. En este tipo de monitoreo se incluyen los puntos de agua subsuperficial y subterránea descritos en el capítulo 5.1.8.8.4.

- **Criterios Particulares para la Vía Cúcuta-Pamplona (UF1):**

La selección de los puntos de agua subsuperficial y de agua subterránea para el monitoreo, y frecuencia de medición, obedece a los siguientes criterios particulares del proyecto:

i. Puntos de agua Nivel 2 y 3 de acuerdo con el criterio de valoración del potencial de afectación de los puntos de agua por la presencia de la nueva vía a cielo abierto.
ii. Usos que los habitantes le dan a los puntos de agua.
iii. Permanencia del punto de agua.
iv. Puntos de agua con mayores caudales.
v. Distancia del punto de agua a la obra en proyecto (se han privilegiado los puntos más cercanos a los ejes del nuevo trazado vial).
vi. Distribución homogénea de los puntos de agua en los litotipos más representativos.
vii. Cierres de cuencas y/o microcuencas para los puntos sobre cursos de aguas superficiales (AS).

La selección de los puntos sobre cursos de aguas superficiales obedece básicamente a un solo criterio:

i. Todos aquellos cursos de aguas que son interceptados por el nuevo trazado vial. Los puntos de control se ubican aguas abajo del flujo superficial que se prevé será interceptado por el nuevo trazado vial.

5.1.8.13.2 Puntos de agua seleccionados para integrar la red de monitoreo propuesta

Tomando en cuenta los criterios y consideraciones mencionados anteriormente, se ha definido una red de monitoreo constituida inicialmente por 42 puntos de agua, mostrados en la Tabla 5-2.66 y Tabla 5-2.67 y Tabla 5-2.68, representada por 27 puntos de agua (PA), 8 piezómetros y 7 puntos sobre cursos de aguas superficiales (AS).

Los puntos inicialmente identificados para la red de monitoreo pueden aumentar o disminuir dependiendo del comportamiento evidenciado durante las mediciones realizadas coherentemente con el comportamiento estacional o no de los puntos seleccionados.

- **Tipo de puntos y tipo de mediciones (monitoreo tipo A):**

A continuación, se describen los tipos de puntos y de mediciones que deben llevarse a cabo en los puntos de agua seleccionados por el monitoreo de tipo A (Tabla 5-2.65).

Debido a que en el inventario realizado en la zona de influencia de la UF1 no se encontraron pozos ni aljibes, el monitoreo se plantea solamente en puntos de aguas subsuperficial y subterránea, incluyendo piezómetros y en puntos ubicados sobre cursos de aguas superficiales.

Tabla 5-2.65 Tipo de punto de control y mediciones relacionadas con el monitoreo tipo A de los puntos de agua seleccionados

Medición	Pozo/aljibe	Piezómetro	Curso de agua	Manantial	Flujo subsuperficial	Resurgencia
Caudal			X	X	X	X
Nivel de agua	X	X				
Parámetros Fisicoquímicos	X	X	X	X	X	X

Fuente: Geodata, 2018

Por otro lado, los tipos de mediciones a realizar en los puntos de control identificados en la Tabla 5-2.65 para monitoreo Tipo A, son las siguientes:

i. ***Caudal***: se debe medir en los puntos de agua y cursos de agua superficial, con el fin de controlar las oscilaciones estacionales y correlacionar las eventuales disminuciones con las actividades constructivas del proyecto.
ii. ***Nivel de la napa (eventual***): se mide en los piezómetros con el fin de controlar las oscilaciones estacionales del nivel piezométrico y correlacionar las eventuales disminuciones especialmente en correspondencia con los cortes o taludes más altos del proyecto.
iii. ***Parámetros fisicoquímicos:*** Se tomarán medidas de control en todos los puntos de monitoreo relacionadas con la conductividad eléctrica del agua, la temperatura y el pH.

Tabla 5-2.66 Puntos de agua subsuperficial y subterránea que integran la red de monitoreo.

Punto de Agua	Tipo de Punto	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Obra más cercana	Distancia Horizontal al eje/perímetro	Abscisa Perímetro (Referencia)	Caudal (l/s)	Nivel de Afectación	Tipo de Monitoreo	
(ID PA)	ID	E	N	ELEV				abr-ago-18		A	B
UF1-PA01	Interflujo	1157726	1308915	2381	ZODME 136	48	Perímetro	0,284	2	OK	
UF1-PA02	Manantial	1158098	1308642	2420	Túnel Pamplona	419	K59+880	0,352	2	OK	OK
UF1-PA03	Manantial	1158038	1308669	2409	Túnel Pamplona	383	K59+880	0,212	2	OK	
UF1-PA04	Manantial	1158043	1308721	2421	Túnel Pamplona	332	K59+880	1,100	2	OK	
UF1-PA05	Interflujo	1158208	1308883	2442	Túnel Pamplona	218	K59+760	0,177	2	OK	OK
UF1-PA06	Manantial	1157761	1309240	2482	Túnel Pamplona	194	K60+060	0,040	2	OK	
UF1-PA07	Manantial	1158323	1309304	2568	Túnel Pamplona	108	K59+480	0,449	2	OK	OK
UF1-PA08	Interflujo	1158483	1309452	2536	Túnel Pamplona	177	K59+280	0,544	1	OK	
UF1-PA09	Resurgencia	1158987	1309630	2337	Túnel Pamplona	168	K58+780	2,116	1	OK	OK
UF1-PA10	Interflujo	1158862	1309767	2372	Túnel Pamplona	323	K58+880	0,360	1	OK	OK
UF1-PA12	Resurgencia	1159652	1308983	2257	Vía a cielo abierto	3	K57+422	0,113	3	OK	
UF1-PA13	Resurgencia	1159760	1308981	2238	Vía a cielo abierto	73	K57+354	0,053	1	OK	OK
UF1-PA14	Interflujo	1159716	1308814	2265	Vía a cielo abierto	27	K57+222	0,035	1	OK	
UF1-PA17	Resurgencia	1159404	1308450	2317	Vía a cielo abierto	262	K56+924	0,438	1		OK
UF1-PA18	Interflujo	1159478	1308071	2270	Vía a cielo abierto	171	K56+172	0,158	1		OK
UF1-PA19	Interflujo	1159096	1309390	2401	Túnel	108	K58+780	0,268	2	OK	
UF1-PA20	Interflujo	1159042	1309370	2409	Túnel	98	K58+780	0,088	2	OK	

Punto de Agua	Tipo de Punto	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Obra más cercana	Distancia Horizontal al eje/perímetro	Abscisa Perímetro (Referencia)	Caudal (l/s)	Nivel de Afectación	Tipo de Monitoreo	
(ID PA)	ID	E	N	ELEV				abr-ago-18		A	B
UF1-PA21	Resurgencia	1159616	1308603	2250	Vía a cielo abierto	24	K56+982	0,265	1	OK	
UF1-PA22	Interflujo	1159379	1309509	2306	Vía a cielo abierto	43	K58+416	0,077	2	OK	
UF1-PA23	Interflujo	1159561	1309195	2312	Vía a cielo abierto	65	K57+620	0,219	1	OK	
UF1-PA24	Resurgencia	1159722	1309169	2225	Vía a cielo abierto	79	K57+711	0,903	1	OK	
UF1-PA25	Interflujo	1156797	1308859	2463	ZODME VER 144	≈100	Perímetro	0,624	1	OK	
UF1-PA30	Resurgencia	1156958	1308931	2421	ZODME VER 144	2	Perímetro	0,010	2	OK	
UF1-PA31	Interflujo	1156575	1309824	2432	ZODME VER 148	1	Perímetro	0,000	2	OK	
UF1-PA32	Resurgencia	1155968	1311082	2231	ZODME VER 149	0	Perímetro	0,008	3	OK	
UF1-PA33	Resurgencia	1155961	1311102	2228	ZODMEVER 156	0	Perímetro	0,007	3	OK	
UF1-PA34	Interflujo	1160146	1312162	2094	ZODMEVER 118	77	Perímetro	0,050	1	OK	

Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.67 Piezómetros que integran la red de monitoreo del túnel Pamplona.

ID FINAL	Profundidad perforación (m)	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Fecha	Nivel piezométrico (m)	Tipo de Monitoreo
		E	N	ELEV			A
UF1_PZ01_S14A	40	1159053	1309433	2383	feb-18	Seco	OK
					jun-18	obstruido	
UF1_PZ02_S15A	55	1158920	1309452	2414	may-18	13	OK
					jun-18	15	
UF1_PZ03_S15	23	1159040	1309470	2373	may-18	13	OK
					jun-18	14	
UF1_PZ04_S16	165	1158785	1309386	2522	abr-18	138	OK
					jun-18	88	
UF1_PZ05_S17	224	1158461	1309243	2600	abr-18	77	OK
					jun-18	96	

ID FINAL	Profundidad perforación (m)	Coordenadas origen Magna Sirgas Bogotá			Fecha	Nivel piezométrico (m)	Tipo de Monitoreo
		E	N	ELEV			A
UF1_PZ06_S19	115	1158060	1309065	2510	mar-18	50	OK
					may-18	54	
					jun-18	86	
UF1_PZ07_S21A	65	1157810	1309105	2443	jun-18	Seco	OK
					jul-18	Seco	
UF1_PZ08_S21	30	1157826	1309057	2429	jun-18	Seco	OK

Fuente: Geodata, 2018

Tabla 5-2.68 Puntos de agua representados por puntos en cursos de aguas superficiales que integran la red de monitoreo de UF1.

ID GDB	ID Punto	Vereda	Municipio	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente de agua	Abscisa de referencia	Ubicación Obra	Distancia horizontal al eje de la nueva vía	Este	Norte	Cota m.s.n.m	Monitoreo	
												Tipo A	Tipo B
1	AS_1	Alcaparral	Pamplona	P1-UF1	NN-25	56+200	Vía a cielo abierto.	23,53	1159655	1307925	2162	OK	OK
2	AS_2	Alcaparral	Pamplona	P2-UF1	NN-25-1	56+320		6,87	1159707	1308029	2204	OK	OK
3	AS_3	Alcaparral	Pamplona	P3-UF1	NN-27	56+840		42,95	1159730	1308487	2204	OK	OK
4	AS_4	Alcaparral	Pamplona	P4-UF1	NN-27-1	56+980		76,56	1159717	1308589	2338	OK	OK
6	AS_5	El Naranjo	Pamplona	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	53+340		38,74	1160759	1309843	1985	OK	OK
7	AS_6	El Naranjo	Pamplona	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	53+140	-	3,78	1160912	1309972	1978	OK	OK
95	AS_7	Alcaparral	Pamplona	P95-Vertimiento UF2	Rio Pamplonita	56+120	Vía a cielo abierto	77,18	1159722	1307873	2152	OK	OK

Fuente: Geodata, 2018

- **Tipo de puntos y tipo de mediciones (monitoreo tipo B):**

El monitoreo tipo B se hace en afloramientos y en cursos de aguas superficiales. Los parámetros seleccionados, de hidrogeoquímico y bacteriológicos, corresponden con los indicados en la Tabla de resolución 751 de marzo del 2017, emitida por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, los cuales se presentan en la Tabla 5-2.69.

Tabla 5-2.69 Parámetros del monitoreo tipo B según las especificaciones de la Tabla 5 de la Resolución N. 0751 del 2015.

Caracterización	Componente Agua
Física	Temperatura (ºC).
	Sólidos suspendidos totales (mg/L), disueltos totales (mg/L), sedimentables (ml/L-h).
	Conductividad eléctrica (uS/cm).
	Potencial de Hidrógeno - pH (unidades de pH).
	Turbiedad (UNn.
Química	Oxígeno disuelto (0D) (mo/L 0_2).
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L 0_2).
	Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días ($DB0_5$) 'mg/L 0_2).
	Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK).
	Fósforo Total (mg/L P).
	Grasas y aceites (mg/L).
	Alcalinidad Total (mg/L $CaC0_3$) y Acidez Total (mg/L $CaC0_3$).
	Dureza Cálcica (mg/L $CaC0_3$) y Dureza Total (mg/L $CaC0_3$).
	Fenoles Totales (mg/L).
	Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Zinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio) (mg/L). *
Biológica	Coliformes totales (NMP/100 ml).
	Coliformes fecales (NMP/100 ml).

Fuente: Tabla 5 Resolución N. 0751 del 2015

Los análisis de calidad de agua deben realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, o la entidad responsable de su acreditación, tanto para la toma de muestras como para el análisis de los parámetros indicados en la Tabla 5-2.69.

5.1.8.13.3 Frecuencia de las mediciones

El monitoreo debería hacerse en el mismo periodo de tiempo para todos los puntos de agua seleccionados, con frecuencia variable de acuerdo con los parámetros a medir:

i. Con frecuencia mensual hasta trimestral para la medición del caudal y parámetros fisicoquímicos en puntos de agua subsuperficial y subterránea, cursos de aguas superficiales y eventualmente en piezómetros (monitoreo tipo A). Para este último en el caso corresponde la medición del nivel piezométrico/freático con la misma frecuencia indicada.
ii. Una medición antes del inicio de las obras, durante construcción y después de terminadas las obras para el análisis químico en los puntos de agua seleccionados (monitoreo tipo B). Se debe procurar incluir los dos periodos climáticos más frecuentes de la región.

En la Tabla 5-2.70 se indica para cada punto su relativa frecuencia de medición antes, durante y después de la construcción de la obra. Se aclara que el cronograma del monitoreo previsto está estrechamente ligado al cronograma de construcción de la obra, por lo que el mismo puede ser adaptado o modificado de acuerdo con los cambios que se introduzcan al programa de construcción.

Tabla 5-2.70 Frecuencia de medición red de monitoreo UF1

IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS A MONITOREAR				Obra más Próxima	Nivel afectación	Usuarios	ANTES DE CONSTRUCCIÓN (1 año, 6 meses o menos)		DURANTE CONSTRUCCIÓN (Tiempo total construcción UF1)		OPERACIÓN 1 AÑO	
CÓDIGO	TIPO DE PUNTO	E	N	(---)	(---)	(---)	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B
UF1-PA01	Interflujo	1157726	1308915	ZODME 136	2	No	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA02	Manantial	1158098	1308642	Túnel Pamplona	2	Si	Mensual	Una vez	Mensual	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA03	Manantial	1158038	1308669	Túnel Pamplona	2	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA04	Manantial	1158043	1308721	Túnel Pamplona	2	Si	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA05	Interflujo	1158208	1308883	Túnel Pamplona	2	Si	Mensual	Una vez	Mensual	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA06	Manantial	1157761	1309240	Túnel Pamplona	2	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA07	Manantial	1158323	1309304	Túnel Pamplona	2	Si	Mensual	Una vez	Mensual	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA08	Interflujo	1158483	1309452	Túnel Pamplona	1	Si	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA09	Resurgencia	1158987	1309630	Túnel Pamplona	1	Si	Mensual	Una vez	Mensual	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA10	Interflujo	1158862	1309767	Túnel Pamplona	1	Si	Mensual	Una vez	Mensual	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA12	Resurgencia	1159652	1308983	Vía a cielo abierto	3	Si	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA13	Resurgencia	1159760	1308981	Vía a cielo abierto	1	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA14	Interflujo	1159699	1308813	Vía a cielo abierto	1	Si	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA17	Resurgencia	1159404	1308450	Vía a cielo abierto	1	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA18	Interflujo	1159478	1308071	Vía a cielo abierto	1	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
UF1-PA19	Interflujo	1159096	1309390	Túnel	2	Si	Mensual		Mensual		Semestral	

IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS A MONITOREAR				Obra más Próxima	Nivel afectación	Usuarios	ANTES DE CONSTRUCCIÓN (1 año, 6 meses o menos)		DURANTE CONSTRUCCIÓN (Tiempo total construcción UF1)		OPERACIÓN 1 AÑO	
CÓDIGO	TIPO DE PUNTO	E	N	(---)	(---)	(---)	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B
UF1-PA20	Interflujo	1159042	1309370	Túnel	2	Si	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA21	Resurgencia	1159616	1308603	Vía a cielo abierto	1	No	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA22	Interflujo	1159379	1309509	Vía a cielo abierto	2	S/I	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA23	Interflujo	1159561	1309195	Vía a cielo abierto	1	S/I	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA24	Resurgencia	1159722	1309169	Vía a cielo abierto	1	Si	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA25	Interflujo	1156797	1308859	ZODME VER 144	1	Si	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1-PA30	Resurgencia	1156958	1308931	ZODME VER 144	2	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA31	Interflujo	1156575	1309824	ZODME VER 148	2	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA32	Resurgencia	1155968	1311082	ZODME VER 149	3	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA33	Resurgencia	1155961	1311102	ZODMEVER 156	3	No	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1-PA34	Interflujo	1160146	1312162	ZODMEVER 118	1	No	Trimestral		Trimestral		Semestral	
UF1_PZ01	Piezómetro	1159053	1309433	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ02	Piezómetro	1158920	1309452	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ03	Piezómetro	1159040	1309470	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ04	Piezómetro	1158785	1309386	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ05	Piezómetro	1158461	1309243	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	

IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS A MONITOREAR				Obra más Próxima	Nivel afectación	Usuarios	ANTES DE CONSTRUCCIÓN (1 año, 6 meses o menos)		DURANTE CONSTRUCCIÓN (Tiempo total construcción UF1)		OPERACIÓN 1 AÑO	
CÓDIGO	TIPO DE PUNTO	E	N	(---)	(---)	(---)	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B	Monitoreo Tipo A	Monitoreo Tipo B
UF1_PZ06	Piezómetro	1158060	1309065	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ07	Piezómetro	1157810	1309105	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
UF1_PZ08	Piezómetro	1157826	1309057	Túnel Pamplona	N/A	N/A	Mensual		Mensual		Semestral	
AS_1	Curso agua superficial	1159655	1307925	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_2	Curso agua superficial	1159707	1308029	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_3	Curso agua superficial	1159730	1308487	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_4	Curso agua superficial	1159717	1308589	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_5	Curso agua superficial	1160759	1309843	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_6	Curso agua superficial	1160912	1309972	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez
AS_7	Curso agua superficial	1159722	1307873	N/A	N/A	Si	Trimestral	Una vez	Trimestral	Una vez	Semestral	Una vez

Notas:
Monitoreo tipo A (Caudal, parámetros físico-químicos "in situ" y/o nivel piezométrico). Se debe hacer en el período de tiempo que anteceda el inicio de la obra. Lo ideal es que este período fuera un ciclo climático de un año, pero depende de las condiciones propias del proyecto.
Monitoreo tipo B (Una medición antes, durante y después de terminadas las obras en la UF1, según indicaciones dadas en la Tabla 5 de la resolución 0751 del 2015 del MADS)

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.14 Conclusiones

5.1.8.14.1 Resultado del inventario de puntos de agua

El inventario de puntos de agua realizado en noviembre-diciembre del 2017 con sus respectivas campañas complementarias realizadas durante los meses de abril a agosto del 2018, arrojó los siguientes resultados:

- Fueron identificados un total de 44 puntos de agua naturales en la zona de influencia de la UF1. Los cuales aportan un caudal total de 11,07 l/s (abr/ago_2018).
- Se identificaron 8 puntos de agua antrópicos correspondientes a piezómetros, todos ellos ubicados a lo largo de la traza del túnel pamplona.
- Los puntos de agua naturales inventariados se caracterizan por presentar caudales individuales bajos a muy bajos, todos ellos inferiores a 0,67 l/s. Con excepción de tres puntos que presentan caudales mayores (UF1-P04=1.1l/s, UF1-P09l/s, UF1-P24=0.90l/s).

Los bajos caudales son indicativos de una circulación poco profunda, presente generalmente en los depósitos cuaternarios y en las zonas alteradas y fracturadas del macizo rocoso.

Este hecho es corroborado por los valores de conductividad hidráulica (CE) y bajas concentraciones de sólidos totales disueltos encontrados en la mayoría de los puntos de agua censados, lo cual es un indicativo adicional de la estrecha correlación entre los puntos con la recarga directa del agua de lluvia debido a la poca residencia del agua al interior de los acuíferos.

5.1.8.14.2 Resultado de los análisis hidrogeoquímicos

El agua analizada se clasifica como poco mineralizada u oligomineral, típica de circuitos de flujo rápido, donde el tiempo de residencia del agua en el acuífero es breve, no suficiente para alcanzar el equilibrio de saturación con los minerales que componen la matriz del acuífero, como evidenciado con los índices de saturación menores a 1.

Los resultados de los análisis químicos evidencian que la circulación del agua en el subsuelo se encuentra esencialmente al interior de los depósitos coluviales y substrato rocoso más meteorizado desarrollados a lo largo de las laderas, así como a través de las fracturas que interceptan los macizos rocosos que conforman la Formación Aguardiente, Formación Tibú- Mercedes, Formación Capachos y Formación Girón, permitiendo la mezcla de diferentes flujos entre acuíferos (flujos subsuperficiales y mixtos), con una mayor incidencia de los flujos subsuperficiales alojados principalmente en los depósitos cuaternarios.

5.1.8.14.3 Modelo hidrogeológico conceptual (Túnel y vía a cielo abierto)

Los principales elementos hidrográficos de la zona de influencia de la UF1, lo constituye la Quebrada San Antonio y el Río Pamplonita. Este último representa un límite hidrogeológico

caracterizado morfológicamente por un típico valle intramontano, cuyas laderas actúan como zonas de descarga, hacia las cuales confluye la mayor parte del flujo subsuperficial y subterráneo presente en la zona de estudio.

La principal área de recarga se ubica en la parte alta de la montaña conocida como Cristo Rey; sector donde se emplaza el túnel Pamplona. Esta zona se encuentra bisectada por una falla geológica regional que corre en dirección dominante E-W y constituye el elemento estructural más importante desde el punto de vista hidrogeológico de la zona de estudio, dado que no solamente facilita la infiltración por la depresión intramontana creada, sino que además condiciona los flujos principales en la misma dirección. Este elemento estructural a la vez que controla los flujos subsuperficiales y subterráneos en dirección paralela a su rumbo, al parecer actúa como barrera hidrogeológica en dirección transversa (N-S).

La zona de la montaña Cristo Rey actúa como un área de recarga que alimenta gran parte de los flujos presentes en las laderas ubicadas en la UF1. En este sector nace la quebrada San Antonio.

En la mayor parte de la zona de influencia de la UF1 existe lo que podría llamarse un “acuífero superficial”, fracturado, discontinuo y heterogéneo de limitado interés hidrogeológico; el cual contiene una napa libre y está constituido por depósitos cuaternarios y de alteración del macizo rocoso. Infrayaciendo éste acuífero superficial se encuentran presentes formaciones geológicas de diferentes edades y composición que por sus características intrínsecas se les ha atribuido diferentes comportamientos hidrogeológicos en función de su capacidad para almacenar y trasmitir agua subterránea. En este sentido, la zona de estudio se caracteriza por presentar unidades hidrogeológicas con limitado a ningún interés hidrogeológico.

5.1.8.14.4 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos presentes en la UF1

De los cinco (5) rangos de vulnerabilidad que contempla el método GOD, aplicado en la valoración realizada, resultan cuatro (4) escenarios probables:

- **Vulnerabilidad Muy baja** (0,0-0,1): Vulnerabilidad Muy Baja: Abarca el 30.68% de la zona y en general son zonas con rocas de baja permeabilidad y pendientes moderadas y altas que impiden una rápida absorción de contaminantes.
- **Vulnerabilidad baja** (0,1-0,3): 64.09% de la zona presenta esta vulnerabilidad y se halla en zonas con pendiente moderadas, terrenos con permeabilidad baja y un nivel freático profundo o moderado por encima de los 40m.
- **Vulnerabilidad Moderada** (0,3-0,5): EL 5.21% de toda la zona se halla con una vulnerabilidad alta, en general corresponde a las zonas menor pendiente además de terrenos con mayor permeabilidad y un nivel freático por encima de los 10 m.
- **Vulnerabilidad Alta** (0,5 -0,7): Esta área corresponde al 0,001 de toda la zona, es un área de solo 92.7m^2 que intercepta un nivel freático por encima de los 10m, una zona de depósitos con una pendiente suave.

5.1.8.14.5 Riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas.

Una vez analizado el riesgo se encontró que concordantemente con el análisis de vulnerabilidad, la mayor cantidad de la zona presenta una vulnerabilidad muy baja (96.70%) y baja (3.30%) esto se debe especialmente a la presencia de pendientes moderadas y fuertes en la zona.

5.1.8.14.6 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua relacionados con la vía a cielo abierto y ZODMEs.

Una vez aplicados los criterios para definir el potencial de afectación de los puntos de agua por la presencia de las obras que integran la UF1, se tiene que:

- 26 de los 33 puntos de agua censados resultan con un nivel de afectación igual a 1. Lo que indica que la posibilidad de resultar afectados es muy baja a imperceptible.
- 4 de los 33 puntos de agua censados resultan con un nivel de afectación igual a 2. Lo que indica que la posibilidad de resultar afectados es baja a media.
- 3 de los 33 puntos de agua censados resultan con un nivel de afectación igual a 3. Lo que indica que la posibilidad de resultar afectados es alta a muy alta. Corresponde con puntos de agua ubicados dentro del polígono de intervención de la obra proyectada, uno en el polígono de la vía y dos dentro del polígono de ZODMEs.

5.1.8.14.7 Valoración del potencial de afectación de los puntos de agua relacionados con el túnel Pamplona aplicando la metodología DHI.

Fueron valoradas mediante la metodología DHI (Draward Hazards Index) las probabilidades de impacto de la excavación del túnel Pamplona sobre los puntos de agua presentes en superficie e identificados mediante los inventarios realizados. La valoración se hizo considerando el túnel como un elemento drenante, es decir, sin tratamiento de inyección del macizo rocoso. El resultado se resume a continuación:

- 4 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 1, es decir, en ellos no se prevé afectación o ésta es despreciable desde el punto de vista probabilístico. Estos puntos representan el 33% del total de puntos relacionados con los túneles del corredor vial.
- 8 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 2, es decir, en ellos se prevé una probabilidad de afectación baja. Estos puntos representan el 67% del total.
- 0 puntos de agua resultan con un índice DHI igual a 3, es decir, en ningún punto de agua se prevé una probabilidad de afectación alta.

5.1.8.14.8 Medidas de mitigación y compensación.

Fueron definidas medidas específicas de mitigación y/o compensación para los puntos de agua, las cuales se encuentran desarrolladas en las correspondientes fichas de manejo compiladas en el capítulo correspondiente dentro del presente EIA.

5.1.8.14.9 Cálculo del caudal esperado en el túnel Pamplona

La previsión del caudal esperado a corto plazo en el túnel pamplona fue realizada aplicando un enfoque analítico a la sectorización hidrogeológica prevista en el modelo geológico, geomecánico e hidrogeológico de referencia (Anexo 5.1.3.8). Estos valores fueron corroborados a través de las simulaciones numéricas realizadas en el túnel.

Para las condiciones de hidráulicas previstas los caudales específicos esperados a corto plazo indica valores que oscilan entre 0.05 y 2.0 l/s/10m, estos valores pueden llegar a incrementarse en varios órdenes de magnitud si durante la construcción del túnel se interceptan discontinuidades más permeables a las previstas en el estudio.

Al largo plazo, el caudal drenado en el túnel varía en el tiempo hasta estabilizarse después de 10 años, en particular resultan los siguientes valores una vez aplicado al método analítico los resultados del modelo numérico:

- Después de 1 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 23 l/s (caudal total con túnel excavado).
- Después de 5 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 12 l/s (caudal total con túnel excavado).
- Después de 10 año de excavado el túnel pamplona el caudal total resulta del orden de 8 l/s (caudal total con túnel excavado).

5.1.8.14.10 Zonas potencialmente críticas hidrogeológicamente en el túnel Pamplona

Corresponde con los sectores de excavación del túnel Pamplona en los cuales, de acuerdo con el modelo geológico, geomecánico e hidrogeológico se prevé la presencia de zonas de fallas, zonas más fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad del macizo rocoso a través de las cuales se pueden conectar el túnel con la superficie. Estas zonas son las indicadas en la tabla 5-2.71.

Tabla 5-2.71 Tramos de túnel caracterizados por presentar zonas de fallas y/o zonas de mayor fracturación y/o zonas de mayor permeabilidad."

PK Inicial (m)	PK Final (m)	Longitud Tramo (m)	Cobertura (m)
K58+745,00	K58+890,00	145	<=50
K59+450,00	K59+480,00	30	>50 (210m)
K59+610,00	K59+640,00	30	>50 (201m)
K59+640,00	K59+756,00	116	>50 (176m)
K59+912,00	K59+940,00	28	<=50

Fuente: Geodata, 2018

5.1.8.14.11 Modelo numérico del flujo subsuperficial y subterráneo presente en el túnel Pamplona

Los análisis realizados a través de la modelación numérica se han llevado a cabo teniendo en cuenta una serie de modelos 2D en régimen permanente utilizando el módulo de cálculo de elementos finitos FEFLOW (versión 7.0.4) y considerando las condiciones hidrogeológicas más representativas que se prevé serán encontradas durante la excavación del túnel Pamplona.

Para todos los casos considerados, el modelo numérico muestra que la perturbación de los flujos inducidos por el túnel determina el drenaje del circuito en roca y la despresurización del sistema de equilibrio existente entre el nivel piezométrico profundo y el consecuente drenaje descendente también de los circuitos más superficiales que dada la estratificación de la permeabilidad no permanecen completamente aislados respecto a los circuitos en roca.

Por lo que la permanencia de los puntos de agua inventariados en la zona de influencia del túnel Pamplona, bajo la acción drenante de la obra subterránea, dependerá de la permeabilidad de los horizontes arcillosos y limosos que constituye el lecho confinante de los flujos subsuperficiales que los alimentan. Considerando una permeabilidad entre 1E-9 y 1E-8, los circuitos subsuperficiales son puestos en riesgo por la despresurización del acuífero en roca evidenciando una mínima dependencia entre los flujos profundos y aquellos subsuperficiales. Si se asume una permeabilidad menor, del orden de 1E-10 m/s o inferior para todo el lecho arcilloso confinante, los flujos subsuperficiales no sufrirán alteraciones por el descenso de la napa profunda, indicando una sustancial independencia de los circuitos más profundos interceptados por el túnel.

5.1.8.14.12 Red de monitoreo

Se propone una red de monitoreo representativa de la **calidad y cantidad** de agua superficial, subsuperficial, y subterránea presente a lo largo de la Unidad Funcional 1 (UF1). Con los puntos de agua seleccionados se pretende monitorear las variaciones de caudal del agua superficial, subsuperficial y subterránea, así como la evolución de sus parámetros fisicoquímicos in situ (conductividad eléctrica, temperatura, pH) y de calidad (parámetros hidrogeoquímicos).

Fueron seleccionados un total de 42 puntos representados así:

- 27 puntos de agua (PA)
- 8 piezómetros (PZ)
- 7 puntos sobre cursos de aguas superficiales (AS).

Se propone dar inicio a este monitoreo antes del comienzo de las excavaciones de las obras, continuarlo durante su fase constructiva y como mínimo durante un año después de terminada la construcción de la UF1.

5.1.8.15 Recomendaciones

Se recomienda instrumentar los siguientes piezómetros con dispositivos tipo Divers con el propósito de obtener mediciones continuas del nivel piezométrico antes, durante y después de la construcción del túnel.

- UF1-PZ02-S15A
- UF1-PZ03-S15
- UF1-PZ04-S16
- UF1-PZ05-S17
- UF1-PZ06-S19

Del mismo modo se recomienda instalar:

- Dos piezómetros nuevos en la parte alta de la naciente Cristo Rey, entre los puntos de agua UF1-PA07 y UF1-PA08, a profundidades diferentes. Se recomienda que uno de ellos alcance máximo 30 m de profundidad (ranurado desde el fondo hasta cerca de la superficie) y el otro por lo menos 90 m de profundidad (ranurado sólo en la parte inferior, aprox. 16 m).
- Tres estaciones pluviométricas en grado de medir precipitación y temperatura, para ser localizadas 1+1 en inmediaciones a cada portal y la restante en la zona alta de Cristo Rey, cerca de la bocatoma homónima.

Durante la construcción del túnel se recomienda, por cada frente de excavación, realizar un número representativo de ensayos de permeabilidad a través de las perforaciones realizadas, medir el caudal de infiltración presente y sus parámetros físico químicos in situ (conductividad, pH, temperatura, ORP) y clasificar geomecánicamente el macizo rocoso o terreno encontrado (p.e. utilizando RMR, Q). Mientras que, en superficie, se recomienda, realizar simultáneamente el monitoreo previsto en los puntos de agua y cursos de aguas superficiales que integran la red de monitoreo.

Se recomienda que todos los datos recopilados sean analizados inicialmente cada 50 m de túnel excavado; esto con el objeto de retroalimentar las previsiones realizadas en los estudios hidrogeológicos, particularmente en lo que respecta a la actualización del caudal crítico.

5.1.8.16 Referencias bibliográficas

AFTES, 1992. Recomandations for a description of rock masses useful for examining the stability of the underground works, Working group n°1 geology-geotechnical engineering, Manager M. Panet.

AFTES GT32-2 (2012). Recommandation de l'AFTES n° GT32.R2F1 - Recommandations sur la caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques, Túnels et espace souterrain, 274-314.

ALBERTS C. and Gustafson G. (1983). Undermarksbyggande i svagt berg- 4 Vattenproblem

och tätningsåtgärder, in BeFo.

ANAGNOSTOU, G. (1995). “The Influence of Tunnel Excavation on the hydraulic head”, International Journal for numerical and analytical method in geomechanics, Vol 19, 725-746.

APPELO C.A.J. & Postma D. (2006). Geochemistry, groundwater and pollution. Second edition.

BARAZZUOLI P., Costantini A., Grassi S., Lazzarotto A., Micheluccini M., Piantelli F., Salleolini M., Sandrelli F., Squarci p., Taffi L., Veronesi G., 1987. L’energia geotermica in provincia di Siena. Amministrazione provinciale di Siena.

BAUDUCCO F., De Luca D. A., Dematteis A., Masciocco L. (1992). La valutazione delle potenzialità idriche di un bacino alpino: l’esempio della Valle Varaita, II Conv. Naz. Giov. Ric. Geol. Appl., Viterbo.

BERESNEV, I.A., Hruby, C., Davis, C. (2002) “Exploration Geophysics”. Journal of Applied Geophysics, 49. 245-254.

BIANCHI, G.W., Perello, P., Venturini, G. & Dematteis, A., 2009. Determination of reliability in geological forecasting for Túnel projects: The method of the R-index and its application on two case studies. WTC 2009, Proceedings of the ITA-AITES World Túnel Congress, Budapest.Castilla Gomez, Jorge, Herrera Herbert Juan (2012). El proceso de exploración minera mediante sondeos. E.T.S. De ingenieros de minas de Madrid. Madrid 2012.

COLOMBETTI A. & Mattioli M., 1991. Calcolo del deflusso in un bacino idrografico con metodo indiretto. Un esempio nel bacino del fiume Panaro. *Riun. Giov. Ric. Geol. Appl. Milaño*.

CUSTODIO, E. (1983) Hidráulica de captaciones de agua subterránea. En: Hidrología Subterránea. Pp 969-981. Custodio, E. y M.R Llamas (Eds). Omega, 2 tomos, 2350 pp.

DE MARTONNE E., 1926. Une nouvelle function climatologique: l’indice de aridité. La meteorologie, 449-458.

DEMANET, D., Pirard, E., RenardY, F., Jongmans, D. (2001). Application and processing of geophysical images for mapping faults. Computers & Geosciences 27. 1031-1037.

DEMATTEIS A., Kalamaras G., Eusebio A., 2001. A System Approach for Evaluating Springs Drawdown Due to Túneling. AITES/ITA World Túnels Congress 2001 (Milan, 9-12 june 2001), Accepted.

EPA (1993). Suggested Operating Procedures for Aquifer Pumping Tests.

E Preziosi • G Giuliano •R Vivona, (2010) Natural background levels and threshold values derivation for naturally As, V and F rich groundwater bodies: a methodological case study in

Central Italy. Environ Earth Sci, 61:885–897 DOI 10.1007/s12665-009-0404-y

FOSTER, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M. and Paris, M., 2002. Groundwater Quality Protection: a Guide for Water Utilities, Municipal Authorities and Environment Agencies. World Bank Publication, Washington D.C., USA, 103 pp.

FOSTER, S.S.D., 1987. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: W.v. Duijvenbooden and H.G.v. Waegeningh (Editors), Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, Noordwijk, The Netherlands, pp. 69-86.

GALLIPOLI M.R., Lapenna V., Lorenzo P., Mucciarelli M., Perrone A., Piscitelli S., Sdao F. (2000). Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy.

GOODMAN R. E., Moye D. G., Van Schalkwyk A. Y Javandel I. (1965). Ground water inflows during Túnel driving, *Eng. Geology* 2, no. 1: 39-56.

http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/wasser/Grundwasser/conference/Presentations/22_pm_11_A_Blum.pdf

IDEAM, 2011. Marco conceptual y metodologico para las evaluaciones regionals del agua. Informe final: Contrato IDEAM No 035 de 2011.

INGEOMINAS Mapa geológico Plancha 147 Medellín Oriental, escala 1: 50.000, memoria explicativa. Bogotá: Ingeominas, 2005. 314 p.

JACOB C. (1947) – Drawdown test to determine effective radius of artesian well. American Society of Civil Engineers, Transactions 112 (Paper 2321), pp 1047-1064.

JIMÉNEZ SALAS, J.A; J.L. De Justo Y A.A Serraño (1981). Geotecnia y Cimientos II: Mecánica del suelo y de las rocas. Ed Rueda, 1188 pp.

KENNESSEY B., 1930. Lefolyasi tènyezok ès retencik. *Vizugy*, Kuziemények.

MOLINERO J., Samper J., Juanes R., (2002). "Numerical modeling of the transient hydrogeological response produced by tunnel construction in fractured bedrocks", Engineering Geology 64, 369-386, (2002).

Meybeck, M. (1987) Global Chemical Weathering of Surficial Rocks Estimated from River Dissolved. American Journal of Science, 287, 401-428.

NORWEGIAN TÚNELLING SOCIETY (2011) - Rock Mass Grouting in Norwegian Túnelling. Publication No. 20, 105 pp.

Organización Metereológica Mundial, 1994. Guía de practicás hidrogeológicas. Adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones. Quinta edición.
PERROCHET P., Dematteis A. "Modeling transient discharge into a tunnel drilled in a

heterogeneous formation", ground water 45, No. 6: 786-790. (2005).

PIPER, A.M. (1953). A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis. Washington D.C.

RAYMER J. INGEO TÚNELES Libro 15 (2008). Estimación de la afluencia de agua en túneles en roca dura – el problema de la permeabilidad: Carlos López Jimeno, Madrid.
STRAHLER A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology. *Geological Society of America Bullettin* 63 (11): 1117-1142.

THEIS C. V. (1935). The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Trans. Amer. Geophys. Union, 2, pp 519-524.

TORRI, R., Dematteis, A. (2007). "Drawdown hazard of springs and wells in Túneling: predictive model and verification" Proc. XXXV IAH Congress, Groundwater and Ecosystems, Lisbon 17-21 Sept. 2007, 10 pp.

TURC, L., 1954. Le bilan d'eau des sols. Relation entre la précipitacion, l'évaporacion et l'écoulement. Ann. Agron. 5, 491-569.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA
CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 1
5.2 MEDIO BIÓTICO 1
5.2.1 Ecosistemas terrestres 1
5.2.1.1. 1
5.2.1.2. Flora 1
5.2.1.2.1. Zonas de vida 1
5.2.1.2.2. Provincias y Distritos biogeográficos 3
5.2.1.2.3. Biomas y Grandes biomas 5
5.2.1.2.4. Coberturas de la Tierra 8
5.2.1.2.5. Ecosistemas Terrestres identificados en el Área de Influencia 24
5.2.1.2.5.1. Caracterización de los ecosistemas naturales del Área de Influencia 28
5.2.1.2.6. Uso de las especies 108
5.2.1.2.7. Identificación de las especies amenazadas y/o vedadas 110
5.2.1.2.8. Caracterización de la Flora Epifita 111
5.2.1.1.5. Fragmentación 164
5.2.1.2. Fauna 176
5.2.1.2.5. Especies potenciales 176
5.2.1.2.5.5. Anfibios 177
5.2.1.2.5.6. Reptiles 184
5.2.1.2.5.7. Aves 189
5.2.1.2.5.8. Mamíferos 200
5.2.1.2.6. Especies registradas 210
5.2.1.2.6.5. Anfibios 211
5.2.1.2.6.6. Reptiles 222
5.2.1.2.6.7. Aves 229
5.2.1.2.6.8. Mamíferos 249
5.2.1. Ecosistemas acuáticos 266
5.2.1.1 Principales ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia y su importancia en el contexto regional 266
5.2.1.2 Componente biótico de los ecosistemas acuáticos 269
5.2.1.2.1 Perifiton 270
5.2.1.2.2 Fitoplancton 276
5.2.1.2.3 Zooplancton 280
5.2.1.2.4 Macroinvertebrados acuáticos 284
5.2.1.2.5 Macrófitas 293
5.2.1.2.6 Peces 294

5.2.2. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 298
5.2.2.1. Áreas protegidas de carácter nacional, regional y local 298
5.2.2.1.5. Áreas Protegidas de Orden Nacional 298
5.2.2.1.6. Áreas Protegidas de Orden Regional 300
5.2.2.1.7. Instrumentos de Ordenamiento y Planificación Regional 301
5.2.2.1.8. Sistema Regional de Áreas Protegidas – SIRAP 305
5.2.2.2. Otras estrategias de conservación *in situ* y distinciones internacionales 311
5.2.2.2.5. Humedales de Colombia 311
5.2.2.2.6. Áreas de interés científico o con Prioridades de Conservación 313
5.2.2.2.7. Relictos de Bosque Seco Tropical 313
5.2.2.2.8. Zonas de Protección y Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente 315
BIBLIOGRAFÍA 317

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA
CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.
Tabla 5.1 Zonas de vida presentes en el área de influencia UF 1 2
Tabla 5.2 Grandes Biomas presentes en el área de influencia UF 1 6
Tabla 5.3 Biomas presentes en el área de influencia UF 1 7
Tabla 5.4 Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia y de Intervención de la UF 1 10
Tabla 5.5 Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia y de Intervención de la UF 1 12
Tabla 5.6 Ecosistemas presentes en el Área de influencia del proyecto 25
Tabla 5.7 Ecosistemas naturales caracterizados 28
Tabla 5.8 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 30
Tabla 5.9 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 31
Tabla 5.10 Cálculo del error de muestro para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 31
Tabla 5.11 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 32
Tabla 5.12 Cálculo del error de muestro para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 33
Tabla 5.13 Composición Florística General 34
Tabla 5.14 Composición Florística en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 37
Tabla 5.15 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 38
Tabla 5.16 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 40
Tabla 5.17 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 43
Tabla 5.18 Índices de diversidad en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 45
Tabla 5.19 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 46
Tabla 5.20 Composición Florística en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 48
Tabla 5.21 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 49
Tabla 5.22 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 50
Tabla 5.23 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 54

Tabla 5.24 Índices de diversidad en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 56
Tabla 5.25 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 56
Tabla 5.26 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 58
Tabla 5.27 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 60
Tabla 5.28 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 62
Tabla 5.29 Posición sociológica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 64
Tabla 5.30 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 67
Tabla 5.31 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 69
Tabla 5.32 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 70
Tabla 5.33 Composición florística en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 73
Tabla 5.34 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 75
Tabla 5.35 Estructura vertical en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 77
Tabla 5.36 Estimadores no paramétricos de riqueza esperada en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 80
Tabla 5.37 Composición Florística en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 82
Tabla 5.38 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 83
Tabla 5.39 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 84
Tabla 5.40 Posición sociológica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 87
Tabla 5.41 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 89
Tabla 5.42 Índices de diversidad en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 91
Tabla 5.43 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 92
Tabla 5.44 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 94
Tabla 5.45 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 96
Tabla 5.46 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 98

Tabla 5.47 Posición sociológica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 100
Tabla 5.48 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 104
Tabla 5.49 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Azonal Altoandino Cordillera Oriental 106
Tabla 5.50 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 107
Tabla 5.51 Clasificación de usos de las especies forestales 108
Tabla 5.52 Clasificación de usos de las especies forestales encontradas en el área de influencia del proyecto 109
Tabla 5.53 Especies amenazadas, endémicas y/o en veda registradas en el área de estudio 111
Tabla 5.54 *Juglans neotropica* (nogal) en veda nacional dentro del área de intervención de la UF 1, variante Pamplona 111
Tabla 5-55 Parcelas realizadas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola, presentes en la UF 1, Sector Pamplona (Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá). 112
Tabla 5-56 Epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 115
Tabla 5-57 Abundancia relativa de las epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 116
Tabla 5-58 Frecuencia relativa de las especies de epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 117
Tabla 5-59 Registro de forófitos con presencia de epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 118
Tabla 5-60 Especies de epifitas vasculares por zona de vida por cobertura de la tierra, registradas en la UF 1, variante Pamplona. 121
Tabla 5-61 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas. 125
Tabla 5-62 Bromelias terrestres por cobertura vegetal registradas en la UF 1, variante Pamplona. 126
Tabla 5-63 Abundancia relativa de las especies vasculares de hábito terrestre y rupícola en la UF 1, variante Pamplona. 126
Tabla 5-64 Estimadores de diversidad en las diferentes coberturas evaluadas. 128
Tabla 5-65 Índices de diversidad para las especies vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 128
Tabla 5-66 Cantidad de familias, géneros y especies de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 131
Tabla 5-67 Composición de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 132
Tabla 5-68 Cobertura relativa de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 135
Tabla 5-69 Frecuencia relativa de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 136

Tabla 5-70 Registro de forófitos con presencia de epífitas no vasculares, registradas en la UF 1, variante Pamplona. 139
Tabla 5-71 Epifitas no vasculares por zona de vida por cobertura de la tierra registradas en la UF 1, variante Pamplona. 145
Tabla 5-72 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas. 152
Tabla 5-73 Cantidad de familias, géneros y especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola, presentes registradas en la UF 1, variante Pamplona. 152
Tabla 5-74 Especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola por cobertura de la tierra, registradas en la UF 1, variante Pamplona. 153
Tabla 5-75 Cobertura relativa de las especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola, registradas en la UF 1, variante Pamplona. 155
Tabla 5-76 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas. 160
Tabla 5-77 Índices de diversidad para las especies no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 161
Tabla 5.78 Métricas del paisaje en el escenario SIN proyecto 165
Tabla 5.79 Rango de valores de fragmentación 167
Tabla 5.80 Contexto paisajístico CP (Conectividad) SIN proyecto por ecosistema 167
Tabla 5.81 Métricas del paisaje en el escenario CON proyecto 170
Tabla 5.82 Contexto paisajístico CP (Conectividad) CON proyecto por ecosistema 172
Tabla 5.83 Métricas de paisaje y conectividad en los escenarios SIN y CON proyecto 174
Tabla 5.84 Especies potenciales de anfibios reportadas para el área de influencia 177
Tabla 5.85 Especies de anfibios potenciales reportadas en alguna categoria de amenaza 180
Tabla 5.86. Especies potenciales de anfibios endémicos y casi endémicos reportadas para el área 181
Tabla 5.87 Fichas de las especies endémicas potencialmente reportadas 182
Tabla 5.88 Especies potenciales de reptiles reportadas para el área de influencia 185
Tabla 5.89 Especies potenciales de reptiles endémicas y casi endémicos reportadas para el área 187
A continuación, se relaciona la distribución del Lagarto (Stenocercus trachycephalus) en Colombia (Tabla 5.90 Ficha especie endémica: *Stenocercus trachycephalus)* 188
Tabla 5.91 Especies de aves potenciales de aves incluidos en los ápendices CITES 192
Tabla 5.92 Especies potenciales de aves casi endémicas reportadas 193
Tabla 5.93 Ficha especie Casi endémica: *Chlorostilbon poortmani* 194
Tabla 5.94 Ficha especie Casi endémica: *Coeligena helianthea* 194
Tabla 5.95 Ficha especie Casi endémica: *Campylopterus falcatus* 195
Tabla 5.96 Ficha especie casi endémica: *Cyclarhis nigrirostris* 195
Tabla 5.97 Ficha especie casi endémica: *Conirostrum rufum* 196
Tabla 5.98 Ficha casi especie endémica: *Tangara vitriolina* 196
Tabla 5.99 Ficha casi especie endémica: *Atlapetes pallidinucha* 197
Tabla 5.100 Ficha casi especie endémica: *Myioborus ornatus* 197
Tabla 5.101 Ficha casi especie endémica: Spinus spinescens 198
Tabla 5.102 Especies potenciales de aves migratorias reportadas 199
Tabla 5.103 Especies de mamíferos potenciales reportadas para el área de influencia 201

Tabla 5.104 Especies de mamíferos potenciales reportadas en alguna categoría de amenaza 206
Tabla 5.105 Especies potenciales de mamíferos incluidos en los ápendices CITES reportadas para el área de influencia. 208
Tabla 5.106 Especies potenciales de mamíferos casi endémicas reportadas 209
Tabla 5.107 Especies potenciales de mamíferos migratorios 209
Tabla 5.108 Esfuerzo de muestreo para anfibios 211
Tabla 5.109. Valores de representatividad mediante estimadores de riqueza no paramétricos para el muestreo de anfibios 212
Tabla 5.110 Especies de anfibios registradas para el área de influencia 213
Tabla 5.111 Ficha informativa de *Tachiramantis douglasi* 219
Tabla 5.112 Ficha informativa de *Dendropsophus molitor* 220
Tabla 5.113 Ficha informativa de *Tachiramantis douglasi* 221
Tabla 5.114 Esfuerzo de muestreo para reptiles 223
Tabla 5.115 Especies registradas de reptiles para el área de influencia 224
Tabla 5.116 Especies registradas de reptiles casi endémicos para el área de influencia del proyecto 229
Tabla 5.117 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de aves 230
Tabla 5.118 Valores de los estimadores de riqueza para el muestreo de aves 230
Tabla 5.119 Especies registradas de aves para el área de influencia 231
Tabla 5.120 Indices de diversidad de aves registradas por cobertura vegetal 236
Tabla 5.121 Especies de aves registradas incluidos en los apéndices CITES 244
Tabla 5.122 Ficha especie Casi endémica: *Chlorostilbon poortmani* 245
Tabla 5.123 Ficha especie Casi endémica: *Tangara vitriolina* 246
Tabla 5.124 Especies de aves migratorias registradas para el área de influencia 247
Tabla 5.125 Esfuerzo de muestreo para mamíferos 250
Tabla 5.126 Valores de representatividad mediante estimadores de riqueza no paramétricos para el muestreo de mamíferos 251
Tabla 5.127 Especies registradas de mamíferos para el área de influencia 252
Tabla 5.128 Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal 257
Tabla 5.129 Similaridad entre coberturas según el estimador de Whittaker para las especies de mamíferos registrados 260
Tabla 5.130 Ficha informativa de *Mazama rufina bricenii.* 263
Tabla 5.131 Estaciones de muestreo definidas para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas para la UF1 269
Tabla 5.132 Composición taxonómica de Perifiton 271
Tabla 5.133 Composición taxonómica de fitoplacton 277
Tabla 5.134 Composición taxonómica de Zooplancton 281
Tabla 5.135 Composición de Macroinvertebrados acuáticos 284
Tabla 5.136 Composición taxonómica de macrófitas 293
Tabla 5.137 Composición y riqueza de especies de peces de potencial ocurrencia 295
Tabla 5.138 Representación de órdenes, familias, géneros y especies de peces de distribución probable 296
Tabla 5.139 Especies de peces endémicas de probable presencia 296
Tabla 5.140 Especies de peces de potencial uso o importancia comercial 297

Tabla 5.141 Categorías de Ordenación de la propuesta de zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita 303
Tabla 5.142 Extensión y porcentaje de superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 1 con áreas cobijadas por el SIRAP 307
Tabla 5.143 Representatividad del Suelo de Protección establecido por el PBOT del municipio de Pamplona y Pamplonita en el Área de influencia y el área de intervención de la UF 1 310

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA
CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 5.1 Zonas de vida en el área de influencia UF 1 3
Figura 5.2 Unidades biogeográficas de Colombia 4
Figura 5.3 Unidades biogeográficas de Colombia en el AI del proyecto UF 1 5
Figura 5.4 Biomas presentes en el área de influencia de la UF 1 8
Figura 5.5 Cobertura de la tierra en el AI de la UF1 12
Figura 5.6 Ecosistemas terrestres en el Área de Influencia del proyecto 26
Figura 5.7 Abundancia de familias presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 38
Figura 5.8 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 39
Figura 5.9 Grados de agregación en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 40
Figura 5.10 Estructura vertical del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 41
Figura 5.11 Perfil de vegetación del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 42
Figura 5.12 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso alto del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 43
Figura 5.13 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 44
Figura 5.14 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 45
Figura 5.15 Regeneración natural por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 47
Figura 5.16 Abundancia de familias presentes en el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 49
Figura 5.17 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 50
Figura 5.18 Grados de agregación en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 50
Figura 5.19 Estructura vertical del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 51
Figura 5.20 Perfil de vegetación del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 53
Figura 5.21 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 54

Figura 5.22 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 55
Figura 5.23 Volumen total por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 55
Figura 5.24 Regeneración natural por especie en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 57
Figura 5.25 Abundancia de familias presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 59
Figura 5.26 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 61
Figura 5.27 Grados de agregación en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 62
Figura 5.28 Diagrama de dispersión de Ogawa del bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 63
Figura 5.29 Estructura vertical por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 65
Figura 5.30 Perfil de vegetación del bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 66
Figura 5.31 Abundancia por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 67
Figura 5.32 Área basal por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 68
Figura 5.33 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 69
Figura 5.34 Regeneración natural por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 71
Figura 5.35 Curva de acumulación de especies para el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 72
Figura 5.36 Abundancia de familias presentes en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 74
Figura 5.37 Valor de importancia (VIR) de las especies presentes en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 76
Figura 5.38 Diagrama estructural en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 77
Figura 5.39 Perfil de vegetación del herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 79
Figura 5.40 Estimadores no paramétricos de riqueza específica en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 80
Figura 5.41 Abundancia de familias presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 82
Figura 5.42 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 84
Figura 5.43 Grados de agregación en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 85
Figura 5.44 Diagrama de dispersión de Ogawa del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 86

Figura 5.45 Estructura vertical por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 87
Figura 5.46 Perfil de vegetación del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 88
Figura 5.47 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso alto del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 89
Figura 5.48 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 90
Figura 5.49 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 90
Figura 5.50 Regeneración natural por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 93
Figura 5.51 Abundancia de familias presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 95
Figura 5.52 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 98
Figura 5.53 Grados de agregación en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 99
Figura 5.54 Diagrama de dispersión de Ogawa del bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 100
Figura 5.55 Estructura vertical por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 101
Figura 5.56 Perfil de vegetación del bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 103
Figura 5.57 Abundancia por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 104
Figura 5.58 Área basal por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 105
Figura 5.59 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 106
Figura 5.60 Regeneración natural por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 108
Figura 5.61 Porcentaje de distribución de epífitas vasculares en los diferentes estratos del forófito presentes en la UF 1, variante Pamplona. 116
Figura 5.62 Cantidad de especies de epífitas vasculares para los forófitos más frecuentes registrados en la UF 1, variante Pamplona. 118
Figura 5.63 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto. 122
Figura 5.64 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario. 123
Figura 5.65 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales. 124
Figura 5.66 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios 124
Figura 5.67 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados. 125
Figura 5.68 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto. 127

Figura 5.69 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados. 128
Figura 5.70. Índice de Shannon_H para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 129
Figura 5.71. Índice de Margalef para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 130
Figura 5.72. Índice de Dominancia_D para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 130
Figura 5.73 Riqueza de especies por grupo no vascular registradas en la UF 1, variante Pamplona. 132
Figura 5.74 Distribución vertical de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona. 134
Figura 5.75 Cantidad de epífitas no vasculares para los forófitos más frecuentes registrados en la UF 1, variante Pamplona. 138
Figura 5.76 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto. 149
Figura 5.77 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario. 149
Figura 5.78 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales. 150
Figura 5.79 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados. 151
Figura 5.80 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios 151
Figura 5.81 Porcentaje de representatividad de las especies no vasculares de hábito terrestre y rupícola por tipo de organismo registradas en la UF 1, variante Pamplona. 153
Figura 5.82 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto. 157
Figura 5.83 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario. 158
Figura 5.84 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales. 159
Figura 5.85 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados. 159
Figura 5.86 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios. 160
Figura 5.87 Índice de Shannon_h para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 162
Figura 5.88 Índice de Margalef para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 162
Figura 5.89 Índice de Dominancia_D para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona. 164
Figura 5.90 Buffer de conectividad del escenario SIN proyecto 169
Figura 5.91 Conectividad paisajística SIN proyecto 170
Figura 5.92 Buffer de conectividad del escenario CON proyecto 172
Figura 5.93 Conectividad paisajística CON proyecto 173
Figura 5.94 Conectividad paisajística SIN proyecto 174
Figura 5.95 Conectividad paisajística CON proyecto 174
Figura 5.96 Número de familias y especies de anfibios potenciales reportadas para el área de influencia 179
Figura 5.97 Familias de anfibios potenciales reportadas para el área de influencia 179

Figura 5.98 Número de familias y especies potenciales presentes en los Ordenes de reptiles reportados para el área de influencia 186
Figura 5.99. Familias de reptiles potenciales reportadas para el área de influencia 186
Figura 5.100 Riqueza de familias de aves potenciales reportadas 190
Figura 5.101 Riqueza de especies para los órdenes de mamíferos potenciales reportados para el área de influencia 204
Figura 5.102. Riqueza de especies para las familias de mamíferos potenciales reportadas para el área de influencia 205
Figura 5.103. Curva de acumulación de anfibios 212
Figura 5.104 Ordenes, número de familias y especies de anfibios registradas para el área de influencia 214
Figura 5.105 Familias de anfibios registradas para el área de influencia 214
Figura 5.106. Curva de acumulación de especies de aves registradas 231
Figura 5.107 Riqueza de especies en las familias de aves registradas para el área de influencia 234
Figura 5.108. Asociación de especies de aves registradas a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia 237
Figura 5.109 Preferencias tróficas de las especies de aves registradas 240
Figura 5.110 Riqueza de especies de aves por gremios tróficos asociados a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia 240
Figura 5.111. Análisis de cluster con índices de similaridad de Bray Curtis 242
Figura 5.112. Curva de acumulación de mamíferos 251
Figura 5.113 Riqueza de los órdenes de mamíferos registrados para el área de influencia 253
Figura 5.114 Riqueza de especies en las familias de mamíferos registradas para el área de influencia 254
Figura 5.115. Asociación a coberturas vegetales de las especies de mamíferos registradas 258
Figura 5.116. Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas 259
Figura 5.117. Análisis de cluster con índices de similaridad de Bray Curtis 261
Figura 5.118 Principales corrientes lóticas presentes en el área de influencia de la UF1267
Figura 5.119 Distribución de los puntos de muestreo dentro de área de influencia de la UF1 270
Figura 5.120 Riqueza específica (S´) de Perifiton por clase 271
Figura 5.121 Abundancia (Cel/cm^2) porcentual del Perifiton por clases 272
Figura 5.122 Porcentaje de abundancia del Perifiton por órdenes en el AI de la UF1 272
Figura 5.123 Riqueza específica (S´) por morfoespecie de Perifiton para cada estación de muestreo evaluada en el AI de la UF1 273
Figura 5.124 Dendrograma del índice de similitud de Bray-Curtis para la composición y abundancia de perifiton por estación de muestreo en el AI de la UF1 274
Figura 5.125 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wienner para la comunidad perifítica entre estaciones de muestreo 275
Figura 5.126 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad Perifítica entre estaciones de muestreo 275

Figura 5.127 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para la comunidad fitoplanctónica entre estaciones de muestreo 276
Figura 5.128 Riqueza específica (S´) de Fitoplancton por clase 277
Figura 5.129 Abundancia (Ind/mL) del fitoplancton por clase 278
Figura 5.130 Porcentaje de abundancia (Ind/mL a del fitoplancton por órdenes 278
Figura 5.131 Porcentaje de abundancia por especie de Fitoplancton para cada estación de muestreo en el AI de la UF1 279
Figura 5.132 Riqueza específica (S´) de Zooplancton por clase 281
Figura 5.133 Abundancia porcentual del Zooplancton por clases 282
Figura 5.134 Porcentaje de abundancia de Zooplancton por órdenes 282
Figura 5.135 Porcentaje de abundancia por especie de Zooplanctonpara cada estación de muestreo en el AI de la UF1 283
Figura 5.136 Riqueza de Macroinvertebrados acuáticos por clases 285
Figura 5.137 Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por clases 286
Figura 5.138 Porcentaje de abundancia de macroinvertebrados acuáticos por órdenes 286
Figura 5.139 Porcentaje de abundancia por especie de macroinvertebrados acuáticos para cada estación de muestreo evaluada en el AI de la UF1 287
Figura 5.140 Dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis para la composición y abundancia de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo en el AI de la UF1 288
Figura 5.141 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wienner para la comunidad macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo 288
Figura 5.142 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo 289
Figura 5.143 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo 289
Figura 5.144 Valores del índice BMWP/Col 290
Figura 5.145 Diagrama de ordenación de correspondencia canónica 292
Figura 5.146 Áreas Protegidas de orden Nacional más cercanas al AI UF1 299
Figura 5.147 Parques Naturales Regionales cercanos al AI UF 1 300
Figura 5.148 Areas de protección definidas en el POMCA del río Pamplonita para el área de influencia y el área de intervención de la UF 1 305
Figura 5.149 Superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 1 con áreas clasificadas en el SIRAP de Norte de Santander 307
Figura 5.150 Suelo de Protección PBOT Pamplona respecto de AI y el área de intervención UF 1 309
Figura 5.151 Humedales Interiores de Colombia, respecto del área de influencia y el área de intervención de la UF1 312
Figura 5.152 Confluencia del Ecosistemas de Humedales con el área de influencia 312
Figura 5.153 Prioridades de Conservación en el AI UF1 313
Figura 5.154 Bosque seco tropical respecto del AI UF1 314
Figura 5.155 Superposición del Área de Influencia y el área de intervención de la UF1 con áreas declaradas según la Res. 2157 de 2017 316

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO BIÓTICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 5.1 Tejido urbano discontinuo Municipio de Pamplona 14
Fotografía 5.2 Tejido urbano discontinuo Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1157816,3711; Norte: 1308789,9427..... 14
Fotografía 5.3 Construcciones rurales Municipio de Pamplona..... 15
Fotografía 5.4 Construcciones rurales Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159684,1576; Norte: 1307979,1655..... 15
Fotografía 5.5 Zonas comerciales..... 16
Fotografía 5.6 Zonas comerciales Coordenadas: Este: 1157692,3799; Norte: 1308999,1223 16
Fotografía 5.7 Red vial Cúcuta- Pamplona 16
Fotografía 5.8 Red vial Berlín Pamplona Coordenadas: Este: 1157496,3983; Norte: 1309081,772..... 16
Fotografía 5.9 Explotación de materiales de construcción en Pamplona..... 17
Fotografía 5.10 Cantera en Pamplona Coordenadas: Este: 1159056,301; Norte: 1308609,2487..... 17
Fotografía 5.11 Otros cultivos permanentes arbustivos, Municipio Pamplona..... 17
Fotografía 5.12 Otros cultivos permanentes arbustivos *(Prunus persica)*, municipio Pamplona. Coordenadas: Este: 1160675,6466; Norte: 1309579,4362..... 17
Fotografía 5.13 Pastos limpios Municipio de Pamplona 18
Fotografía 5.14 Pastos limpios Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1160098,5647; Norte: 1308748,1482 18
Fotografía 5.15 Pastos arbolados Municipio de Pamplona 19
Fotografía 5.16 Pastos arbolados Pastos arbolados Municipio de Pamplona Coordenadas: Este: 1159660,6366; Norte: 1308137,3488..... 19
Fotografía 5.17 Pastos enmalezados Municipio de Pamplona 19
Fotografía 5.18 Pastos enmalezados Municipio de Pamplona 19
Fotografía 5.19 Mosaico de pastos y cultivos Municipio de Pamplona..... 20
Fotografía 5.20 Mosaico de pastos y cultivos Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159868,2514; Norte: 1308064,885..... 20
Fotografía 5.21 Mosaico de pastos con espacios naturales Municipio de Pamplona 21
Fotografía 5.22 Mosaico de pastos con espacios naturales Coordenadas: Este: 1160913,687; Norte: 1309582,6734..... 21
Fotografía 5.23 Bosque de galería y/o ripario Municipio de Pamplona..... 21
Fotografía 5.24 Bosque de galería Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159311,6267; Norte: 1308485,9255..... 21

Fotografía 5.25 Herbazal denso de tierra firme con arbustos 22
Fotografía 5.26 Herbazal denso de tierra firme con arbustos: Coordenadas: Este: 1158220,0563; Norte: 1309559,4856 22
Fotografía 5.27 Arbustal denso alto, municipio Pamplona. 23
Fotografía 5.28 Arbustal denso alto, municipio de Pamplona Coordenadas: Este: 1158635,0951; Norte: 1308517,2359 23
Fotografía 5.29 Arbustal denso bajo 23
Fotografía 5.30 Arbustal denso bajo Coordenadas: Este: 1159105,7771; Norte: 1308867,233 23
Fotografía 5.31 Ríos Municipio de Pamplona 24
Fotografía 5.32 Municipio de Pamplona Rio Pamplonita Coordenadas: Este: 1160038,3403; Norte: 1308400,7025 24
Fotografía 5.33 Panorámica del Arbustal Denso Alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158729,8154; Norte: 1309680,0539 36
Fotografía 5.34 Panorámica del Arbustal Denso Bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158638,581; Norte: 1309243,702 47
Fotografía 5.35 Panorámica del Bosque de Galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158376,4639; Norte: 1309382,0633 58
Fotografía 5.36 Panorámica del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158057,7118; Norte: 1309580,1669 71
Fotografía 5.37 Panorámica del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161112,4854; Norte: 1313499,5864 81
Fotografía 5.38 Panorámica del Bosque de Galería y/o Ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161254,1032; Norte: 1313343,0213 94
Fotografía 5.39 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva 215
Fotografía 5.40 Pastos 216
Fotografía 5.41 *Pristimantis gryllus* 217
Fotografía 5.42 *Dendropsophus molitor* 217
Fotografía 5.43 Mabuya zuliae (Lisa) 224
Fotografía 5.44 *Atractus pamplonensis* (Cazadora) 225
Fotografía 5.45 *Anolis jacare* (lagartija) 225
Fotografía 5.46 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva 226
Fotografía 5.47 *Tangara vitriolina* (Tangara Rastrojera) 235
Fotografía 5.48 *Tangara cyanoptera* (Tangara encapuchada) 235
Fotografía 5.49 *Zimmerius chrysops* (Mosquerito caridorado) 235
Fotografía 5.50 *Piranga Roja (Piranga rubra*) 238
Fotografía 5.51 Jilguero aliblanco *(Spinus psaltria)* 238
Fotografía 5.52 Colibrí Chillón (*Colibri coruscans*) 238
Fotografía 5.53. *Elaenia frantzii* (Elaenia montañera) 248
Fotografía 5.54 *Buteo platypterus* (Gavilán aliancho) 248
Fotografía 5.55 *Cerdocyon thous* (Zorro perruno) 255
Fotografía 5.56. *Notosciurus granatensis* (Ardilla) 255
Fotografía 5.57 *Didelphis marsupialis* (Fara) 256
Fotografía 5.58 Chucha o fara (*Didelphis marsupialis)* atropellado 259

Fotografía 5.59 Ganado vacuno en áreas de vegetación herbácea y arbustiva 262
Fotografía 5.60 Perros y gatos callejeros y/o ferales 262
Fotografía 5.61. Pesticidas y herbicidas encontrados 263
Fotografía 5.62. Fitoplancton registrado en el AI de la UF1 279
Fotografía 5.63. Zooplancton registrado en el AI de la UF1 283
Fotografía 5.64. Fitoplancton registrado en el AI de la UF1 293

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2 MEDIO BIÓTICO

La caracterización del medio biótico para el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de de vía nueva en Calzada sencilla de la Unidad Funcional 1 (UF1) Variante Pamplona, se enfoca en el diagnóstico de las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes ecosistemas presentes en el área de influencia.

Con la información obtenida acerca de los ecosistemas y sus componentes, se presentan de forma integral los aspectos básicos ambientales que revelan su dinámica y estructura. De esta manera, se pretende caracterizar el estado actual del ecosistema y determinar las posibles afectaciones por el proyecto. Como resultado se espera contar con mejores herramientas que permitan proteger, conservar y/o mejorar a través de las actividades de manejo propuestas, reduciendo el impacto generado por las actividades del proyecto sobre ellos.

5.2.1 Ecosistemas terrestres

De acuerdo con el Convenio sobre diversidad biológica, un ecosistema es "*un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas*"

La caracterización de la cobertura vegetal se desarrolla en función del enfoque estructural/fisonómico, el cual clasifica la vegetación basado en la apariencia externa de las plantas y comunidades vegetales; concibiéndola como la matriz estructural y funcional de los ecosistemas terrestres a través del sostenimiento de la entrada de la energía a la red trófica, distribuyendo el hábitat y el alimento de la fauna y la flora asociadas a nivel espacio – temporal.

5.2.1.1.

5.2.1.2. Flora

La flora se puede definir como el resultado de las relaciones existentes entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado, lo cual indica que los factores ambientales como clima, hidrología, geomorfología y suelo, sumados a los procesos biológicos, determinan las unidades estructurales y funcionales de un ecosistema.

5.2.1.2.1. Zonas de vida

Las zonas de vida elaboradas por Holdridge para el área tropical de las Américas, es un sistema de clasificación que permite agrupar en unidades naturales las distintas asociaciones de la tierra. Estas asociaciones se relacionan entre sí a través de los efectos de la altitud, la temperatura, precipitación y la humedad. Tales factores dejan un sello

característico en cada zona de vida y determina una serie de prácticas agronómicas, un uso de la tierra o también se puede reconocer por el aspecto de la vegetación (Holdridge, 2000).

En la Tabla 5.1, se describen las zonas de vida identificadas en el área de influencia -AI-, en donde se puede observar que en el área de influencia de la UF 1, se presentan 3 zonas de vida las cuales son en orden de ocupación, el Bosque seco montano bajo con una extensión de 358,88 ha correspondiente al 65,62%, el Bosque húmedo montano bajo, con 134,69 ha (24,63%) y el Bosque seco premontano con 53,32 ha equivalente al 9,75%.

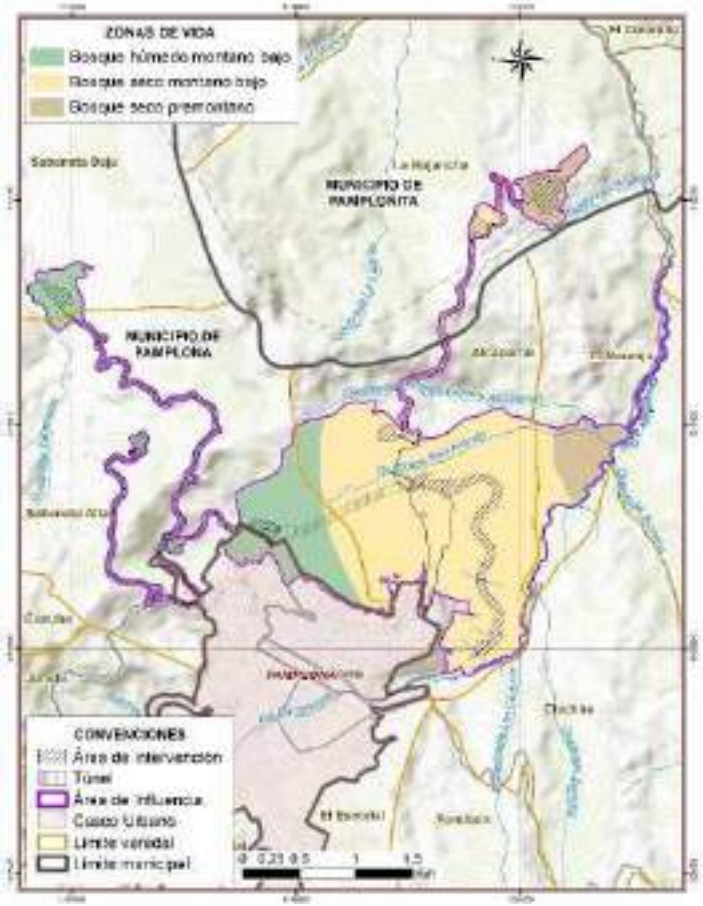
Tabla 5.1 Zonas de vida presentes en el área de influencia UF 1

Zona de vida	Área (ha)	Área %)	Características generales
Bosque húmedo montano bajo	134,69	24,63	Rangos altitudinales de 2000 y 3000 msnm, precipitación promedia anual entre 1000 y 2000 mm y temperatura media de 12ºC a 18ºC (Holdridge, 1967). Hace parte de esta zona de vida la vereda Sabaneta alta.
Bosque seco montano bajo	358,88	65,62	Temperatura media anual entre 12º y 18ºC, precipitación media anual entre 500 y 1000mm y altitudes entre los 2000 y 3000m. Se encuentra la vereda Alcaparral
Bosque seco premontano	53,32	9,75%	Tiene una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm, una temperatura media anual entre 24ºC y 18ºC, con altitudes entre los 1000 y los 2000 msnm. La vereda El Naranjo hace parte de esta zona de vida.
Totales	**546,89**	**100,00**	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la Figura 5.1, se puede observar que el área de intervención proyectada para la UF 1, en lo que respecta al bosque seco premontano solo atraviesa por las áreas de Zodmes y accesos, ya que en el resto del área está proyectado el túnel.

Figura 5.1 Zonas de vida en el área de influencia UF 1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.1.2.2. Provincias y Distritos biogeográficos

La distribución de los seres vivos en la Tierra y los procesos que han originado esa distribución como resultado de la evolución biológica, los cambios climáticos y la orogénesis entre otros, representa un marco esencial para entender los patrones de distribución de las especies, relacionados con el medio donde las especies desarrollan sus ciclos vitales y los centros de origen de grupos de plantas y animales. En Colombia se han definido 9 provincias biogeográficas, tal como lo muestra la
Figura 5.2.

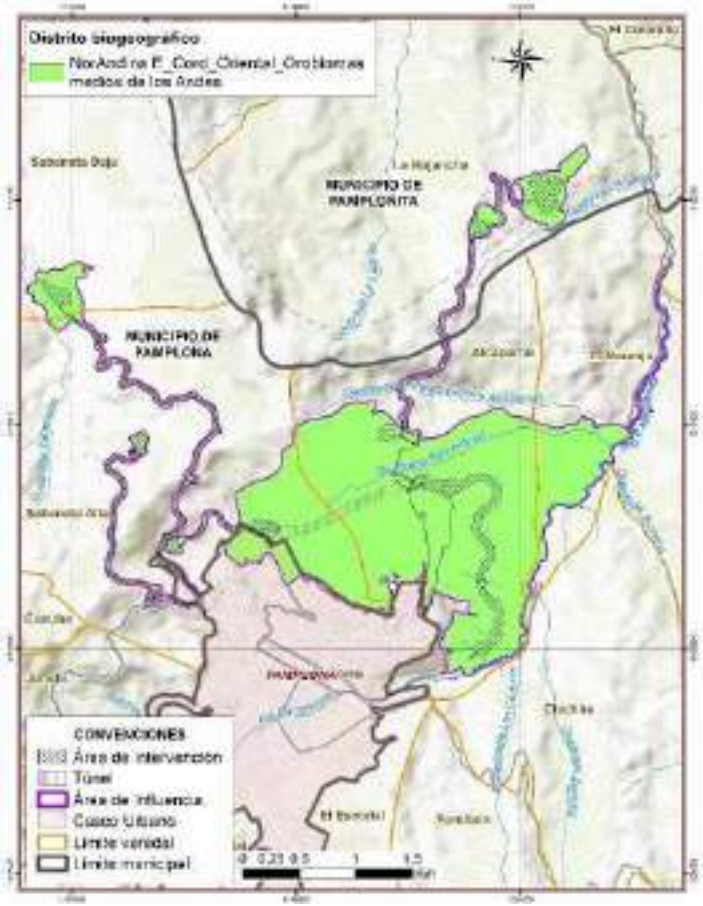
Figura 5.2 Unidades biogeográficas de Colombia

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011. Adaptado Aecom - ConCol, 2018.

Bajo esta clasificación propuesta por (Hernández Camacho e. a., 1992), se puede afirmar que la totalidad del AI, se localiza sobre la Provincia biogeográfica IX. NorAndina, la cual se encuentra conformada por la gran Cordillera de los Andes que recorre Suramérica en su segmento Norte. Se agrupan en esta Provincia un conjunto de Unidades correspondientes a las tres cordilleras con un relieve dominado por montañas y valles intercordilleranos de las cuencas altas de los ríos Magdalena y Cauca. La vegetación de la provincia puede dividirse en una de carácter andino en las tierras altas de las montañas y otra en las tierras bajas de los valles interandinos. (Latorre, Jaramillo, & Corredor, 2014)

Basado en lo anterior, la clasificación de Unidades Biogeográficas de Colombia propuesta por los mismos autores, señala que el área de estudio se encuentra en su totalidad sobre la Provincia NorAndina Orobioma medio de los Andes, como se puede observar en la Figura 5.3, se puede observar la distribución espacial.

Figura 5.3 Unidades biogeográficas de Colombia en el AI del proyecto UF 1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La vegetación de la provincia puede dividirse en una de carácter andino en las tierras altas de las montañas y otra en las tierras bajas de los valles interandinos. En las montañas predominan la vegetación arbustiva y herbácea de los Paramos, los bosques húmedos altoandinos y subandinos, las zonas lacustres, así como enclaves de vegetación seca altoandina y de vegetación semiárida subandina. (PNN, 2014). Esta provincia se caracteriza por poseer una riqueza de hábitats y ecosistemas además por el gran número de endemismos de plantas y animales. De especial importancia, se tienen los ecosistemas de páramo y su conservación.

5.2.1.2.3. Biomas y Grandes biomas

De acuerdo con la definición del documento de Ecosistemas Continentales Marinos y Costeros (MEC) (IDEAM, 2017), el AI del proyecto se ubica en los grandes biomas: Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. En la Tabla 5.2 se presentan los grandes biomas localizados en el área de influencia.

Tabla 5.2 Grandes Biomas presentes en el área de influencia UF 1

Gran Bioma	Área (ha)	Área %	Características generales
Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical	223,20	40,81	Ambientes montañosos que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m., se ubican principalmente en cañones y presentan largos períodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, que es recuperado en los meses lluviosos.
Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	318,97	58,36	Ambientes montañosos del país que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m., y que no presentan déficit hídrico que afecte la vegetación. Para su identificación se asumieron los pisos climáticos templado, frío, muy frío, extremadamente frío y nival para las provincias de humedad húmedo, semihúmedo y superhúmedo de la clasificación climática de Caldas Lang.
Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	4,55	0,83	Son regiones específicas donde las condiciones de humedad y suelo determinan el tipo de vegetación y fauna presente. Para el AI este bioma corresponde al Hidrobioma del Rio Pamplonita.
Total	**546,89**	**100**	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Así mismo, se entiende por bioma aquellos conjuntos de ecosistemas muy similares entre sí por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por la fisionomía de la vegetación. (Hernández-Camacho J. & Sánchez H, 1992). Cada bioma se caracteriza por presentar un clímax vegetal o formación vegetal madura, estable en equilibrio con el clima de una región y por ende con toda la misma fisionomía de todo su territorio. Al estudiar la distribución de la flora y fauna sobre un espacio determinado, es posible reconocer conjuntos o paisajes caracterizados por el aspecto general que presenta la vegetación natural. Por lo tanto, los biomas han sido diferenciados por las características de la vegetación ya que estas por lo general son más fácil perceptibles que las de la fauna. (Hernández-Camacho J. & Sánchez H, 1992).

De igual manera la concepción de biomas que fueron usadas para el documento de Ecosistemas Continentales Marinos y Costeros fue tomada del Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad (1997), el cual define el bioma como un ambiente grande y uniforme de geo-biósfera, el cual corresponde a un área homogénea en términos biofísicos, la cual abarca un conjunto de ecosistemas más específicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el AI de la UF1 se ubica sobre los biomas: Hidrobioma Altoandino Cordillera Oriental, Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, Orobioma Azonal Andino Catatumbo, Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y

Orobioma Andino Catatumbo. En la Tabla 5.3 se detalla la representatividad de los biomas localizados en el área de influencia e intervención.

Tabla 5.3 Biomas presentes en el área de influencia UF 1

Bioma	Área de influencia		Área de intervención	
	ha	%	ha	%
Hidrobioma Rio Pamplonita	4,55	0,83	0,004	0,01
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	319,14	58,36	32,07	58,91
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	202,40	37,01	18,71	34,36
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	20,80	3,80	3,66	6,59
Totales	**546,89**	**100**	**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se hace una breve descripción de los biomas localizados en el área de influencia de la UF1, tomando como base las definiciones establecidas por el IDEAM en la memoria técnica del mapa de ecosistemas continentales, marinos y costeros de Colombia.

- ✓ **Hidrobioma Rio Pamplonita**

Este bioma corresponde a los cuerpos de agua permanentes, localizados en la unidad biótica Rio Pamplonita, dentro del área de influencia del proyecto pertenece específicamente a este rio, para el AI del proyecto equivale a 4,55 ha correspondiente al 0,83%. Para el área de intervención este bioma reporta un área de 0,004 ha.

- ✓ **Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**

Corresponde a la franja altitudinal ubicada en los 1800 y 2800 m.s.n.m. para su identificación se tiene en cuenta el piso climático Frío y las provincias de humedad: húmedo, semihúmedo y superhúmedo, en la unidad biótica Altoandino Cordillera Oriental, para el AI del proyecto equivale a 319,14 ha correspondiente al 58,36%. En el área de intervención es el que mayor valor reporta con una ocupación del 58,91 % del total del área (32,07 ha).

- ✓ **Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**

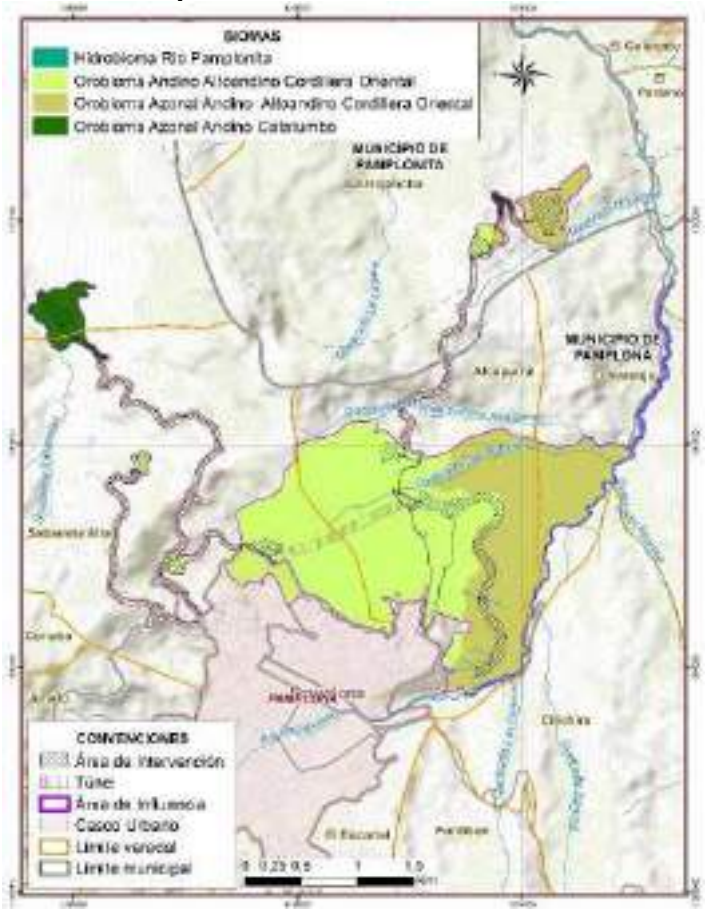
Corresponde a la franja altitudinal entre los 1800 a los 2800 m.s.n.m. del piso climático Frío de Caldas y a las provincias de humedad de Lang: árido y semiárido en la unidad biótica Altoandino Cordillera Oriental, para el AI del proyecto equivale a 202,40 ha correspondiente al 37,01%. Para el área de intervención reporta un área de 18,71 ha (34,36%).

- ✓ **Orobioma Azonal Andino Catatumbo**

Corresponde a la franja altitudinal entre los 1800 a los 2800 m.s.n.m. del piso climático Frío de Caldas y a las provincias de humedad de Lang: árido y semiárido en la región Catatumbo. En el AI del proyecto son 20,80 ha correspondientes al 3,80%. En el área de

intervención es el bioma que menor valor reporta con 3,66 del total del área (6,72%). En la Figura 5.4 se observa la localización de los biomas presentes en la UF1.

Figura 5.4 Biomas presentes en el área de influencia de la UF 1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.1.2.4. Coberturas de la Tierra

Las coberturas son definidas como los atributos de la tierra que ocupan una porción de su superficie; esta se deriva de ambientes naturales producto de la evolución ecológica o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el ser humano (cultivos, zonas urbanas e infraestructura). Estos interactúan conformando los elementos del paisaje y dadas sus características, se conforman tipos como bosques, arbustales, además de los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, así como otras superficies terrestres por ejemplo afloramientos rocosos y cuerpos de agua. (Gonzales & Romero , 2012)

La definición de las unidades de coberturas presentes en el AI de la UF1 se desarrolló a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (escala 1:100000), teniendo en cuenta las modificaciones realizadas a la leyenda por la Corporación Autónoma

Regional de Cundinamarca (escala 1:25000), modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3, 4, 5 y 6, con la finalidad de construir un mapa temático a escala 1:25.000, acorde a las necesidades del proyecto y los términos de referencia. La identificación se llevó a cabo por medio de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales y su posterior verificación en campo.

La interpretación del mosaico de imágenes Rapideye de 2014 Multiespectral de 5 bandas, de resolución espacial 5m y la ortofotografía Lidar de resolución espacial 0,04m, la cual fue usada como apoyo, siendo las imágenes rapideye las utilizadas para la identificación de los diferentes ecosistemas, se realizó teniendo en cuenta criterios fisonómicos y estructurales de la vegetación, combinados con las características fisiográficas, geomorfológicas y ecológicas del área de estudio. Se utilizaron criterios relacionados con el tipo de vegetación, tamaño de las copas de los árboles e identificación de estratos.

En la fase de campo se realizó la verificación y la observación de coberturas en terreno, por medio de puntos de control que fueron previamente seleccionados de manera estratégica con la finalidad de validar y corroborar la información que se obtuvo en la fase previa.

Como resultado se identificaron dentro del área de influencia de la UF1, un total de 16 unidades de cobertura siendo las más representativas en orden jerárquico las coberturas de pastos limpios (29,5%), arbustal denso bajo (15,97%), pastos arbolados (13,35%) y herbazal denso de tierra firme con arbustos (10,55%). Ver Tabla 5.4.

Por otro lado, el área de intervención se conforma por 13 coberturas, en las que predominan los pastos limpios (41,38%), los pastos arbolados (15,91%), red vial (13,55%) y el arbustal denso bajo (9,14%); es así como los territorios agrícolas (68,54%) tienen mayor ocupación en el área de intervención, seguido de los bosques y áreas seminaturales (15,88%), lo cual muestra el proceso que ha sufrido la cobertura por las actividades agrícolas y ganaderas que se realizan dentro de la zona. En la Figura 5.5, se presenta la distribución de las coberturas de la tierra en el Área de Influencia Influencia y en el área de intervención.
.

Tabla 5.4 Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia y de Intervención de la UF 1

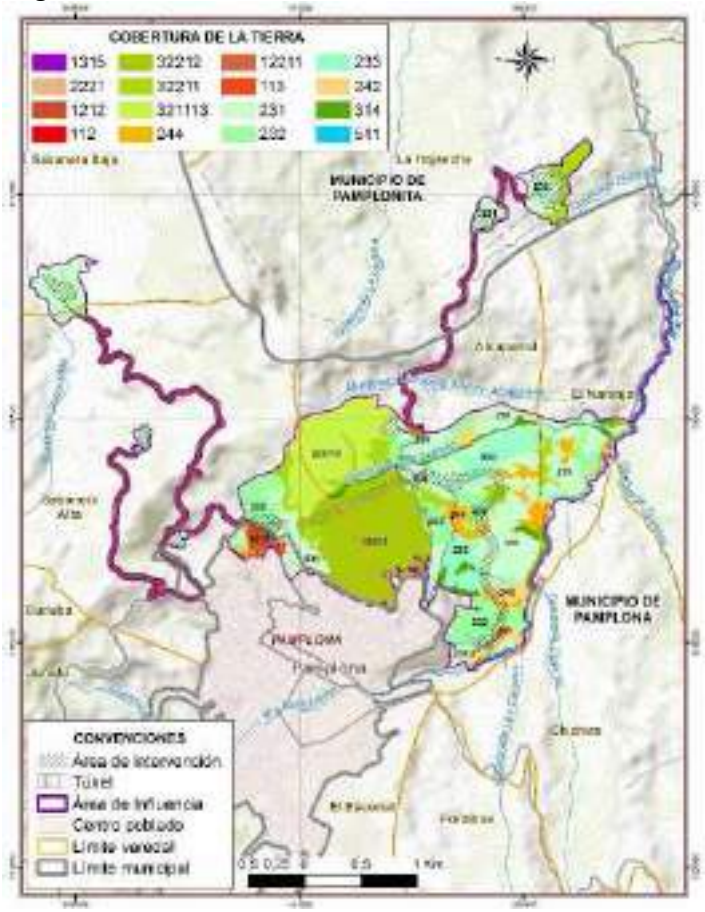
NIVEL						Uso del suelo (Símbolo)	Área de Influencia		Área de Intervención	
1	2	3	4	5	6		(ha)	(%)	(ha)	(%)
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.2 Tejido Urbano discontinuo				ARS	0,85	0,16%	-	-
		1.1.3 Construcciones Rurales				ARS	1,32	0,24%	0,12	0,22%
	1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1.2. Zonas Comerciales				INC	5,55	1,02%	0,98	1,81%
		1.2.2 Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	1.2.2.1.1 Red vial		INT	36,12	6,60%	7,38	13,55%
	1.3 Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1 Zonas de extracción minera	1.3.1.5 Explotación de materiales de construcción			MMC	0,73	0,13%	-	-
2.TERRITORIOS AGRICOLAS	2.2 Cultivos permanentes	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1 Otros cultivos arbustivos			ASP	0,40	0,07%	-	
	2.3 Pastos	2.3.1 Pastos limpios				PEX	161,33	29,50%	22,53	41,38%
		2.3.2 Pastos arbolados				PEX	73,04	13,35%	8,66	15,91%
		2.3.3 Pastos enmalezados				PEX	34,49	6,31%	3,34	6,13%
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos				ASP	13,14	2,40%	0,93	1,71%
		2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales				SPA	20,09	3,67%	1,86	3,41%

NIVEL						Uso del suelo (Símbolo)	Área de Influencia		Área de Intervención	
1	2	3	4	5	6		(ha)	(%)	(ha)	(%)
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1 Bosques	3.1.4. Bosque de galería y ripario				FPR	16,39	3,00%	0,10	0,19%
	3.2 Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	3.2.1 Herbazal	3.2.1.1 Herbazal denso	3.2.1.1.1 Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.3 Herbazal denso de tierra firme con arbustos	FPP	57,72	10,55%	1,04	1,91%
		3.2.2 Arbustal	3.2.2.1 Arbustal denso	3.2.2.1.1 Arbustal denso alto		FPP	33,85	6,19%	2,53	4,64%
				3.2.2.1.2 Arbustal denso bajo		FPP	87,31	15,97%	4,98	9,14%
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos (50 m)				CA	4,55	0,83%	0,004	0,01%
Total, general							**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100%**

ARS: Residencial; SPA: Silvopastoril; INC: Comercial; INT: Transporte; MMC: Materiales de construcción; ASP: Sistemas agrosilvopastoriles; PEX: Pastoreo extensivo; SPA: Silvopastoril; FPP: Protección – producción; FPR:Producción; CA:Cuerpos de agua

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 5.5 Cobertura de la tierra en el AI de la UF1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la Tabla 5.5 se presenta la descripción general del nivel 1 y nivel 2 de las coberturas de la tierra, identificadas en el AI del proyecto.

Tabla 5.5 Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia y de Intervención de la UF 1

UNIDADES DE COBERTURAS		DESCRIPCIÓN
Territorios artificializados	1. Territorios artificializados	Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. En el AI estas áreas equivalen a 16,72 hectáreas.
	1.1. Zonas Urbanizadas	Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano.
	1.2.	Hacen parte de esta unidad los territorios con infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial de servicios y comunicaciones.

UNIDADES DE COBERTURAS		DESCRIPCIÓN
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen.
Territorios Agrícolas	2. Territorios Agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. En el AI se presentan este tipo de superficies en un 73,5%, lo cual determina que el AI se encuentra ampliamente dominada por territorios agrícolas.
	2.2 Cultivos Permanentes	Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos de herbáceas como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.
	2.3. Pastos	Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra.
Bosques y Áreas Seminaturales	3 Bosques y Áreas Seminaturales	Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos, en el área se presentan 195,28 ha ocupadas por bosques y áreas seminaturales, lo que representa el 35,71% del AI del proyecto y 8,65 hectáreas dentro del área de intervención.
	3.1 Bosques	Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. De acuerdo con FAO.

UNIDADES DE COBERTURAS		DESCRIPCIÓN
	3.2 Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica
Superficies de agua	5. Superficies de agua	Son los cuerpos y cauces de agua permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares.
	5.1. Aguas continentales	Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se hace una descripción de las coberturas de la tierra identificadas dentro del área de influencia correspondiente a la Unidad Funcional 1, tomando como base las definiciones establecidas por el IDEAM en la Leyenda Nacional de Cobertura de la tierra (IDEAM , 2010) y de acuerdo con las características encontradas en campo para cada cobertura.

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Tejido urbano discontinuo	
Nivel 1	Territorios artificializados
Nivel 2	Zonas urbanizadas
Nivel 3	Tejido urbano discontinuo
Código	1.1.2.
Área AI (ha)	0,85
Área de Intervención (ha)	N/R
Descripción General	Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.1 Tejido urbano discontinuo Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.2 Tejido urbano discontinuo Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1157816,3711; Norte: 1308789,9427**

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Construcciones Rurales	
Nivel 1	Territorios artificializados
Nivel 2	Zonas urbanizadas
Nivel 3	Construcciones Rurales
Código	1.1.3.
Área AI (ha)	1,32
Área de Intervención (ha)	0,12
Descripción General	Las construcciones rurales dispersas hacen referencia a los hogares de familias campesinas, así mismo a infraestructura como escuelas de enseñanza rural. Las viviendas rurales están dispersas a lo largo del AI.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.3 Construcciones rurales Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.4 Construcciones rurales Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159684,1576; Norte: 1307979,1655**
Zonas Comerciales	
Nivel 1	Territorios artificializados
Nivel 2	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
Nivel 3	Zonas industriales o comerciales
Nivel 4	Zonas Comerciales
Código	1.2.1.2.
Área AI (ha)	5,55
Área de Intervención (ha)	0,98
Descripción General	Corresponde para el área de influencia a la infraestructura artificial ocupada por la universidad de Pamplona, también a la red de vías asociada con la infraestructura, los parqueaderos y las áreas de almacenamiento

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.5 Zonas comerciales** **Fotografía 5.6 Zonas comerciales Coordenadas: Este: 1157692,3799; Norte: 1308999,1223**
Red Vial	
Nivel 1	Territorios artificializados
Nivel 2	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
Nivel 3	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
Nivel 4	Red vial y terrenos asociados
Nivel 5	Red vial
Código	1.2.2.1.1.
Área AI (ha)	36,12
Área de Intervención (ha)	7,38
Descripción General	En el AI, se encuentran redes viales de primer orden como La vía Cúcuta-Pamplona y algunas vías de Segundo y Tercer orden, en esta cobertura se incluye los carreteables que hacen parte de los accesos de los zodmes para el área de intervención junto con sus territorios asociados que en este caso se incluyó la zona de reserva vial.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.7 Red vial Cúcuta- Pamplona** **Fotografía 5.8 Red vial Berlín Pamplona Coordenadas: Este: 1157496,3983; Norte: 1309081,772**
Explotación de Materiales de Construcción	
Nivel 1	Territorios artificializados
Nivel 2	Zonas de extracción minera y escombreras
Nivel 3	Zonas de extracción minera
Nivel 4	Explotación de materiales de construcción
Código	1.3.1.5.
Área AI (ha)	0,73

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Área de Intervención (ha)	N/R
Descripción General	Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.9 Explotación de materiales de construcción en Pamplona** **Fotografía 5.10 Cantera en Pamplona Coordenadas: Este: 1159056,301; Norte: 1308609,2487**
Otros Cultivos Arbustivos	
Nivel 1	Territorios Agrícolas
Nivel 2	Cultivos permanentes
Nivel 3	Cultivos permanentes arbustivos
Nivel 4	Otros cultivos arbustivos
Código	2.2.2.1
Área AI (ha)	0,40
Área de Intervención (ha)	N/R
Descripción General	Cobertura permanente de cultivos arbustivos de especies que no se encuentran especificadas en alguna categoría de cultivo permanente arbustivo, correspondiente para el área de influencia a *Prunus persica* (Durazno)
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.11 Otros cultivos permanentes arbustivos, Municipio Pamplona** **Fotografía 5.12 Otros cultivos permanentes arbustivos *(Prunus persica)*, municipio Pamplona. Coordenadas: Este: 1160675,6466; Norte: 1309579,4362**

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Pastos Limpios	
Nivel 1	Territorios Agrícolas
Nivel 2	Pastos
Nivel 3	Pastos limpios
Código	2.3.1.
Área AI (ha)	161,33
Área de Intervención (ha)	22,53
Descripción General	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región. En los municipios de Pamplona y Pamplonita, la ganadería que se practica es a baja escala; la rotación de potreros, la cual consiste en trasladar el ganado de un lugar a otro; esto con la finalidad de que el área de no pastoreo se recupere para la siguiente temporada, asociado a manejo de forraje con pastos de *Brachiaria, Pennisetum y Cynodon* principalmente de hojas angostas y simples, constituye la principal práctica de manejo.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.13 Pastos limpios Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.14 Pastos limpios Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1160098,5647; Norte: 1308748,1482**
Pastos Arbolados	
Nivel 1	Territorios Agrícolas
Nivel 2	Pastos
Nivel 3	Pastos arbolados
Código	2.3.2.
Área AI (ha)	73,04
Área de Intervención (ha)	8,66
Descripción General	Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5 metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos.

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA		
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.15 Pastos arbolados Municipio de Pamplona** 	**Fotografía 5.16 Pastos arbolados Pastos arbolados Municipio de Pamplona Coordenadas: Este: 1159660,6366; Norte: 1308137,3488**
Pastos Enmalezados		
Nivel 1	Territorios Agrícolas	
Nivel 2	Pastos	
Nivel 3	Pastos enmalezados	
Código	2.3.3.	
Área AI (ha)	34,49	
Área de Intervención (ha)	3,34	
Descripción General	Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono	
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.17 Pastos enmalezados Municipio de Pamplona** 	**Fotografía 5.18 Pastos enmalezados Municipio de Pamplona**
Mosaico de Pastos y Cultivos		
Nivel 1	Territorios Agrícolas	
Nivel 2	Áreas agrícolas heterogéneas	
Nivel 3	Mosaico de pastos y cultivos	
Código	2.4.2.	
Área AI (ha)	13,14	

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Área de Intervención (ha)	0,93
Descripción General	Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 1,56 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual, para el área son mezclas de parcelas de pastos y cultivos donde ninguno de los cultivos representa más del 70% del área total del mosaico, cultivos principalmente de Maíz (Zea mays), Plátano (Musa sp.) y Habichuela (*Phaseolus lunatus*).
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.19 Mosaico de pastos y cultivos Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.20 Mosaico de pastos y cultivos Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159868,2514; Norte: 1308064,885**
Mosaico de pastos con espacios naturales	
Nivel 1	Territorios Agrícolas
Nivel 2	Áreas agrícolas heterogéneas
Nivel 3	Mosaico de Pastos con Espacios Naturales
Código	2.4.4.
Área AI (ha)	20,09
Área de Intervención (ha)	1,86
Descripción General	Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.21 Mosaico de pastos con espacios naturales Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.22 Mosaico de pastos con espacios naturales Coordenadas: Este: 1160913,687; Norte: 1309582,6734**
Bosque de Galería y/o Ripario	
Nivel 1	Bosques y Áreas Seminaturales
Nivel 2	Bosques
Nivel 3	Bosque de Galería y/o Ripario
Código	3.1.4.
Área AI (ha)	16,39
Área de Intervención (ha)	0,10
Descripción General	Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.23 Bosque de galería y/o ripario Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.24 Bosque de galería Municipio de Pamplona: Coordenadas: Este: 1159311,6267; Norte: 1308485,9255**
Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	
Nivel 1	Bosques y Áreas Seminaturales
Nivel 2	Áreas con vegetación herbácea o arbustiva
Nivel 3	Herbazal

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Nivel 4	Herbazal denso
Nivel 5	Herbazal denso de tierra firme
Nivel 6	Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Código	3.2.1.1.1.3.
Área AI (ha)	57,72
Área de Intervención (ha)	1,04
Descripción General	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos.
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.25 Herbazal denso de tierra firme con arbustos** **Fotografía 5.26 Herbazal denso de tierra firme con arbustos: Coordenadas: Este: 1158220,0563; Norte: 1309559,4856**
Arbustal Denso Alto	
Nivel 1	Bosques y Áreas Seminaturales
Nivel 2	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
Nivel 3	Arbustal
Nivel 4	Arbustal Denso
Nivel 5	Arbustal Denso alto
Código	3.2.2.1.1.
Área AI (ha)	33,85
Área de Intervención (ha)	2,53
Descripción General	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA		
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.27 Arbustal denso alto, municipio Pamplona.**	**Fotografía 5.28 Arbustal denso alto, municipio de Pamplona Coordenadas: Este: 1158635,0951; Norte: 1308517,2359**
Arbustal Denso Bajo		
Nivel 1	Bosques y Áreas Seminaturales	
Nivel 2	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	
Nivel 3	Arbustal	
Nivel 4	Arbustal Denso	
Nivel 5	Arbustal Denso bajo	
Código	3.2.2.1.2.	
Área AI (ha)	87,31	
Área de Intervención (ha)	4,98	
Descripción General	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos con alturas inferiores a 1,5 metros, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales.	
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.29 Arbustal denso bajo**	**Fotografía 5.30 Arbustal denso bajo Coordenadas: Este: 1159105,7771; Norte: 1308867,233**

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA	
Ríos	
Nivel 1	Superficies de agua
Nivel 2	Aguas continentales
Nivel 3	Ríos
Área AI (ha)	4,55
Área de Intervención (ha)	0,004
Descripción General	Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río (IDEAM, 2010). Los ríos se encuentran abarcando un área de 4,55 ha, lo que equivale a 0,83% del área de influencia, siendo el Río Pamplonita el afluente de mayor importancia en la zona y en el que se evidenciaron vertimientos y puntos de captación de aguas sobre este afluente
Registro Fotográfico	**Fotografía 5.31 Ríos Municipio de Pamplona** **Fotografía 5.32 Municipio de Pamplona Rio Pamplonita Coordenadas: Este: 1160038,3403; Norte: 1308400,7025**

5.2.1.2.5. Ecosistemas Terrestres identificados en el Área de Influencia

En el área de influencia de la UF 1, se identificaron 28 ecosistemas terrestres, los más representativos, corresponden a los pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y al arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental , con una ocupación del 16,74% y 15,98%, respectivamente, en la Tabla 5.6 y en la Figura 5.5 se puede observar la distribución en el AI y en el Área de Intervención.

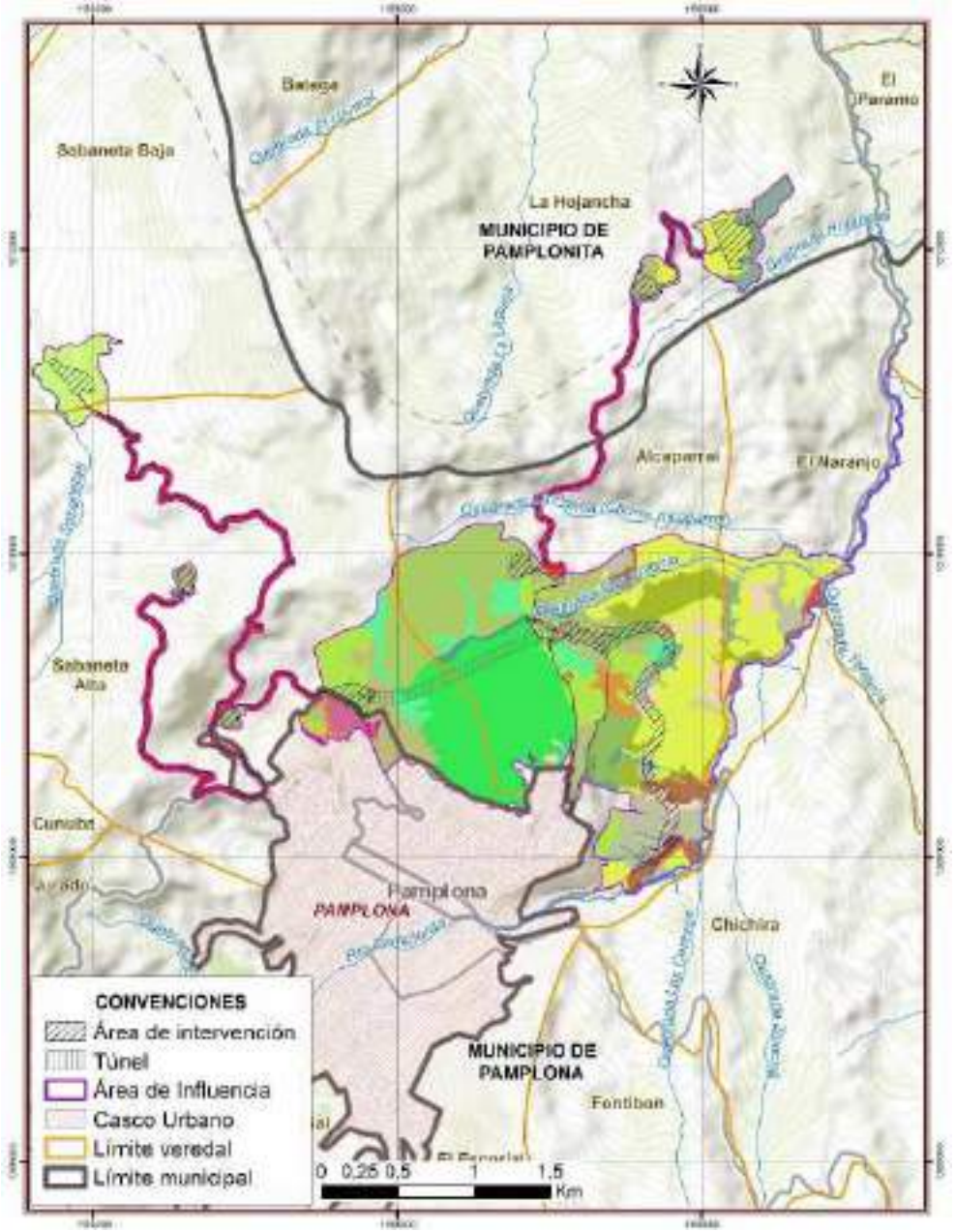
De igual manera se puede observar que el ecosistema con mayor afectación en el área de intervención corresponde a pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, seguido por el Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con una ocupación del 21,92% y 15,55%, respectivamente. en cuanto al ecosistema natural de mayor ocupación, corresponde al Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental ocupando un área del 4,98 ha del área total de intervención.

Tabla 5.6 Ecosistemas presentes en el Área de influencia del proyecto

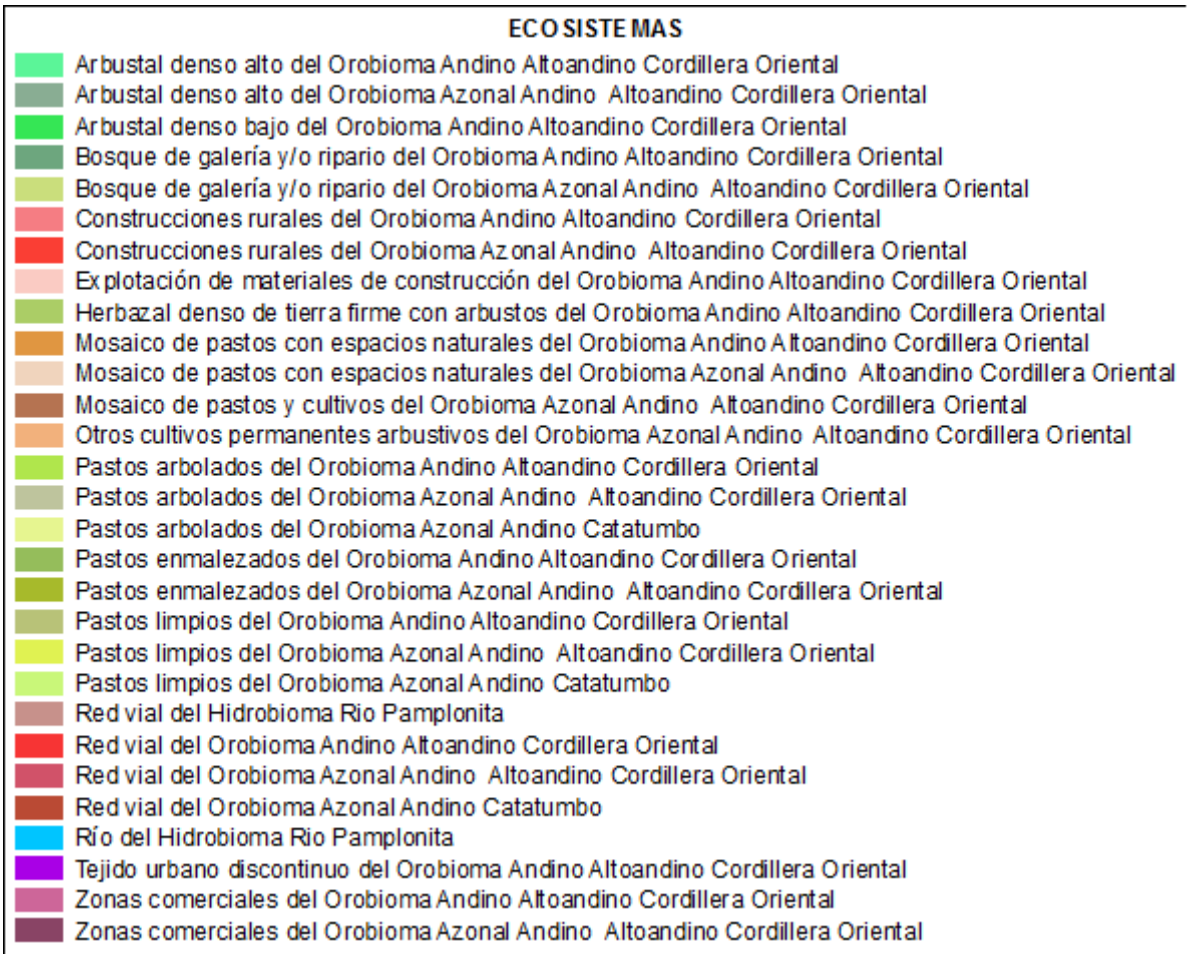
Ecosistema	Área de influencia		Área de Intervención	
	ha	%	ha	%
Hidrobioma Rio Pamplonita				
Río del Hidrobioma Rio Pamplonita	4,55	0,83	0,004	0,01
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	19,43	3,55%	0,81	1,50%
Arbustal denso bajo	87,31	15,97%	4,98	9,14%
Bosque de galería y/o ripario	6,29	1,15%	0,02	0,03%
Construcciones rurales	0,06	0,01%	0,06	0,11%
Explotación de materiales de construcción	0,73	0,13%	-	-
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	57,72	10,55%	1,04	1,91%
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,17	1,31%	0,19	0,36%
Pastos arbolados	35,76	6,54%	3,15	5,78%
Pastos enmalezados	14,44	2,64%	3,29	6,05%
Pastos limpios	54,56	9,98%	11,93	21,92%
Tejido urbano discontinuo	30,33	5,55%	-	-
Red vial	0,85	0,16%	6,31	11,59%
Zonas comerciales	4,48	0,82%	0,29	0,52%
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	14,42	2,64%	1,71	3,14%
Bosque de galería y/o ripario	10,10	1,85%	0,09	0,16%
Construcciones rurales	1,27	0,23%	0,06	0,11%
Mosaico de pastos con espacios naturales	12,92	2,36%	1,66	3,05%
Mosaico de pastos y cultivos	13,14	2,40%	0,93	1,71%
Otros cultivos permanentes arbustivos	0,40	0,07%	-	-
Pastos arbolados	34,07	6,23%	4,48	8,23%
Pastos enmalezados	20,05	3,67%	0,04	0,08%
Pastos limpios	91,46	16,72%	8,46	15,55%
Red vial	3,50	0,64%	0,57	1,05%
Zonas comerciales	1,08	0,20%	0,70	1,28%
Orobioma Azonal Andino Catatumbo				
Pastos arbolados	3,20	0,59%	1,04	1,90%
Pastos limpios	15,30	2,80%	2,13	3,91%
Red vial	2,29	0,42%	0,49	0,91%
Total general	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 5.6 Ecosistemas terrestres en el Área de Influencia del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.1.2.5.1. Caracterización de los ecosistemas naturales del Área de Influencia

El análisis florístico permite conocer la composición de las especies, la estructura biológica, los rasgos físicos y su relación con el número de individuos, generando características particulares de los ecosistemas, mediante el análisis de la estructura horizontal, vertical y diamétrica. Mediante la estructura horizontal se evaluó el comportamiento de los individuos presentes en la cobertura, mediante el uso de índices y factores que expresan la ocurrencia de cada una de las especies, al igual que su importancia ecológica. La estructura vertical indica la estratificación de cada ecosistema, las categorías según las alturas y su ordenación, así como la distribución de acuerdo con su vista de perfil.

En el área de influencia del proyecto se identificaron 28 ecosistemas terrestres, de los cuales, 6 corresponden a ecosistemas naturales, sobre los cuales se llevó a cabo la caracterización florística:

- Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para el desarrollo de la caracterización florística de las coberturas naturales, se establecieron 28 parcelas transitorias, localizadas en las coordenadas Este, Norte que se presentan en la Tabla 5.7, distribuidas en 16 parcelas para el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y 12 para Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental. En el Anexo 5.2.1 Flora (A-Bases de datos Parcelas), se pueden consultar las bases de datos, de cada ecosistema muestreado.

Tabla 5.7 Ecosistemas naturales caracterizados

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G31	1159738,666	1309390,186	1159748,268	1309389,707
		G54	1159681,7	1309341,087	1159681,459	1309342,39
		G56	1159738,836	1309315,759	1159750,972	1309311,619
		G57	1159779,091	1309338,85	1159782,164	1309349,007
		G58	1159780,481	1309383,638	1159778,84	1309375,853
	Arbustal denso bajo del	G26	1158133,65	1309154,317	1158143,703	1309161,146
		G59	1158112,846	1309068,743	1158118,399	1309072,119
		G60	1158141,757	1309077,753	1158153,878	1309076,293
		G61	1158202,08	1309070,584	1158189,247	1309074

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G62	1158179,239	1309084,441	1158174,85	1309091,699
		G63	1158194,534	1309106,145	1158204,449	1309104,007
	Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	I1	1158366,531	1309354,19	1158434,718	1309421,172
		B2	1159010,684	1309612,254	1159109,373	1309599,921
		G73	1158444,251	1309424,505	1158517,872	1309436,709
		L3	1159342,814	1308498,503	1159420,11	1308444,44
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G1	1158003,639	1309148,881	1158092,606	1309138,586
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G65	1160356,833	1312249,914	1160355,11	1312223,234
		G64	1160356,254	1312230,176	1160367,105	1312222,646
		G66	1160376,943	1312221,609	1160374,718	1312216,591
		G67	1160390,604	1312223,58	1160400,143	1312226,301
		G68	1160426,14	1312232,807	1160422,891	1312240,764
		G69	1160437,166	1312228,942	1160434,472	1312239,69
		G70	1160447,315	1312250,862	1160457,889	1312264,055
		G71	1160473,972	1312276,487	1160470,804	1312267,614
		G72	1160464,855	1312321,88	1160472,684	1312309,327
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	A1	1161265,371	1311829,686	1161343,276	1311815,373
		E7	1159558,098	1308430,175	1159640,989	1308444,060
		I8	1160724,482	1309953,908	1160643,497	1309972,905

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Error de muestreo calculado para ecosistemas naturales

Para los requerimientos adicionales de flora en la Resolución 751 de 2015 del MADS, los muestreos realizados en la caracterización florística deben ser estadísticamente representativos en función del área, con una con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%. Es por ello por lo que, para los ecosistemas naturales, (cinco

ecosistemas) encontrados en el área de influencia se ha calculado el error de muestreo a partir de los volúmenes de madera registrados por unidad de muestreo y con relación al Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, dado que este ecosistema no presenta elementos arbóreos de manera homogénea, el análisis se realizo por medio la construcción de la curva de acumulación de especies, la cual se detalla en la descripcion del ecosistema.

Tabla 5.8 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (1032211)	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
desvia	0,0001
Sx	0,00006
valor t	2,78
CV%	10,5576
Error absoluto	0,0001
Error relativo	**13,11**
Lim inferior	0,0011
Lim superior	0,0015
n <15%	5
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
desvia	0,0001
Sx	0,0001
valor t	2,77645
CV%	10,55761
Error absoluto	0,0001
Error relativo	**13,11**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,001
Lim superior	0,001

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.9 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (1032212)	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
Total	0,0067
Media	0,0022
desvia	0,0002
Sx	0,00008
valor t	3,1824
CV%	6,8587
Error absoluto	0,00024
Error relativo	**10,9073**
Lim inferior	0,0020
Lim superior	0,0025
n<15%	4
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
G61	0,0024
G62	0,0023
G63	0,0022
Total	0,0136
Media	0,0023
desvia	0,0001
Sx	0,00005
valor t	2,5706
CV%	4,9237
Error absoluto	0,0000
Error relativo	**5,1667**
Lim inferior	0,0021
Lim superior	0,0024

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.10 Cálculo del error de muestro para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (10314)	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
B2	8,53

bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (10314)	
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,7
Total	31,77
Media	7,94
desvia	0,68
Sx	0,25
Valor de T	3,18
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	9,92
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73
n <15%	4
MUESTREO	
Parcela	Volumen
B2	8,53
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,7
Total	31,769
Media	7,942
desvia	0,68
Sx	0,25
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	**9,92**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.11 Cálculo del error de muestro para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (203221)	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
G64	0,30
G65	0,25
G66	0,29
G67	0,28
G68	0,21
G69	0,32
G70	0,30
G71	0,20
G72	0,36

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (203221)	
Total	2,5
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	**14,89**
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321
n<15%	8
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G64	0,30
G65	0,25
G66	0,29
G67	0,28
G68	0,21
G69	0,32
G70	0,30
G71	0,20
G72	0,36
Total	2,5
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	**14,89**
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.12 Cálculo del error de muestro para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (20314)	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
E7	8,61
A1	8,70
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53

bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (20314)	
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0,31
Error relativo	**11,63**
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32
n <15%	3
MUESTREO	
Parcela	Volumen
E7	8,61
A1	8,70
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0,31
Error relativo	**11,63**
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Composición florística general de los ecosistemas naturales

En los ecosistemas naturales presentes dentro del área de influencia de la UF1, fueron identificadas 30 especies, distribuidas en 26 géneros y un total de 18 familias, la gran mayoría de estas son arboles pequeños y arbustos típicos de ecosistemas andinos colombianos. Para las coberturas presentes en el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (4 ecosistemas) se registraron dentro del área de influencia de la UF1, 62 especies, distribuidas en 44 géneros y un total de 28 familias. (Ver Tabla 5.13). En el Anexo 5.2.1 – (B-Base de datos caracterización), se puede consultar el registro fotográfico de las especies mas relevantes.

Tabla 5.13 Composición Florística General

Familia	Especie con Autor	Nombre común	Ecosistema					
			1	2	3	4	5	6
Adoxaceae	*Viburnum pichinchense* Benth.	Sauco de monte			x			
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze	Sarno	x		x			
Araliaceae	*Oreopanax incisus* (Schult.) Decne. & Planch.	Mano tigre						x
Araliaceae	*Oreopanax gargantae* Cuatrec.	Mano de oso			x			
Asteraceae	*Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.	Sanalotodo				x		
Asteraceae	*Calea peruviana* (Kunth) S.F.Blake	Carrasposa	x			x		
Asteraceae	*Diplostephium rosmarinifolium* (Benth.) Wedd.	Romero				x		
Asteraceae	*Lourteigia stoechadifolia* (L.f.) R.M.King & H.Rob.	ViroViro				x		

Familia	Especie con Autor	Nombre común	Ecosistema					
			1	2	3	4	5	6
Asteraceae	*Stevia lucida* Lag.	Jarilla				x		
Asteraceae	*Montanoa quadrangularis* Sch.Bip.	Anime						x
Asteraceae	*Baccharis trinervis* Pers.	Chilco			x			
Asteraceae	*Ageratina popayanensis* (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	Chilco			x		x	
Betulaceae	*Alnus acuminata* Kunth	Aliso			x		x	x
Celastraceae	*Maytenus sp.01* Molina							x
Clusiaceae	*Clusia inesiana* Cuatrec.				x			
Dennstaedtiaceae	*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon	Helecho	x	x		x		
Ericaceae	*Bejaria resinosa* L.f.	Pegamosco			x			
Euphorbiaceae	*Croton pungens* Jacq.				x		x	
Fabaceae	*Inga spectabilis* (Vahl) Willd.	Guamo macheto			x			x
Fabaceae	*Erythrina edulis* Micheli	chachafruto			x			
Fabaceae	*Acacia dealbata* Link	Acacia			x			
Hypericaceae	*Vismia baccifera* (L.) Planch. & Triana	Puntelanza					x	x
Lythraceae	*Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC.	Guayacan			x			
Malvaceae	*Heliocarpus americanus* L.	Balso blanco	x				x	
Malvaceae	*Ochroma pyramidale* (Lam.) Urb.	Majao	x					
Melastomataceae	*Miconia amblyandra* Naudin		x		x	x		
Melastomataceae	*Miconia theizans* (Bonpl.) Cogn.	Uvo			x	x		
Melastomataceae	*Miconia sp.03* Ruiz & Pav.							x
Melastomataceae	*Miconia aguirrei* L.Uribe				x			
Melastomataceae	*Miconia sp.02* Ruiz & Pav.	Tuno			x			
Melastomataceae	*Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill.	Siete cueros			x			
Melastomataceae	*Melastomataceae* sp.01 L.				x			
Moraceae	*Ficus sp.01* L.	Uvo						x
Moraceae	*Ficus velutina* Wild.							x
Myrtaceae	*Calycolpus moritzianus* (O.Berg) Burret	Cinaro			x		x	x
Myrtaceae	*Myrcia fallax* (Rich.) DC.	Sururo			x			x
Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh	Arrayán					x	
Myrtaceae	*Myrcianthes sp.01* O.Berg		x			x	x	
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.	Eucalipto						x
Oleaceae	*Fraxinus chinensis* Roxb.	Urapan						x
Oleaceae	*Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.	Urapan					x	x
Piperaceae	*Piper hispidum* Sw.	Cordoncillo	x					x
Piperaceae	*Piper aduncum* L.	Cordoncillo			x			
Piperaceae	*Piper artanthe* C.DC.	Cordoncillo			x			
Piperaceae	*Piper arboreum* Aubl.	Cordoncillo			x			
Polygonaceae	*Triplaris americana* L.	Varasanta			x			
Primulaceae	*Myrsine latifolia* (Ruiz & Pav.) Spreng.	Cucharo	x	x	x	x	x	
Primulaceae	*Myrsine pellucida* (Ruiz & Pav.) Spreng.	Mantequillo, cucharillo	x	x	x	x		
Primulaceae	*Myrsine coriacea* (Sw.) Roem. & Schult.	Cucharo			x			
Rhamnaceae	*Rhamnus sphaerosperma* Sw.	Cabo de hacha, palo amarillo			x		x	
Rubiaceae	*Palicourea myrtifolia* K.Schum. & K.Krause	Amarillo			x			
Rubiaceae	*Palicourea thyrsiflora* (Ruiz & Pav.) DC.	Cafeto			x			
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	Tachuelo			x			
Salicaceae	*Salix humboldtiana* Willd.	Sauce						x
Sapindaceae	*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.	Hayuelo	x	x		x	x	
Solanaceae	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	Tococo			x		x	x
Solanaceae	*Deprea sp.01* Raf.				x			

Familia	Especie con Autor	Nombre común	Ecosistema					
			1	2	3	4	5	6
Solanaceae	*Sessea crassivenosa* Bitter						x	
Verbenaceae	*Lippia schlimii* Turcz.	Gallinazo						x
Verbenaceae	*Lippia hirsuta* L.f.	Gallinazo blanco			x			

1 = arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
2 = arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
3 = bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
4 = herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
5 = arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
6 = bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 5 parcelas, cada una en un área de 0,01 ha, realizadas en el municipio de Pamplona en la vereda Alcaparral. Este ecosistema se encuentra para el área de influencia más frecuentemente en relieves de pendientes moderadas a inclinadas, presenta heterogeneidad de cobertura, donde los individuos fustales son escasos o nulos, no obstante, se identifican especies heliófitas, colonizadoras de claros, presentes para el ecosistema.

Fotografía 5.33 Panorámica del Arbustal Denso Alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158729,8154; Norte: 1309680,0539

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Composición Florística

En el muestreo realizado para el ecosistema de arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se registraron 2 individuos fustales, correspondiente a 2 especies y 2 familias, lo anterior es consistente con la definición de esta formación vegetal, la cual se encuentra constituida principalmente por elementos arbu
stivos, que pueden presentar elementos arbóreos dispersos (IDEAM , 2010). En la Tabla 5.14 se relacionan las especies fustales (DAP ≥ 10 cm) encontradas.

Tabla 5.14 Composición Florística en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

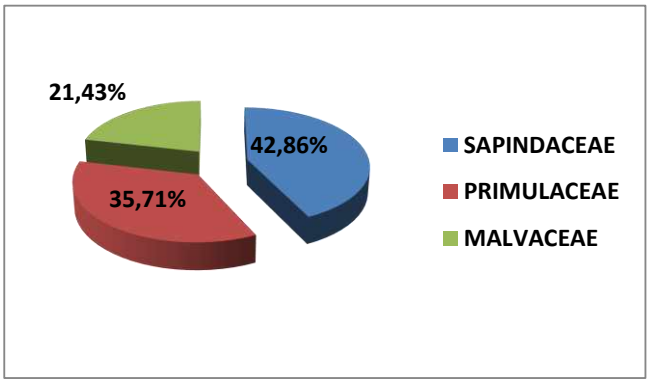
No	Familia	Genero	Especie	No de Individuos
DAP ≥ 10 cm				
1	Malvaceae	Ochroma	*Ochroma pyramidale*	1
2	Piperaceae	Piper	*Piper hispidum*	1
DAP ≤ 10 cm				
1	Malvaceae	Heliocarpus	*Heliocarpus americanus*	3
2	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*	3
3	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine pellucida*	2
4	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*	6

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Al ser este un ecosistema donde predominan elementos arbustivos, son pocos los elementos fustales hallados en el inventario, por tal razón para aportar mayor información al análisis estructural del ecosistema y obtener una mejor representación de los estratos inferiores se incluyeron también los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 1 cm y menores a 10, ya que como lo plantea Gentry (Gentry, 1982, citado por Vega et al., 2008) cuando el objetivo es evaluar la diversidad arbustiva se incluyen los elementos con diámetros menores a 10 cm.

Para la composición florística de los individuos con DAP menores a 10 cm, se registraron 14 individuos, representados en 4 especies, agrupadas en 3 géneros y 3 familias. Para esta categoría se puede observar en la Figura 5.7 las familias y porcentaje de individuos en la caracterización florística de este ecosistema, en donde las familias más abundantes en este ecosistema fueron Sapindaceae con 6 individuos, donde se presenta una sola especie que corresponde a Dodonaea viscosa, que corresponde con los registros de composición encontrados en arbustales (Cardozo, 1965; Van der Hammen & González; 1965; citados por DAMA y Corporación Suna Hisca, 2003), congregando el 42,86% del total de registros del ecosistema. Seguido de estas dos familias se encuentra la familia Primulaceae y Malvaceae con el 35,71% (5 individuos) y 21,43% (3 individuos) respectivamente.

Figura 5.7 Abundancia de familias presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura Horizontal

La estructura horizontal es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones sobre la superficie del bosque (Melo & Vargas, 2003). Esta puede evaluarse a través de índices que muestran la importancia ecológica dentro del ecosistema, para esto se determinó la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI). (Ver Tabla 5.15).

Al observar los datos del IVI para las 2 únicas especies que conforman la formación vegetal con DAP ≥10 cm, constituyen cada una aproximadamente la mitad del IVI, sin embargo, la especie *Piper hispidum* es la que representa en mayor valor entre las dos con 159,14%, esto por contar con mayor dominancia relativa.

La especie *Piper hispidum* se encuentra distribuida por todos los departamentos en Colombia y está catalogada como una especie pionera y colonizadora de espacios abiertos, ya que necesita de luz solar directa para su desarrollo, así mismo *Ochroma pyramidale* es una especie pionera, que encuentran en este ecosistema las condiciones propicias para desarrollarse.

Tabla 5.15 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

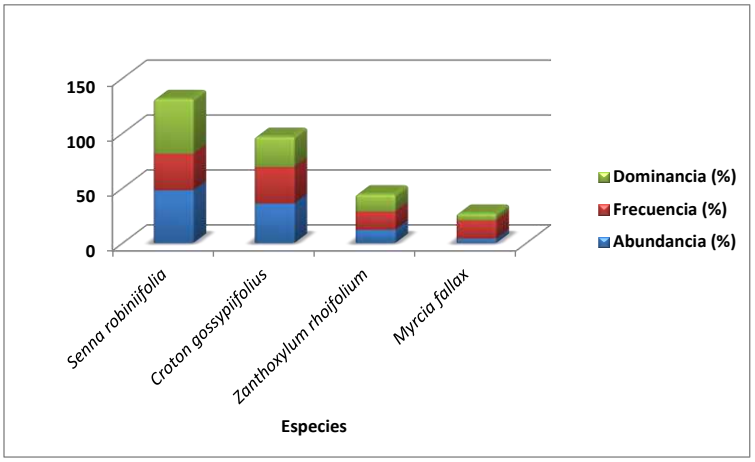
DAP (cm)	Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
			Aa	Ar	Fa	Fr	Da	dr	
≥10	*Piper hispidum*	20	1	50	20	50	0,012	59,14	159,14
	Ochroma pyramidale	20	1	50	20	50	0,008	40,86	140,86
Total		40	2	100	40	100	0,020	100	300
<10	*Dodonaea viscosa*	480	6	42,86	60	42,86	0,002	42,68	128,40
	Myrsine latifolia	240	3	21,43	40	28,57	0,001	21,98	71,98
	Heliocarpus americanus	240	3	21,43	20	14,29	0,001	17,12	52,83
	Myrsine pellucida	16	2	14,29	20	14,29	0,001	18,21	46,78

DAP (cm)	Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
			Aa	Ar	Fa	Fr	Da	dr	
Total		1120	14	100,00	140	100,00	0,005	100,00	300,00
Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.									

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para las especies presentes con DAP menores a 10 cm, de las 4 especies que componen la categoría, *Dodonaea viscosa*, *Myrsine latifolia* y *Heliocarpus americanus* fueron las especies que registraron mayor IVI, donde la primera ocupa más de la tercera parte del IVI con un valor de 128,40 (Ver Figura 5.8)

Figura 5.8 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Con respecto a la densidad de individuos con diámetros mayores a iguales a 10 cm, se observó una densidad en estado fustal de 2 árboles en 0,05 hectáreas, lo que correspondería a 40 individuos por hectárea. Para los individuos con diámetros menores, se tiene una densidad de 14 árboles en 0.0125 hectáreas, para un total de 1120 individuos por hectárea (ind/ha), en la
Tabla 5.15 se observa que la especie con mayor densidad, la cual corresponde a *Dodonaea viscosa* con 480 ind/ha, arbusto que se desarrolla en suelos muy erosionados y con fuertes pendientes, cuya dispersión se realiza por el viento, la cual es indicadora de ambientes perturbados.

i. Coeficiente de mezcla (CM)

El coeficiente de mezcla o factor de heterogeneidad mide la intensidad de mezcla y se obtiene dividiendo el número de especies por el número de árboles inventariados (Lamprecht, 1990). Cuando más grande es el denominador el bosque es más homogéneo y viceversa.

Para el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se presenta el valor calculado para los individuos con DAP mayor o igual a 1 cm y menores a 10, ya que, para la categoría de fustales, es decir para aquellos individuos con DAP mayores o iguales a 10 solamente se hallaron 2 árboles, correspondientes a 2 especies lo que daría un ecosistema totalmente heterogéneo. Entonces, el valor hallado para la intensidad de mezcla para el ecosistema es de 0,29, lo cual indica que la comunidad vegetal asociada a este ecosistema tiene tendencia a la homogeneidad, siendo un ecosistema con cierta proporción de mezcla sin demasiada heterogeneidad

Tabla 5.16 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

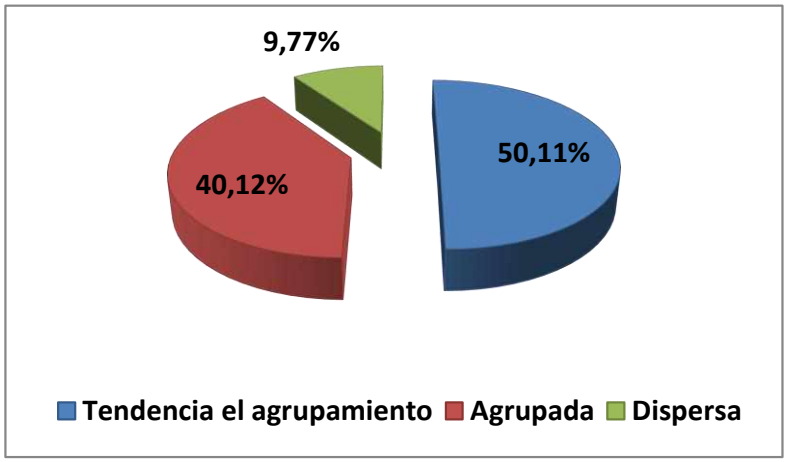
Número de especies	Número de individuos	Coeficiente de mezcla	Tendencia
4	14	0,29	A la homogeneidad

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que, de las 4 especies que presentan DAP menores a 10 cm, el 50,11% (2 especies) son tendientes al agrupamiento, el 40,12% (1 especie) es agrupado y el 9.77 % es dispersa (1 especie) la cual corresponde a *Dodonaea viscosa*, debido a que es más común verla distribuida en el ecosistema debido a su abundancia y frecuencia (Figura 5.9).

Figura 5.9 Grados de agregación en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



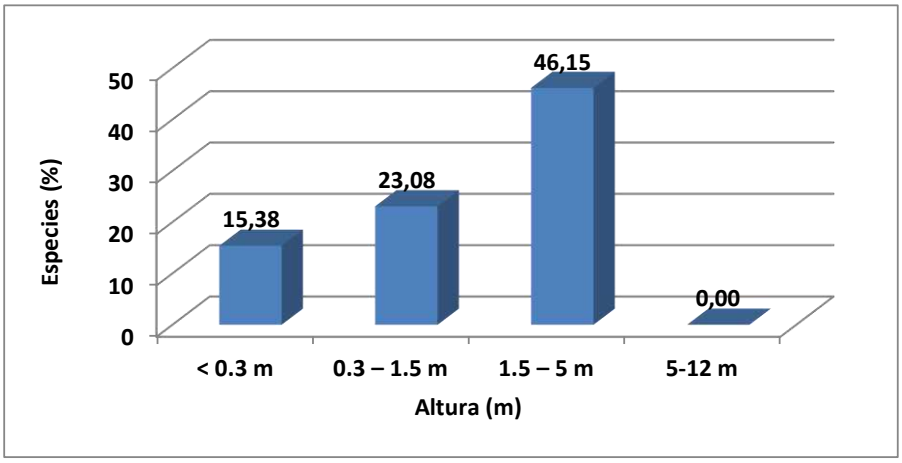
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura vertical

Para la estructura vertical en este ecosistema se analizaron los diferentes estratos del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, dividiéndolos por estratos según la altura, los cuales se diferenciaron en: Rasante ≤0,3 m; Herbáceo 0,31-1,5 m; Arbustivo 1,51 – 5 m; Arbóreo 5,1-12 m (Rangel & Velázquez, 1997).

En la Figura 5.10 se muestra la estratificación del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, representando las alturas con respecto a la ocupación de especies en el estrato, donde se evidencia que el mayor porcentaje de especies está representado por el estrato arbustivo con el 46.15%, que corresponde a las alturas entre 1.5 y 5 metros, le siguen en porcentaje de especies los estratos herbáceo y rasante con 23.08% y 15.38% respectivamente, no se evidencia la presencia del estrato arbóreo.

Figura 5.10 Estructura vertical del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



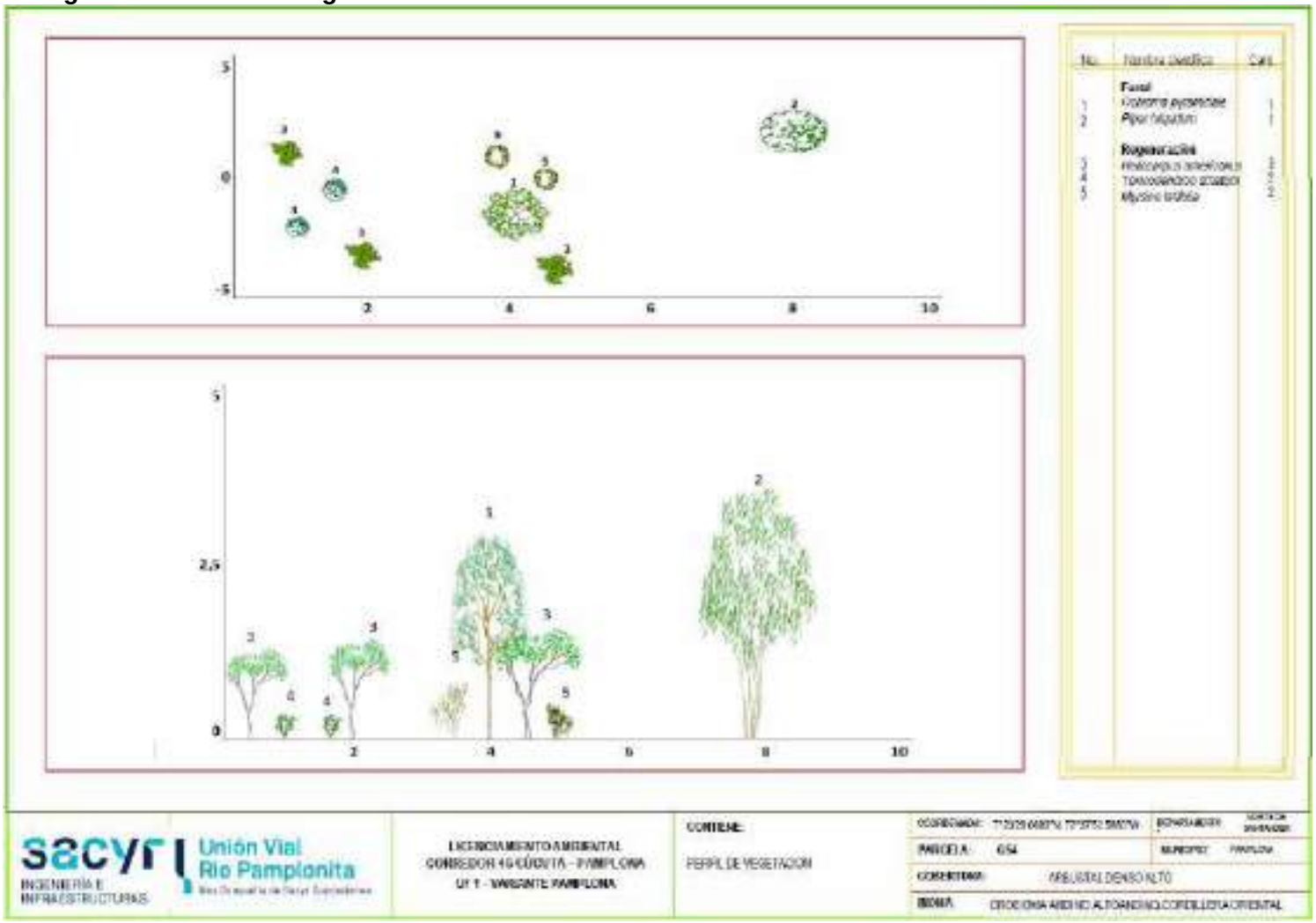
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

i. Perfil de Vegetación

La Figura 5.11, muestra el perfil de vegetación generado a partir de la parcela de muestreo G54 de 0,01 ha (10 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema. Se puede observar que los individuos de esta parcela no superan los 5 metros de altura y que se distribuyen en estratos inferiores; además de claros entre los individuos con diámetros mayores o iguales a 10 centímetros que se encuentran de manera aislada, característico de este ecosistema, dando paso al desarrollo de especies que necesitan de plena exposición de luz solar para su desarrollo que se encuentran en estratos inferiores. Las especies fustales identificadas en la parcela corresponden a especies heliofitas de rápido crecimiento colonizadoras de claros como lo son *Ochroma pyramidale* y *Piper hispidum* . (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion).

.

Figura 5.11 Perfil de vegetación del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura total

Para este ecosistema, se encontraron en 0,05 ha 2 individuos, agrupados en 2 clases diamétricas para especies con DAP mayores a 10 cm. La distribución diamétrica presentada en la Tabla 5.17, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

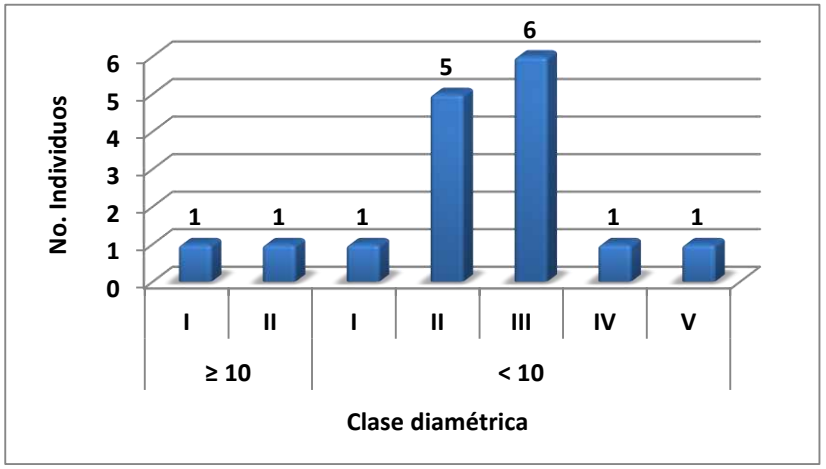
Tabla 5.17 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

DAP	Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen		Área basal
			Absoluta	Relativa	Comercial	Total	
≥10	I	10,19- 11,22	1	50,00	0,006	0,020	0,033
	II	11,23-12,22	1	50,00	0,017	0,033	0,038
Total			**2**	**100,00**	**0,022**	**0,053**	**0,020**
<10	I	1,59 - 1,86	1	7,14	-	0,0003	0,0002
	II	1,87 - 2,13	5	35,71	-	0,0019	0,0015
	III	2,14 - 2,41	6	42,86	-	0,0030	0,0023
	IV	2,42 - 2,68	1	7,14	-	0,0005	0,0004
	V	2,69 - 3,73	1	7,14	-	0,0009	0,0006
Total			**14**	**100,00**	**-**	**0,0065**	**0,0051**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La distribución de los individuos con DAP mayores o iguales a 10 cm por clases diamétricas, como se observa en la Figura 5.12, esta de forma equitativa para ambas clases, ya que en cada clase existe un solo individuo.

Figura 5.12 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso alto del arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

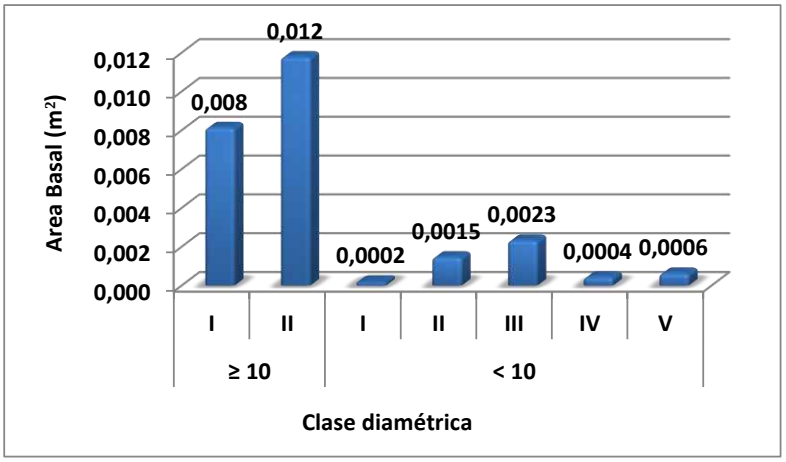


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

i. Cálculo del área basal

El área basal de este ecosistema para individuos con DAP > 10 cm, fue de 0,020 m^2 en 0,05 ha, considerándose bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas y también por las características propias del ecosistema en estudio. La mayor área la reporta la clase diamétrica II con 0,038 m^2. (Ver Figura 5.13)

Figura 5.13 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

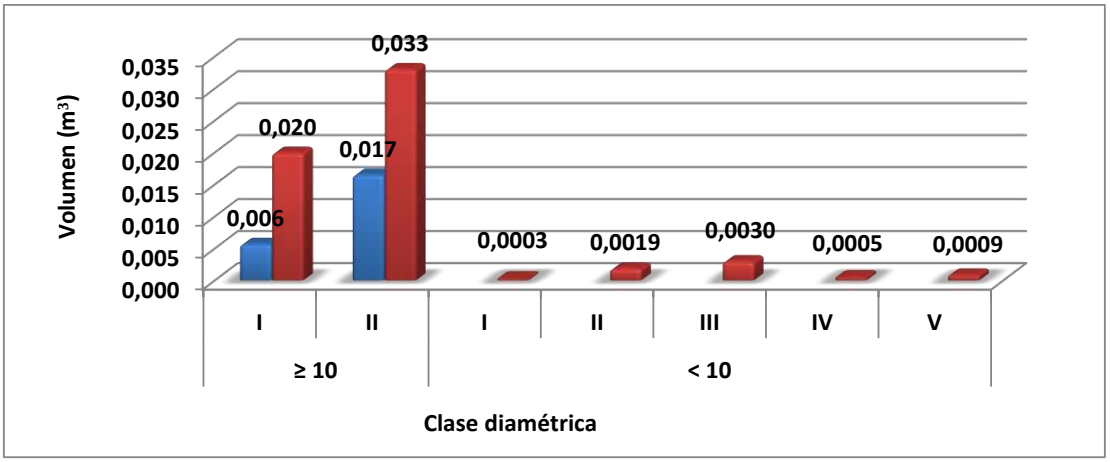
Para individuos con diámetros menores, el área basal es de 0,005 m^2, en donde la mayor área basal está representada por la clase diamétrica III con 0,002 m^2

ii. Cálculo del volumen total y comercial

El volumen comercial y total hallado para un área de 0,05 ha, en individuos con diámetros mayores o iguales a 10 cm, fue de 0,022 m^3 y 0,053 m^3 respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal.

El mayor volumen total se presenta en la clase II con un valor de 0,03 m^3, así mismo para el volumen comercial con 0,017, esto debido a que el único individuo representado por esta clase diamétrica presenta buen porte, mayor altura y DAP con respecto al otro individuo (Ver Figura 5.14). Para aquellos individuos con diámetros menores a 10 cm, solo se presenta la información del volumen total.

Figura 5.14 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Índices de diversidad y riqueza

La diversidad se evaluó por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick, en la Tabla 5.18, se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Para los individuos con DAP mayores a 10 cm caracterizados en las cinco parcelas se encontraron solo 2 individuos pertenecientes a 2 especies, con estos datos su diversidad y riqueza en los índices evaluados da como baja y solo para el índice de Shannon – Wiener su diversidad que reporta en 0,69 se considera muy baja.

Tabla 5.18 Índices de diversidad en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

DAP (cm)	Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
≥10	0,69	1,44	1,41
<10	1,77	1,14	1,07

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para aquellos con DAP menores a 10 cm, se registró 14 individuos representados en 4 especies, el índice de Margalef presentó una riqueza de especies de 1,14 lo cual evidencia un ecosistema con poca biodiversidad. Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,07 que también muestra poca diversidad. Así mismo, el índice Shannon refleja un ecosistema con baja diversidad ya que su valor es de 1,77, lo cual es concordante con los valores obtenidos para los otros índices de riqueza evaluados.

Se puede concluir entonces que tantos para los individuos con DAP mayores y menores de 10 cm, la diversidad y riqueza evaluada es baja, esto en parte responde a la intervención antrópica o las perturbaciones naturales en los ecosistemas y también a las características propias del ecosistema.

Regeneración natural

La existencia de la regeneración natural garantiza la sostenibilidad del ecosistema en el tiempo, para su análisis fue evaluada en 3 tipos de categorías de tamaños. Para la primera categoría de tamaño (Ct1) individuos con alturas menores a 30 cm pertenecientes a los renuevos o plántulas, en la segunda categoría de tamaño (Ct2) individuos con alturas entre los entre 31 a 150 cm representado por los brinzales y los latizales en la tercera categoría (Ct3) individuos con alturas mayores a 150 cm y DAP menor a 10 cm.

En la regeneración natural de este ecosistema se registraron 67 individuos de los cuales, el mayor aporte de individuos lo hacen los brinzales con 40 individuos, seguido por los latizales con 14 individuos y finalmente los renuevos con 13 individuos. Se identificaron 8 especies, 7 géneros y 7 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5.19.

Tabla 5.19 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

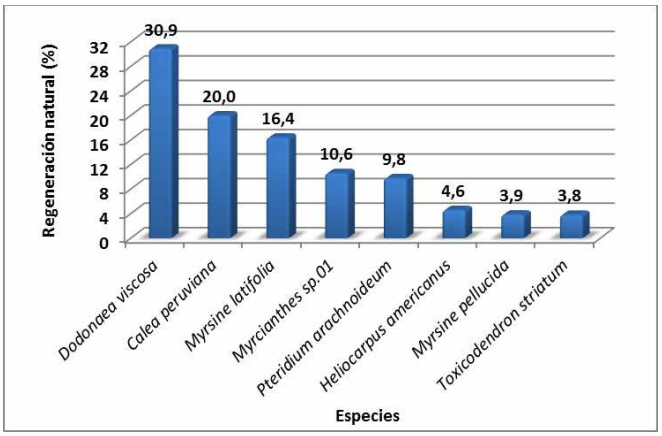
Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Dodonaea viscosa	22	32,84	80	28,57	4	0,1	12	0,18	6	0,09	31,35	30,92
Calea peruviana	15	22,39	20	7,14	0	0	15	0,22	0	0,00	30,53	20,02
Myrsine latifolia	9	13,43	60	21,43	0	0	6	0,09	3	0,04	14,35	16,40
Myrcianthes sp.01	7	10,45	20	7,14	0	0	7	0,10	0	0,00	14,25	10,61
Pteridium arachnoideum	7	10,45	40	14,29	7	0,10	0	0	0	0,00	4,63	9,79
Heliocarpus americanus	3	4,48	20	7,14	0	0	0	0	3	0,04	2,14	4,59
Myrsine pellucida	2	2,99	20	7,14	0	0	0	0	2	0,03	1,42	3,85
Toxicodendron striatum	2	2,99	20	7,14	2	0,03	0	0	0	0,00	1,32	3,82
Total, general	**67**	**100**	**280**	**100**	**13**	**0,19**	**40**	**0,60**	**14**	**0,21**	**100**	**100**

Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.15, se muestra la gráfica de distribución de las 8 especies que hacen parte de las categorías de tamaño de latizal, brinzal y renuevo, la especie que hace la mayor contribución al índice de regeneración es *Dodonaea viscosa*. Le siguen, en importancia las especies *Myrsine latifolia y Calea peruviana*.

Figura 5.15 Regeneración natural por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 6 parcelas en un área de 0,06 ha, realizadas en el municipio de Pamplona en la vereda Alcaparral y Sabaneta Alta. Dentro del área de estudio presenta similares condiciones a las del arbustal denso alto, sin embargo, se evidencia mayor mezcla con pastizales, siendo dominante la especie *Dodonea viscosa,* correspondiente a un arbusto de distribución cosmopolita.

Fotografía 5.34 Panorámica del Arbustal Denso Bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158638,581; Norte: 1309243,702

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Composición Florística

En el muestreo realizado para el ecosistema de arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental no se registraron individuos fustales (DAP≥10 cm), lo cual es consistente con el tipo de ecosistema, ya por las condiciones fisionómicas de la vegetación se presentan individuos que no superan los 1.5 m de altura en donde se distinguen dos estratos el herbáceo y el rasante como lo más sobresalientes, por ende, sus diámetros también serán menores. En la Tabla 5.20, se relacionan las especies encontradas con diámetros iguales o mayores a 1 cm.

Tabla 5.20 Composición Florística en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

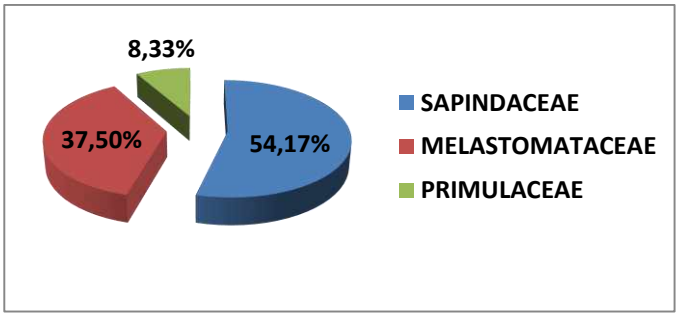
No	Familia	Genero	Especie	No de Individuos
1	Melastomataceae	Miconia	*Miconia amblyandra*	9
2	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*	2
3	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*	13

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Al ser este un ecosistema donde predominan elementos arbustivos de porte bajo y como el objetivo es evaluar la diversidad arbustiva se incluyen los elementos con diámetros menores a 10 cm, así como lo plantea Gentry (Gentry, 1982, citado por Vega et al., 2008). En este caso como no se hallaron individuos con diámetros mayores a 10 cm, el análisis estructural de la vegetación se centró en aquellos elementos de porte bajo con diámetros iguales o mayores a 1 cm, ya que así se obtiene una representación de los de los estratos inferiores que son en los que está representado el ecosistema.

Para la composición florística, se registraron 24 individuos, representados en 3 especies, agrupadas en el mismo número de géneros y familias (3). Se puede observar en la Figura 5.16 las familias y porcentaje de individuos en la caracterización florística de este ecosistema, en donde las familias más abundantes en este ecosistema fueron Sapindaceae con 13 individuos, donde se presenta una sola especie que corresponde a *Dodonaea viscosa*, congregando el 54,17% del total de registros del ecosistema. Seguido están las familias Melastomataceae y Primulaceae con el 37,50% (9 individuos) y 8,33% (2 individuos) respectivamente.

Figura 5.16 Abundancia de familias presentes en el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura Horizontal

En la Tabla 5.21, se ordenaron las especies en función al IVI de mayor a menor, en la misma se muestra también los resultados para la densidad. Teniendo en cuenta el muestreo levantado para el ecosistema en 6 parcelas de arbustales, se presentaron solo 3 especies que al analizar los parámetros de abundancia, frecuencia y dominancia relativa, la especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal del ecosistema, está representado por *Dodonaea viscosa* con el 147,35%, la cual constituye aproximadamente la mitad del índice de valor de importancia, se puede apreciar que en los tres parámetros analizados también los domina como la especie de mayor valor en los tres.

En importancia le sigue la especie *Miconia amblyandra* con 123,95% del valor del IVI, finalmente la especie de menor importancia ecológica está dada por *Myrsine latifolia* aportando el 28,70% del valor del índice.

Tabla 5.21 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	dr	
Dodonaea viscosa	867	13	54,17	100,00	42,86	0,01	50,32	147,35
Miconia amblyandra	600	9	37,50	100,00	42,86	0,00	43,59	123,95
Myrsine latifolia	133	2	8,33	33,33	14,29	0,00	6,08	28,70
Total	**1600**	**24**	**100,00**	**233,33**	**100,00**	**0,01**	**100,00**	**300,00**

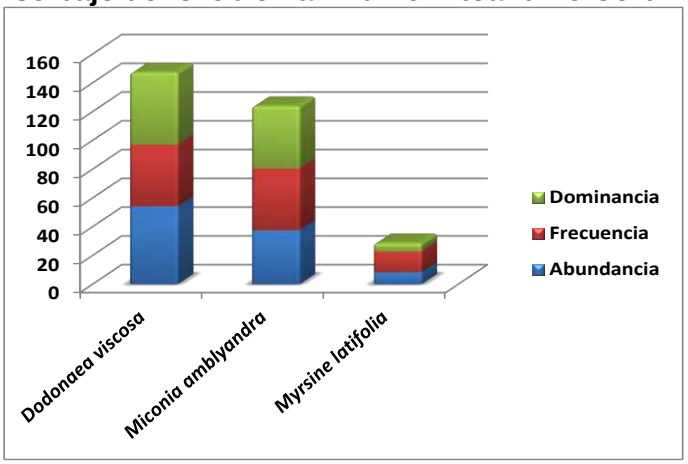
Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La especie *Dodonaea viscosa* presenta una distribución cosmopolita, presente en la mayoría de los departamentos del país, y está catalogada como una especie pionera y colonizadora de espacios abiertos (Ramos Montaño, 2002), es lógico entonces, encontrarla creciendo en este tipo de ecosistema, ya que las condiciones de luz solar ayuda a que se desarrolle; *Myrsine latifolia* es una especie que se encuentra distribuida en los Andes, otras especies de este género están catalogadas como pioneras intermedias que también

requieren de un alto grado de iluminación para desarrollarse, así mismo para la especie *Miconia amblyandra* (Vargas Pérez & Jiménez Núñez, 2017). Con respecto a la densidad, la cual se determina como el número de individuos presentes por unidad de superficie, para este ecosistema se observó una densidad de 1600 individuos por ha. (Ver Figura 5.17)

Figura 5.17 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

i. Coeficiente de mezcla (CM)

Para el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se presenta el valor calculado para los individuos con DAP mayor o igual a 1 cm y menores a 10, ya que no se registran individuos fustales (DAP ≥ 10cm). El valor hallado para la intensidad de mezcla para el ecosistema es de 0,13, lo cual indica que la comunidad vegetal asociada a este ecosistema tiene tendencia a la homogeneidad (ver
Tabla 5.22)

Tabla 5.22 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

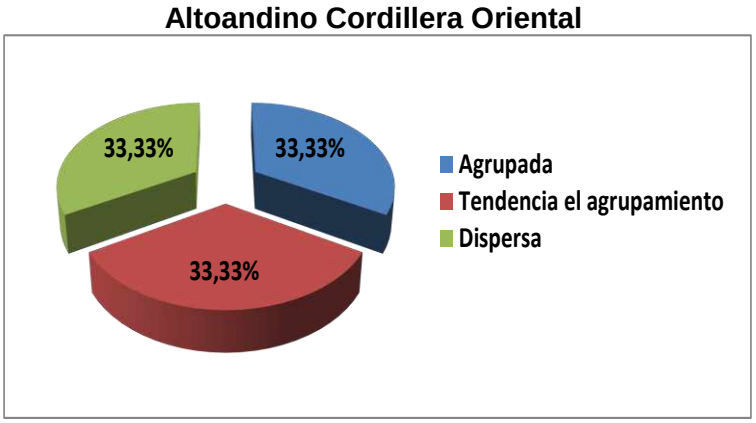
Número de especies	Número de individuos	Coeficiente de mezcla	Tendencia
3	24	0,13	A la homogeneidad

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que, este se distribuye de manera equitativa en las 3 especies presentes en el estrato arbustivo (altura entre 1.51 – 5 metros) donde cada una representa el 33.33% de especies tendientes al agrupamiento, dispersa y agrupada (Ver Figura 5.18).

Figura 5.18 Grados de agregación en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino



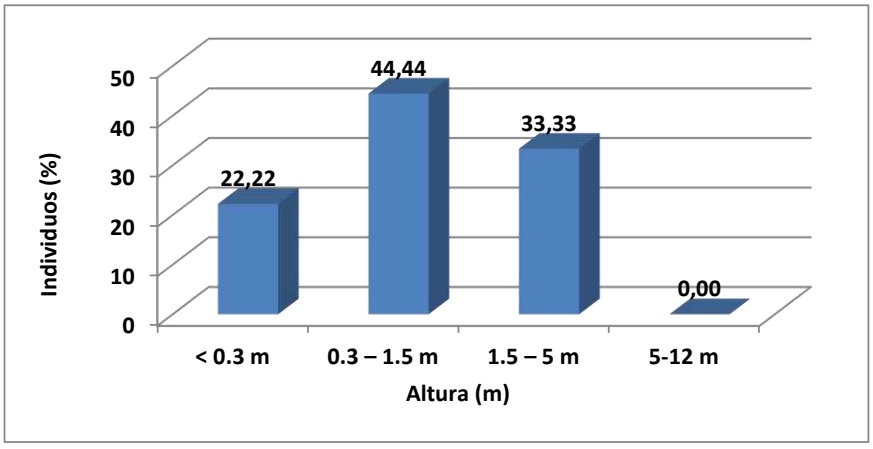
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura vertical

Para la estructura vertical en este ecosistema se analizaron los diferentes estratos del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, dividiéndolos por estratos según la altura, los cuales se diferenciaron en: Rasante ≤0.3 m; Herbáceo 0.31–1.5 m; Arbustivo 1.51 – 5 m; Arbóreo 5.1-12 m (Rangel & Velázquez, 1997).

En la Figura 5.19, se presenta la estratificación del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, que está representada en las alturas con respecto a las especies, donde se evidencia que el mayor porcentaje de especies está representado por el estrato herbáceo que corresponde a aquellas especies e individuos que presentan altura entre 0.3 y 1.5 m con un 44.44% de las especies, con poca diferencia le sigue el estrato arbustivo con 33.33% y que corresponde a aquellas con alturas entre 1.5 y 5 metros. No se evidencia la presencia del estrato arbóreo.

Figura 5.19 Estructura vertical del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

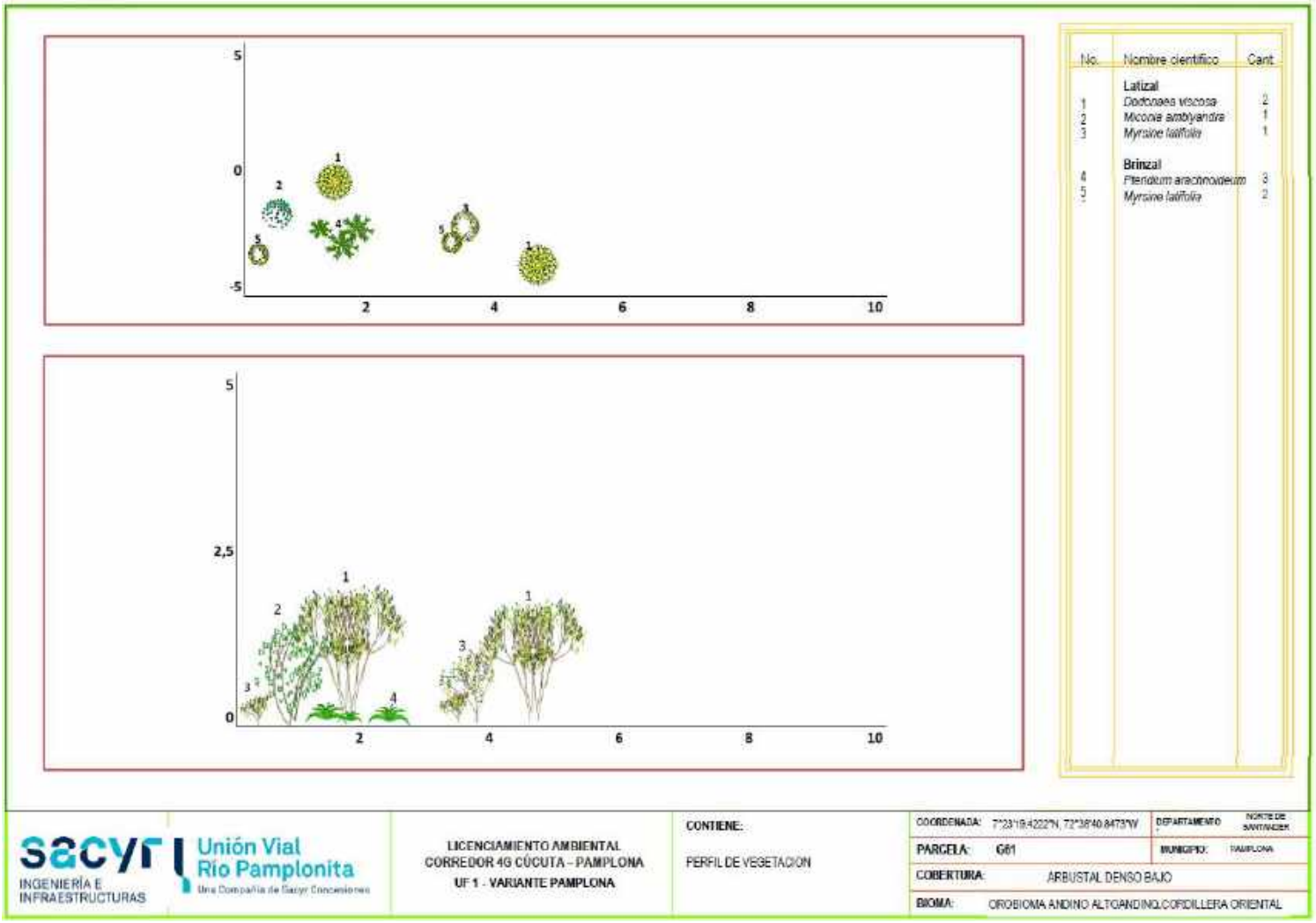


Fuente: Aecom - ConCol, 2018

i. Perfil de Vegetación

La Figura 5.20, muestra el perfil de distribución vertical y horizontal de la vegetación generado a partir de la parcela G61 de muestreo establecida para la caracterización de este ecosistema (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion).. Se puede observar que los individuos de esta parcela no superan los 2 metros de altura y que se distribuyen en estratos inferiores como el herbáceo y el rasante, lo que es propicio para el establecimiento de especies heliófitas como: *Dodonaea viscosa, Myrsine latifolia* y *Miconia amblyandra*, las cuales se encuentran representando el ecosistema, ya que las condiciones de luz solar ayudan a que se desarrollen.

Figura 5.20 Perfil de vegetación del arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura total

Para este ecosistema, se encontraron en 0,015 ha 24 individuos, agrupados en VI clases diamétricas para individuos con DAP menores a 10 cm. La distribución diamétrica presentada en la Tabla 5.23 muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, área basal, volumen total y comercial.

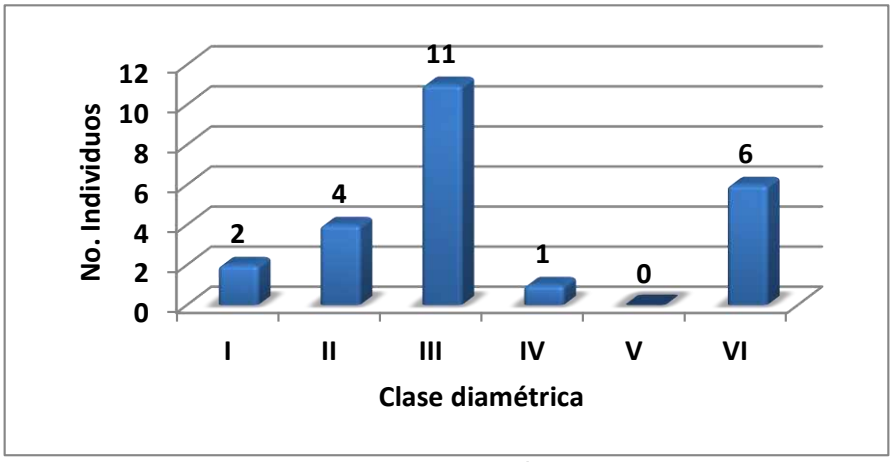
Tabla 5.23 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen		Área basal
		Absoluta	Relativa	Comercial	Total	
I	1,59 - 1,88	2	8,33	-	0,0004	0,0004
II	1,89 - 2,17	4	16,67	-	0,0014	0,0011
III	2,18 - 2,47	11	45,83	-	0,0051	0,0043
IV	2,48 - 2,76	1	4,17	-	0,0006	0,0005
V	2,77 - 3,06	6	25,00	-	0,0060	0,0048
VI	3,07 - 3,35	2	8,33	-	0,0004	0,0004
Total		**24**	**100,00**	**-**	**0,0136**	**0,0111**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la distribución de los individuos por clases diamétricas, como se observa en la Figura 5.21, se encontró que la clase III muestra la mayor población de individuos con 11 de ellos, y va disminuyendo en las clases posteriores, volviendo aumentar el número en la clase VI con pocos individuos (4). Se puede observar que en las clases diamétricas altas se presenta pocos individuos, comportamiento que muestra gran proporción de individuos muy jóvenes

Figura 5.21 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

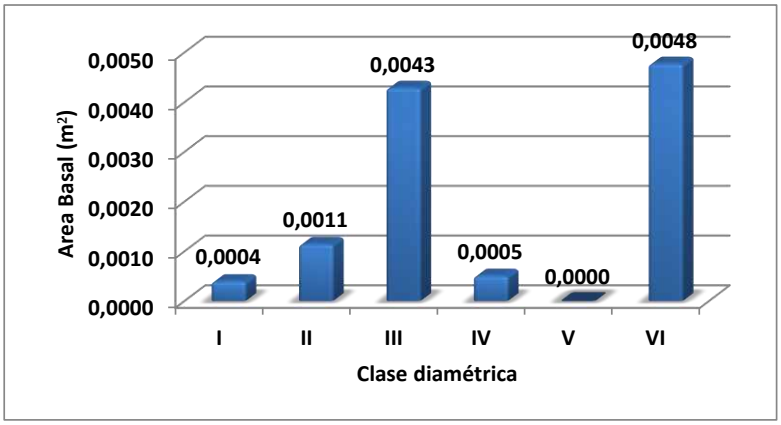


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

i. Cálculo del área basal

El área basal de este ecosistema fue de 0,001 m^2 en 0,015 ha, considerándose bajo probablemente por el estrato sobre el cual se le está calculando el área basal y también por las características propias del ecosistema en estudio. La mayor área lo reporta la clase diamétrica VI con 0,0048 m^2 (Ver Figura 5.22).

Figura 5.22 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

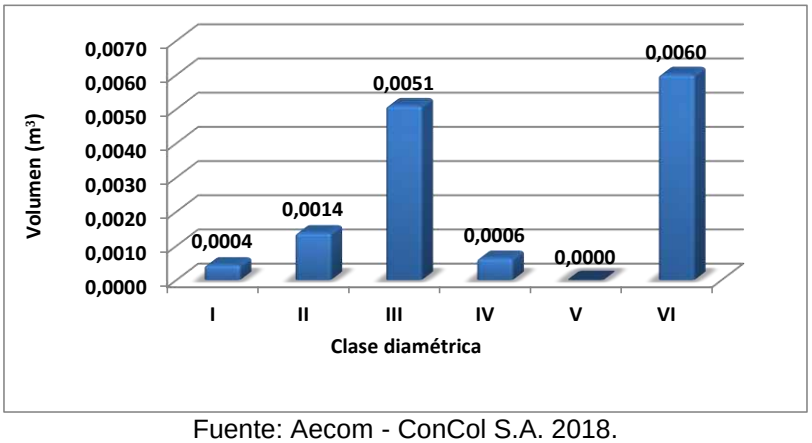


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Cálculo del volumen total

El volumen total hallado para un área de 0,015 ha fue de 0,014 m^3, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal. El mayor volumen total se presenta en la clase VI con un valor de 0,006 m^3, así mismo para el volumen comercial con 0,017, esto debido a que los individuos presentes en esta clase presentan buen porte con respecto a los otros individuos. (Ver Figura 5.23).

Figura 5.23 Volumen total por clase diamétrica en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Índices de diversidad y riqueza

La diversidad se evaluó por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick en la Tabla 5.24, se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Para aquellos con DAP menores a 10 cm, se registró 24 individuos representados en 3 especies, el índice de Margalef presentó una riqueza de especies de 0,63 lo cual evidencia un ecosistema con poca biodiversidad. Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 0,61 que también muestra poca diversidad. Así mismo, el índice Shannon refleja un ecosistema con muy baja diversidad ya que su valor es de 1,48, lo cual es concordante con los valores obtenidos para los otros índices de riqueza evaluados.

Tabla 5.24 Índices de diversidad en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,48	0,63	0,61

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Se puede concluir entonces que, en todos los índices evaluados, la diversidad y riqueza evaluada es baja, esto en parte responde a la intervención antrópica o las perturbaciones naturales en los ecosistemas y también a las características propias del ecosistema.

Regeneración natural

Para el análisis de la regeneración natural fue evaluada en tres tipos de categorías de tamaños. Para la primera categoría de tamaño (Ct1) individuos con alturas menores o iguales a 30 cm pertenecientes a los renuevos o plántulas, en la segunda categoría de tamaño (Ct2) individuos con alturas entre los entre 31 a 150 cm representado por los brinzales y los latizales en la tercera categoría (Ct3) individuos con alturas mayores a 150 cm y DAP menor a 10 cm.

En la regeneración natural de este ecosistema se registraron 84 individuos de los cuales, el mayor aporte de individuos lo hacen los brinzales y renuevos cada uno con 30 individuos, seguido por los latizales con 24 individuos. Se identificaron 5 especies, 4 géneros y 4 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5.25.

Tabla 5.25 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Pteridium arachnoideum	33	39,3	100	26,1	28	0,33	5	0,06	0	0	41,7	35,7
Dodonaea viscosa	20	23,8	100,0	26,1	0	0,00	7	0,08	13	0,15	22,0	24,0
Miconia amblyandra	9	10,7	100	26,1	0	0	0	0,00	9	0,11	9,1	15,3
Myrsine pellucida	12	14,3	33,3	8,7	2	0,02	10	0,12	0	0,00	15,2	12,7
Myrsine latifolia	10	11,9	50,00	13,0	0	0,00	8	0,10	2	0,02	12,1	12,4

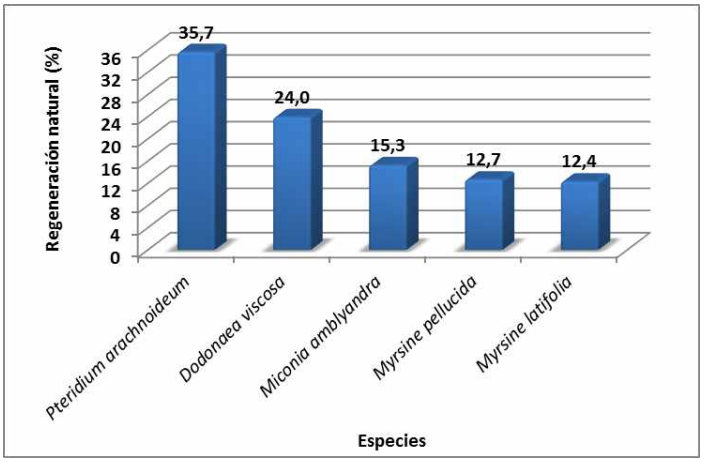
Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Total, general	**84**	**100,0**	**383,33**	**100,0**	**30**	**0,36**	**30**	**0,36**	**24**	**0,29**	**100,0**	**100,0**

Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

En la Figura 5.24, se muestra la gráfica de distribución de las especies que hacen parte de las categorías de tamaño de latizal, brinzal y renuevo, la especie que hace la mayor contribución al índice de regeneración es *Pteridium arachnoideum*, le siguen, en importancia las especies *Dodonaea viscosa y Miconia amblyandra*.

Figura 5.24 Regeneración natural por especie en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para realizar la caracterización de esta cobertura se establecieron 4 parcelas temporales, en un área de 0,4 ha, localizadas en el municipio de Pamplona, en la vereda Alcaparra; se encontró una cobertura en forma de franjas estrechas de vegetación las cuales presentan un alto grado de intervención antrópica, por lo que la vegetación ha sufrido un cambio muy significativo.

Fotografía 5.35 Panorámica del Bosque de Galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158376,4639; Norte: 1309382,0633

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Composición Florística

Para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental de los andes se registraron 117 individuos en estado fustal, entre todos representan 18 especies agrupadas en 16 número de géneros y 14 familias (ver Tabla 5.26).

Tabla 5.26 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

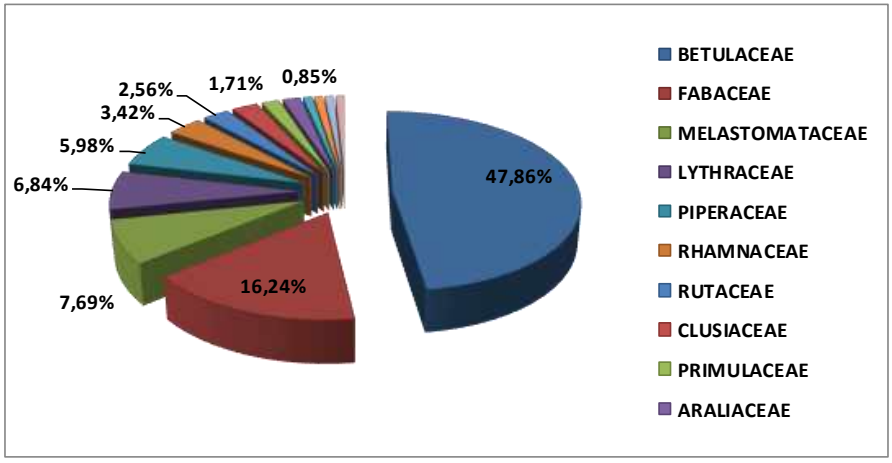
No.	Familia	Genero	Especie	No de Individuos
1	Anacardiaceae	Toxicodendron	*Toxicodendron striatum*	1
2	Araliaceae	Oreopanax	*Oreopanax gargantae*	5
3	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina popayanensis*	*1*
4	Betulaceae	Alnus	*Alnus acuminata*	56
5	Clusiaceae	Clusia	*Clusia inesiana*	8
6	Fabaceae	Erythrina	*Erythrina edulis*	1
7	Fabaceae	Inga	*Inga spectabilis*	43
8	Fabaceae	Acacia	*Acacia dealbata*	1
9	Melastomataceae	Tibouchina	*Tibouchina lepidota*	9
10	Myrtaceae	Calycolpus	*Calycolpus moritzianus*	1
11	Piperaceae	Piper	*Piper aduncum*	3
12	Piperaceae	Piper	*Piper arboreum*	4
13	Rhamnaceae	Rhamnus	*Rhamnus sphaerosperma*	4
14	Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum rhoifolium*	3
15	Polygonaceae	Triplaris	*Triplaris americana*	1
16	Lythraceae	Lafoensia	*Lafoensia acuminata*	8
17	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*	1
18	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine coriacea*	1

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.25, se muestra las familias y porcentaje de individuos en la caracterización florística de este ecosistema, en donde las familias más abundantes en este ecosistema fueron Betulaceae, Fabaceae y Melastomataceae con 47,86%, 16,24% y 7,69% individuos respectivamente.

Para la familia Betulaceae que es la de mayor representación, todos los registros corresponden a *Alnus acuminat*a, especie ampliamente distribuida en América la cual se encuentra conformando ecosistemas andinos. Con respecto a la familia Fabaceae está representada principalmente por *Inga*, muchas de las especies de esta familia presentan una amplia distribución y son comunes en los ecosistemas andinos, ya que según Forero & Romero (2005), representa uno de los mayores grupos de plantas con flores a nivel mundial y son consideradas el tercer grupo más diversificado y está muy bien representada en la flora colombiana. En el caso de la tercera Familia más representativa, Melastomataceae, es la séptima familia más diversa del planeta, con 180 géneros y alrededor de 4.400 especies distribuidas en todos los países intertropicales y subtropicales (Penneys 2005, Quiñones-M, 2001; citados por Mendoza y Ramirez, 2006).

Figura 5.25 Abundancia de familias presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura Horizontal

Dentro de este ecosistema la mayor representación de abundancia relativa está dada por *Alnus acuminata* con 47,86% (56 individuos), seguida de la especie *Inga spectabilis* con 14,53% (17 individuos), y de la especie *Tibouchina lepidota* con 7,69% (9 individuos), son especies que al recorrer el ecosistema tienen mayor posibilidad de ser observadas, lo que hace prever su adaptabilidad a las condiciones ambientales del ecosistema, que favorecen su dispersión y crecimiento, ya que han logrado establecerse hasta la categoría de crecimiento de fustal. El resto de las especies presentan abundancias inferiores, en donde presentaron solo un individuo (1), 8 especies con el 6,84%, presentaron dos (2) individuos 1 especies con el 1,71%, las demás registraron entre 3 y 8 individuos.

Las especies más frecuentes en el ecosistema fueron *Alnus acuminata* e *Inga spectabilis* con 35,00% y 13,33% respectivamente, seguido de *Lafoensia acuminata* y *Tibouchina lepidota* donde reportan una frecuencia de 8,33% y 6,66%, estas especies son las más representativas ya que tienen presencia en varias de las subparcelas en las unidades levantadas; el resto de especies presenta valores inferiores lo que indica que posiblemente son especies de apariciones espontáneas, no presentándose con la misma frecuencia

Las especies con mayor capacidad de mantener la productividad, por la adecuada adaptación a las condiciones medioambientales son *Alnus acuminata, Inga spectabilis* y *Tibouchina lepidota* que reportan una dominancia relativa de 53,79%, 22,16% y 7,68% respectivamente, estas especies presentan buen porte y un área basal importante que las hace importantes en la estructura horizontal de la cobertura, en las demás especies su dominancia se encuentra por debajo de estos valores.

Tabla 5.27 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Alnus acuminata	140	56	47,86	52,50	35,00	2,48	53,79	136,65
Inga spectabilis	43	17	14,53	20,00	13,33	1,02	22,16	50,02
Tibouchina lepidota	23	9	7,69	10	6,67	0,35	7,68	22,04
Lafoensia acuminata	20	8	6,84	12,5	8,33	0,14	3,11	18,28
Rhamnus sphaerosperma	10	4	3,42	10,00	6,67	0,09	2,04	12,13
Piper arboreum	10	4	3,42	7,5	5,00	0,06	1,19	9,61
Piper aduncum	8	3	2,56	5,00	3,33	0,09	1,95	7,85
Zanthoxylum rhoifolium	8	3	2,56	5	3,33	0,07	1,41	7,31
Clusia inesiana	8	3	2,56	2,5	1,67	0,13	2,74	6,97
Oreopanax gargantae	5	2	1,71	5	3,33	0,06	1,39	6,43
Toxicodendron striatum	3	1	0,85	2,50	1,67	0,03	0,66	3,18
Triplaris americana	3	1	0,85	2,5	1,67	0,02	0,49	3,02
Ageratina popayanensis	3	1	0,85	2,5	1,67	0,01	0,32	2,84
Erythrina edulis	3	1	0,85	2,50	1,67	0,01	0,29	2,81
Calycolpus moritzianus	3	1	0,85	2,50	1,67	0,01	0,21	2,73
Myrsine latifolia	3	1	0,85	2,5	1,67	0,01	0,20	2,72
Myrsine coriacea	3	1	0,85	2,5	1,67	0,01	0,19	2,71
Acacia dealbata	3	1	0,85	2,5	1,67	0,01	0,18	2,70
Total general	**293**	**117**	**100**	**150**	**100**	**4,61**	**100**	**300**

Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Con respecto a la densidad del ecosistema que corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo, se registró un total de 117 árboles en 0,4 hectáreas, lo que corresponde a una densidad de 293 árboles/ha, este dato es importante ya que muestra la influencia de las especies en el ecosistema. En la Tabla 5.27 se observan las especies que presentan mayor densidad las cuales son *Alnus acuminata, Inga spectabilis* y *Tibouchina lepidota* con 140, 43 y 23 árboles por hectárea respectivamente,

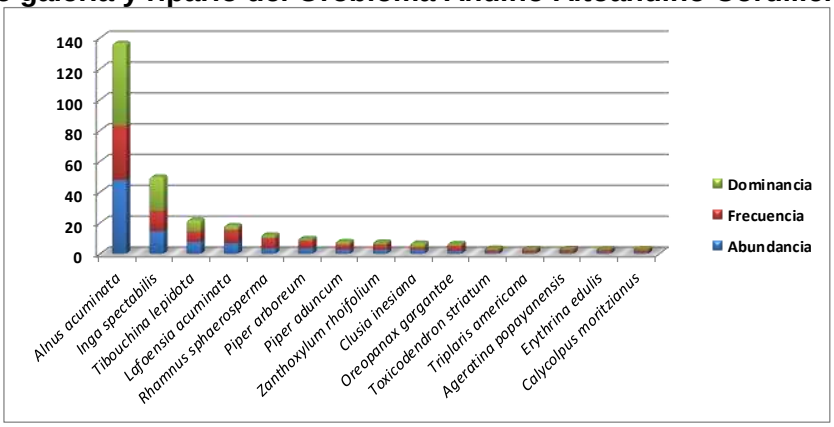
estas especies son las que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IVI.

En la Figura 5.26 se pueden observar las especies con mayores valores de IVI, a través del análisis de las tres variables que lo componen: abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia, parámetros que permiten conocer el grado de desarrollo de este ecosistema, es constante encontrar las especies *Alnus acuminata, Inga spectabilis* y *Tibouchina lepidota,* dentro de las especies más representativas, así mismo constituyen las especies con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal del ecosistema. Las cuales presentan un IVI de 136,64%, 50,02% y 22,04% respectivamente (Tabla 5.27); valores que representan el 208,71% del total calculado, son especies que presentan mayor abundancia relativa y alta dominancia por poseer los mayores diámetros.

Sobre la ecología de estas tres especies se puede decir que para: *Alnus acuminat*a está catalogada como especie pionera que se desarrolla bien en sitios perturbados y favorecen el establecimiento de otras especies dada su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico (Echeverri, Estévez & Bedoya, 2014); *Inga spectabilis* es nativa, catalogada como pionera intermedia, de distribución muy amplia, ya que se encuentra en casi todos los departamentos del país; *Tibouchina lepidota* presenta una distribución muy amplia, distribuida en la mayor parte de los departamentos del país, es propia de ambientes montañosos desde Venezuela hasta el Perú, es frecuente encontrarla en arias donde el bosque ha sido alterado o se encuentra en recuperación, por ende ha sido catalogada como especie pionera que necesita exponerse a plena luz para desarrollarse.

En tal contexto, es posible deducir que son especies que poseen una distribución amplia, lo que asegura la permanencia de sus poblaciones y adaptándose a sitios en condiciones de disturbio, demandantes de luz en sus estados juveniles, ya que colonizan espacios que han sido expuestos ocasionados tal vez por la intervención antrópica, sin embargo, son especies que cumplen con una importante función ecológica para la protección de cauces ante la transformación presente en el ecosistema.

Figura 5.26 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

i. Coeficiente de mezcla (CM)

El coeficiente de mezcla permite determinar la relación existente entre número de individuos y número de especies halladas en campo, relacionando el número total de especies versus el número total de individuos (Ver Tabla 5.28) para este ecosistema el valor es de 0,15, lo cual indica una comunidad con tendencia a la homogeneidad; dentro del ecosistema es necesario muestrear 7 individuos para encontrar una nueva especie.

Tabla 5.28 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

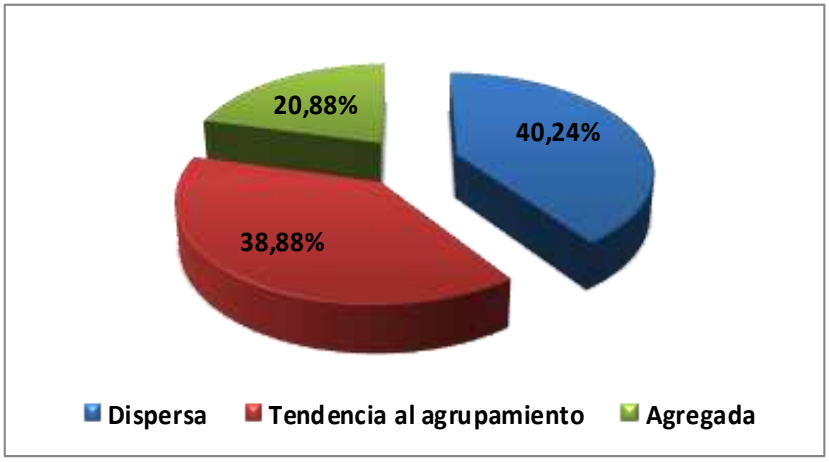
Número de especies	Número de individuos	Coeficiente de mezcla	Tendencia
18	117	0,15	A la homogeneidad

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que, de las 18 especies, el 40,24% son especies que se encuentran de forma dispersa, el 38,88% presentan tendencia la agrupamiento y el 20,88% están de forma agregada (Ver
Figura 5.27). Es decir, que la mayoría de las especies de este ecosistema presentan una distribución dispersa. Entre las especies que reportan mayor grado de agregación se encuentran *Clusia inesiana* y *Tibouchina lepidota* las cuales presentan 2.9 y 2.1 del valor del grado de agregación que indican que se encuentran de forma agregada dentro del ecosistema.

Figura 5.27 Grados de agregación en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura vertical

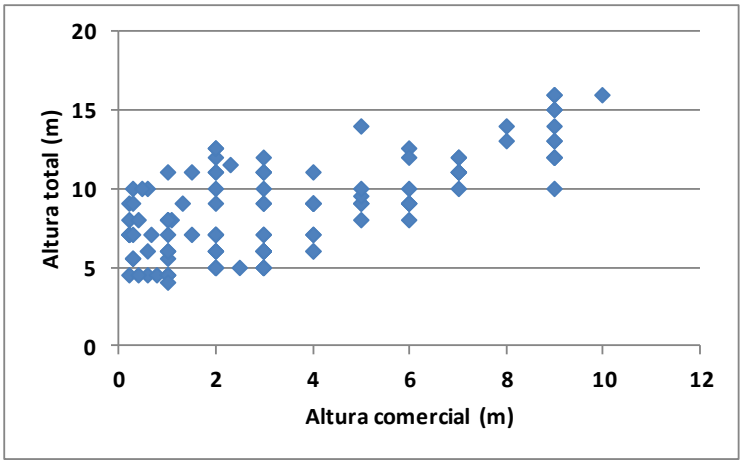
Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones entre el dosel del bosque y la superficie del suelo (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003). A continuación, se presenta la estructura vertical dentro de este ecosistema realizado para individuos con DAP>10 cm, teniendo en cuenta los estratos vegetales: superior, medio e inferior para los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa.

i. Diagrama de dispersión de Ogawa

La altura total y la de base de la copa se emplean en el análisis de estructura vertical, para construir un modelo bidimensional que permite encontrar enjambres de dispersión de los árboles, y determinar su distribución en los diferentes estratos conforme al método cuantitativo propuesto por Ogawa (Unesco, 1980).

Las alturas totales para este ecosistema van desde los 4 hasta los 16 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 5.28, se pueden identificar la baja presencia de los estratos más altos, correspondiente a la intervención a la que estos bosques están sujetos. Aunque no hay una marcada diferenciación de estratos, ya que no se diferencia un número de conglomerados. Esta dispersión de copas expresa una tendencia paralela al eje de abscisas que se podría comparar con dispersiones propias de bosques homogéneos y secundarios (Salas y Melo, 2000; citado por Melo y Vargas, 2003). Este ecosistema se caracterizada por un dosel más o menos continuo, y con algunos individuos emergentes, los cuales presentan una altura de 16 metros, representado por las especies *Clusia inesiana* y *Tibouchina lepidota.*

Figura 5.28 Diagrama de dispersión de Ogawa del bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Posición sociológica

Dentro de la estructura vertical se determinó la posición sociológica de las especies, para su evaluación se calcularon los rangos para los 3 estratos mediante las alturas totales reportadas en este ecosistema, que están entre los 4 y 16 metros, dando como resultado los siguientes rangos para los sub-estratos: inferior entre los 4 hasta los 8 metros de altura; medio entre los 8 a los 12 metros; y superior entre los 12 a 16 metros de altura.

El sub-estrato superior estuvo constituido por categorías de alturas inferiores a 16 metros hasta los 8 metros congregando el 18,80% del total de individuos (22); mientras que el sub-estrato medio abarca el 38,46% de los individuos (45); por su parte el sub-estrato inferior representa 42,74% de los individuos (50) siendo el sub-estrato de mayor valor, con individuos que presentan alturas desde los 4 metros hasta los 8 metros. Para cada sub-estrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies (ver Tabla 5.29).
De acuerdo con el valor fitosociológico obtenido para cada especie, se destaca la especie *Alnus acuminata* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, dominando el sub-estrato inferior y medio, seguido de la especie *Inga spectabilis*, presente en los tres sub-estrato con mayor presencia en el inferior, en tercera posición se encuentra la especie *Lafoensia acuminata*, presente en los tres sub-estratos, quien se encuentra dominando el sub-estrato medio.

Las especies que se presentan en todos los sub-estratos son: *Alnus acuminata, Inga spectabilis y Lafoensia acuminata*, garantizando su lugar en la estructura y composición de este ecosistema.

Tabla 5.29 Posición sociológica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especies	Inferior		Medio		Superior		Posición sociológica	
	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Psa	Psr
Alnus acuminata	33	0,28	22	0,19	1	0,01	22,75	53,14
Inga spectabilis	7	0,06	6	0,05	4	0,03	6,05	14,13
Lafoensia acuminata	1	0,01	4	0,03	3	0,03	2,53	5,91
Tibouchina lepidota	0	0,00	1	0,01	8	0,07	1,89	4,41
Rhamnus sphaerosperma	2	0,02	2	0,02	0	0,00	1,62	3,79
Piper arboreum	0	0,00	3	0,03	1	0,01	1,34	3,13
Piper aduncum	2	0,02	1	0,01	0	0,00	1,24	2,89
Oreopanax gargantae	0	0,00	2	0,02	0	0,00	0,77	1,80
Zanthoxylum rhoifolium	0	0,00	1	0,01	2	0,02	0,76	1,78
Clusia inesiana	0	0,00	0	0,00	3	0,03	0,56	1,32
Myrsine coriacea	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,43	1,00
Toxicodendron striatum	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,43	1,00
Myrsine latifolia	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,43	1,00
Calycolpus moritzianus	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,43	1,00
Ageratina popayanensis	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,43	1,00

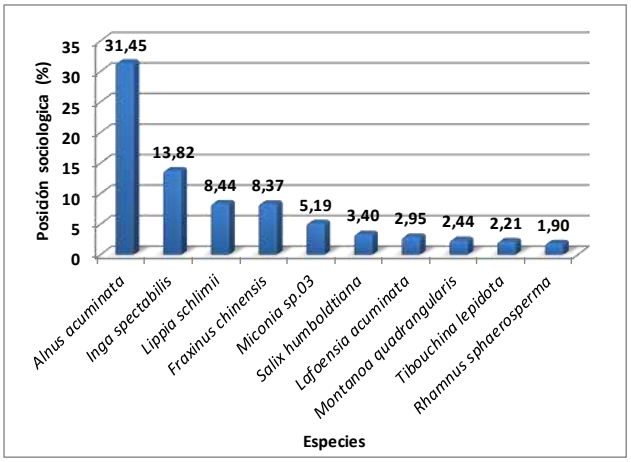
Especies	Inferior		Medio		Superior		Posición sociológica	
	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Psa	Psr
Acacia dealbata	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,38	0,90
Total general	**50**	**0,43**	**45**	**0,38**	**22**	**0,19**	**42,81**	**100**

Psa= posición sociológica absoluta; Psr= posición sociológica relativa; Cant= cantidad de individuos de la especie en el sub-estrato; Vf= Valor fitosociológico

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa en la Figura 5.29, donde se representa las 10 especies con mayores valores de posición sociológica, la máxima posición la alcanza la especie *Alnus acuminata* con el 31,45%, seguida por *Inga spectabilis* con 13,82% y la especie *Tibouchina lepidota*, entre las 3 conforman el 53,72% del valor total de la posición sociológica relativa.

Figura 5.29 Estructura vertical por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

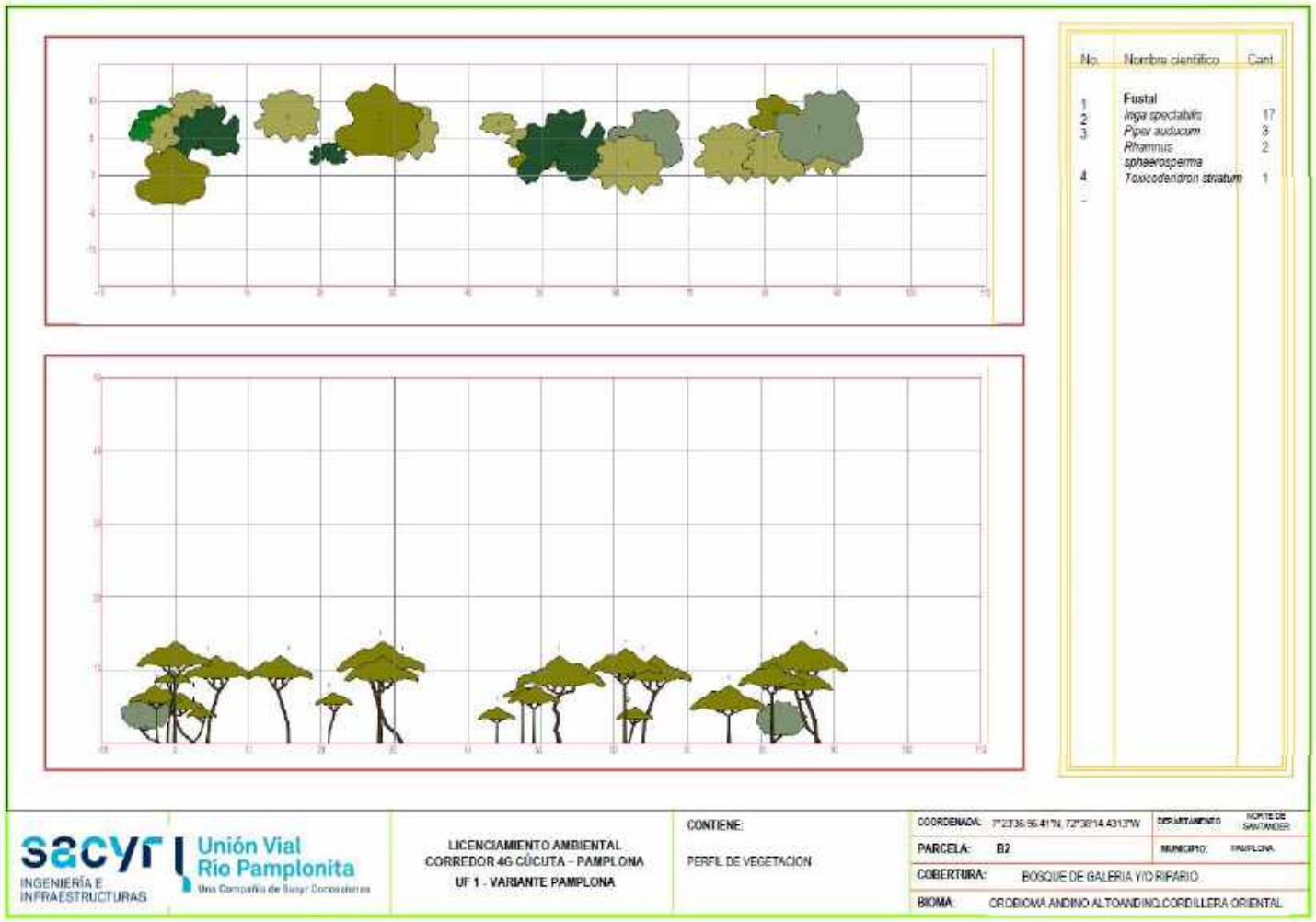


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iii. Perfil de Vegetación

La Figura 5.30, muestra el perfil de vegetación generado a partir de la parcela de muestreo B2 de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion).. En este perfil se puede observar una estructura vertical homogénea donde domina en abundancia la especie *Inga spectabilis* la cual se encuentra presente en todos los estratos garantizando su lugar en la estructura y composición de este ecosistema.

Figura 5.30 Perfil de vegetación del bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura total

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en nueve clases diamétricas, donde están ausentes las clases diamétricas VI y VII, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) no supera los 68,44 cm. La Tabla 5.30, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

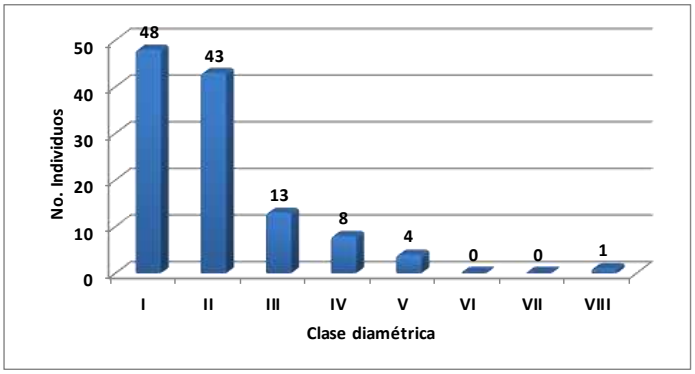
Tabla 5.30 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m^3)		Área basal (m^2)
		Absoluta	relativa	Comercial	Total	
I	10,03 - 17,45	48	41,03	1,92	3,99	0,72
II	17,46 - 24,88	43	36,75	3,46	9,44	1,44
III	24,89 - 32,30	13	11,11	1,33	5,28	0,75
IV	32,31- 39,73	8	6,84	2,18	7,18	0,78
V	39,74 - 47,15	4	3,42	0,58	4,62	0,56
VI	47,16 - 54,58	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	54,59 - 62,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VIII	62,01 - 69,43	1	0,85	0,77	2,83	0,37
Total		**117**	**100**	**10,24**	**33,35**	**4,61**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se puede observar en la Figura 5.31, la distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la curva en forma de J invertida; así, la mayor cantidad de individuos (48) se concentra en la categoría diamétrica de 10,03 a 17,45 cm (clase I). Por otro lado, se evidencia una cantidad disminuida desde la clase diamétrica III, indicado intervención antrópica y tala selectiva, por consecuente, a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes, para el caso, *Alnus acuminata,* especie que se encuentra abundante en las clases I y II, presentándose también en la mayoría de las categorías.

Figura 5.31 Abundancia por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



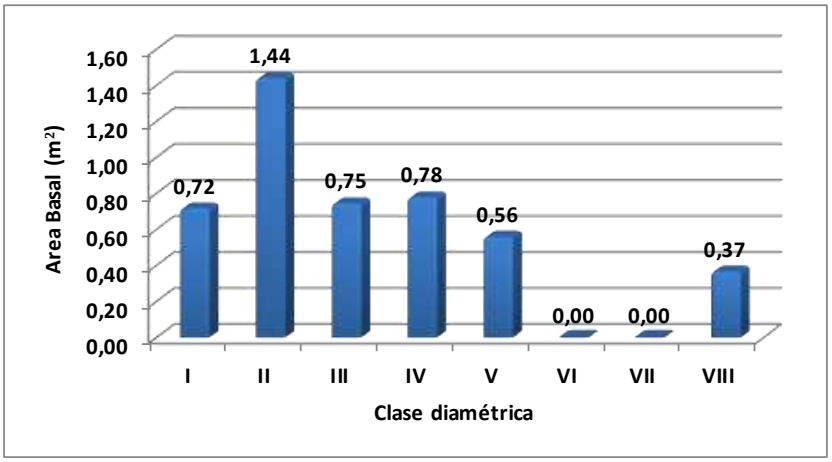
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

i. Cálculo del área basal

El área basal del bosque de galería y/o ripario Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 4,61 m^2 en 0,4 ha, considerándose bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho ecosistema al estar en los límites de pastizales y cultivos destinados a la actividad agropecuaria.

La mayor área lo reporta la clase diamétrica II con 1,44 m^2 donde se encuentran individuos con diámetros entre los 17,46 a 24,88cm, seguida por la clase diamétrica IV con 0,78 m^2 (Ver Figura 5.32); las especies que más contribuyen con el valor de la clase II son *Alnus acuminata, Tibouchina lepidota* e *Inga spectabilis*. Por el contrario, la clase diamétrica VIII (62,01 - 69,43cm) reporta el menor valor representado solo por 1 individuo de la especie *Alnus acuminata*.

Figura 5.32 Área basal por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



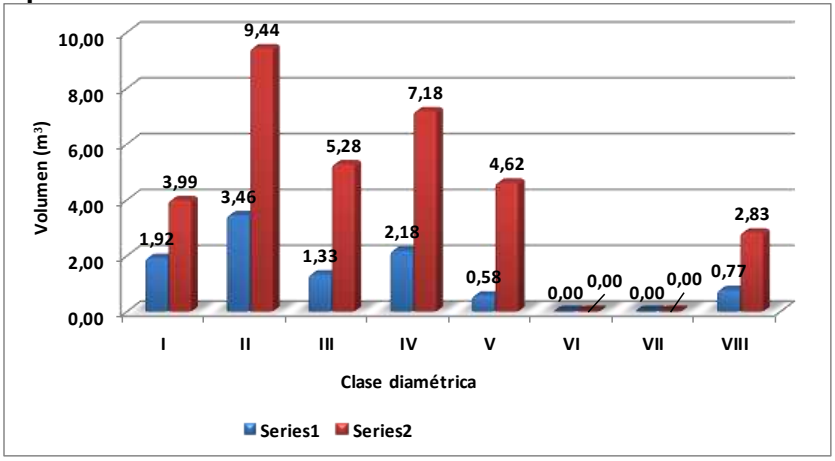
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial hallado para un área de 0,4 ha fue de 33,35 m^3 y 10,24 m^3 respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal.

El mayor volumen total se presenta en la clase II con un valor de 9,44 m^3, el cual disminuye en la clase anterior I a 3,99 m^3 y posterior III a 5,28 m^3 y se incrementa en la clase IV con 7,18 m^3 y decrecer a partir de la clase V, estando ausente la clase VI y VII. El volumen comercial, aunque se distribuye entre las clases de manera similar al volumen total, presenta una marcada diferencia a este, debido a la ramificación a baja altura que evidencian la mayoría de los individuos. (Ver Figura 5.33).

Figura 5.33 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los ocho levantamientos, donde se encontraron 117 individuos pertenecientes a 18 especies, se evaluaron por medio de los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick, en la Tabla 5.31, se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Tabla 5.31 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,92	3,57	1,66

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero (poco diversa) y cinco (áreas diversas); con lo cual se puede inferir, a partir de los resultados, con un índice de 1,92, que la cobertura presenta una diversidad baja. Por su parte, el índice de Margalef estima la diversidad de la comunidad en función del número de individuos, los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5 alta; para este índice se obtuvo un valor de 3,57 indicando una riqueza de especies media. Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,66 que también muestra una diversidad media.

Regeneración natural

En la regeneración natural del bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, se registraron 223 individuos de 24 especies correspondientes a 18 géneros y 15 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5.32

Tabla 5.32 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Miconia amblyandra	34	15,25	31,58	9,09	19	0,09	0	0,000	15	0,07	12,52	12,29
Deprea sp.01	30	13,45	15,79	4,55	0	0,00	2	0,009	28	0,13	17,22	11,74
Myrsine pellucida	22	9,87	42,11	12,12	7	0,03	4	0,018	11	0,05	9,25	10,41
Viburnum pichinchense	17	7,62	21,05	6,06	0	0,00	1	0,004	16	0,07	9,79	7,82
Melastomataceae sp.01	19	8,52	10,53	3,03	0	0	18	0,081	1	0,00	6,91	6,15
Alnus acuminata	14	6,28	15,79	4,55	3	0,01	8	0,036	3	0,01	5,16	5,33
Piper artanthe	11	4,93	21,05	6,06	0	0,00	8	0,036	3	0,01	4,58	5,19
Palicourea myrtifolia	14	6,28	15,79	4,55	5	0,02	7	0,031	2	0,01	4,60	5,14
Piper aduncum	10	4,48	21,05	6,06	3	0,01	6	0,027	1	0,00	3,28	4,61
Miconia theizans	11	4,93	10,53	3,03	0	0,00	10	0,045	1	0,00	4,10	4,02
Palicourea thyrsiflora	7	3,14	15,79	4,55	0	0,00	0	0,000	7	0,03	4,13	3,94
Miconia sp.02	8	3,59	15,79	4,55	1	0,00	3	0,013	4	0,02	3,61	3,91
Rhamnus sphaerosperma	5	2,24	21,05	6,06	0	0,00	0	0,000	5	0,02	2,95	3,75
Croton pungens	5	2,24	15,79	4,55	0	0	2	0,009	3	0,01	2,47	3,09
Miconia aguirrei	3	1,35	10,53	3,03	0	0,00	0	0,000	3	0,01	1,77	2,05
Inga spectabilis	2	0,90	10,53	3,03	0	0,00	0	0,000	2	0,01	1,18	1,70
Myrsine latifolia	2	0,90	10,53	3,03	0	0,00	0	0,000	2	0,01	1,18	1,70
Myrcia fallax	2	0,90	10,53	3,03	0	0,00	0	0,000	2	0,01	1,18	1,70
Bejaria resinosa	2	0,90	5,26	1,52	0	0,00	0	0,000	2	0,01	1,18	1,20
Lippia hirsuta	1	0,45	5,26	1,52	0	0,00	0	0,000	1	0,00	0,59	0,85
Erythrina edulis	1	0,45	5,26	1,52	0	0	0	0,000	1	0,00	0,59	0,85
Acnistus arborescens	1	0,45	5,26	1,52	0	0,00	0	0,000	1	0,00	0,59	0,85
Baccharis trinervis	1	0,45	5,26	1,52	0	0,00	0	0,000	1	0,00	0,59	0,85
Toxicodendron striatum	1	0,45	5,26	1,52	0	0,00	0	0,000	1	0,00	0,59	0,85
Total, general	**223**	**100**	**347,37**	**100**	**38**	**0,17**	**69**	**0,31**	**116**	**0,52**	**100**	**100**

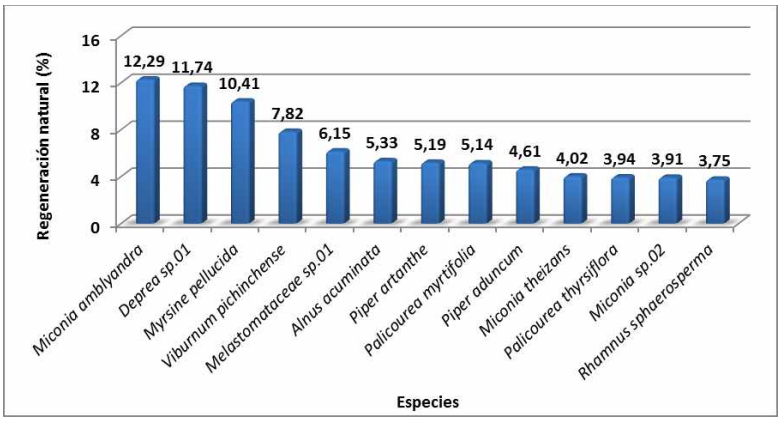
Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 52,02% (116) del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 30,94% (69) y los renuevos con 17,04% (38).

El índice de regeneración señala que las especies importantes en la regeneración natural son *Miconia amblyandra* y *Deprea sp.01,* las cuales se encuentran presentes en mayor proporción en la categoría de tamaño latizal y renuevos. Le siguen, en importancia de regeneración natural *Myrsine pellucida*. Otras de las especies presentes en la regeneración y que tienen presencia en fustales como *Alnus acuminata, Rhamnus sphaerosperma, Piper aduncum, Inga spectabilis, Myrsine latifolia, Erythrina edulis* y *Toxicodendron striatum*, pueden garantizar una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. En la Figura 5.34 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5.34 Regeneración natural por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema representado por la dominancia de especies herbáceas nativas que se caracterizan por su porte bajo con la presencia aislada de otras formas de crecimiento como la arbustiva y algunos pastos inducidos que se ven favorecidos por el disturbio ocasionado por actividades antrópicas (animales domésticos, pastoreo de ganado y agricultura) al que viene siendo expuesto, que refleja el deterioro del ecosistema.

Fotografía 5.36 Panorámica del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158057,7118; Norte: 1309580,1669

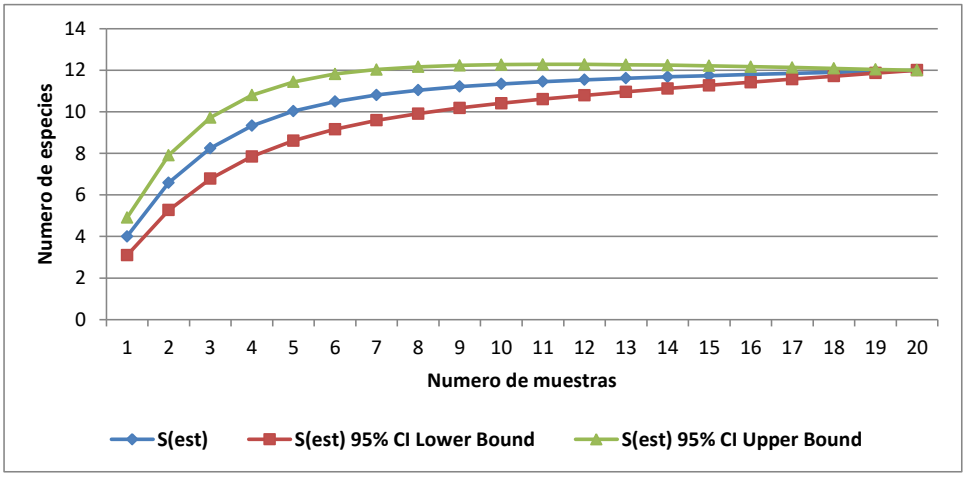
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación un (1) transecto de vegetación, distribuido en 20 cuadrantes de 5x5m cada uno, para un total de 500 m^2 de área muestreada. El muestreo se llevó a cabo en el municipio de Pamplona en la vereda Sabaneta Alta.

Para estimar el esfuerzo de muestreo requerido, se obtuvieron curvas de acumulación de especies y con los datos de incidencia fueron calculadas con los estimadores de riqueza no paramétricos (Chao 2, Jacknife 1, Jacknife 2 y Bootstrap) con el programa EstimateS Version 9.1.0 (Colwell R. K., 2013).

Posteriormente se obtuvieron curvas de acumulación de especies, las cuales representan gráficamente la forma en que las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en la Figura 5.35 se puede observar la curva de acumulación de especies para el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, en el eje Y, el número de especies y sobre el eje X, el número de unidades levantadas.

Figura 5.35 Curva de acumulación de especies para el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Se puede observar que la curva es asintótica, esto señala que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo, no se incrementará el número de especies, lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente.

Composición Florística

Para el ecosistema de herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental solo se registró un total de 6 familias distribuidas en 10 géneros y 12 especies, no se registraron elementos arbóreos, en la Tabla 5.33, se muestra la distribución del ecosistema por familia, género y especie.

Tabla 5.33 Composición florística en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

No	Familia	Genero	Especie
1	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis tricuneata*
2	Asteraceae	Calea	*Calea peruviana*
3	Asteraceae	Diplostephium	*Diplostephium rosmarinifolium*
4	Asteraceae	Lourteigia	*Lourteigia stoechadifolia*
5	Asteraceae	Stevia	*Stevia lucida*
6	Dennstaedtiaceae	Pteridium	*Pteridium arachnoideum*
7	Melastomataceae	Miconia	*Miconia amblyandra*
8	Melastomataceae	Miconia	*Miconia theizans*
9	Myrtaceae	Myrcianthes	*Myrcianthes sp.01*
10	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*
11	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine pellucida*
12	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*

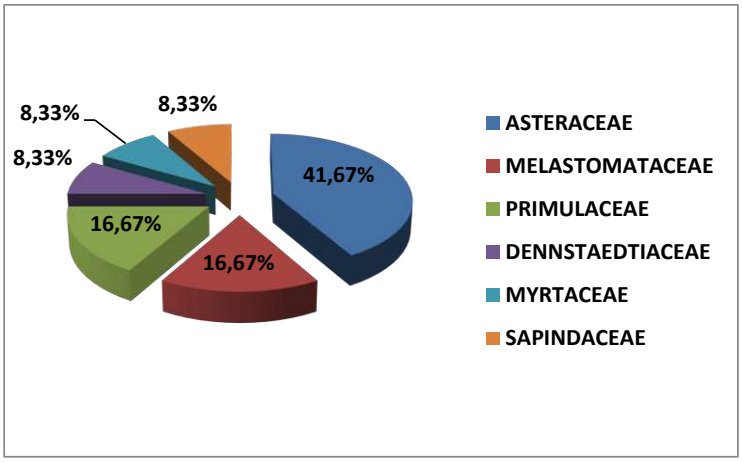
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.36, se observa las abundancias de las familias por especies presentes en este ecosistema, en donde la familia que presenta mayor número de especies es Asteraceae con 41.67% correspondiente a la especies *Baccharis tricuneata, Calea peruviana, Diplostephium rosmarinifolium, Lourteigia stoechadifolia y Stevia lucida*, le sigue en importancia la familia Melastomataceae con las especies *Miconia amblyandra* y *Miconia theizans* que representan el 16.67% del total de las especies presentes y en tercer lugar está la familia Primulaceae con el mismo nivel de importancia a la anterior, las demás familias presentan un porcentaje menor de 8.33%.

Estos resultados demuestran que este ecosistema presenta muy pocas familias, por lo tanto, hay una equitatividad baja en términos de riqueza de especies por familia, esto debido en parte al tamaño de la muestra y por otro lado a las características propias del ecosistema, donde la mayor parte de la comunidad vegetal está caracterizada por especies del estrato herbáceo, mezclado con muy pocas especies de porte arbustivo y arbóreo.

Sobre de algunas de estas especies se puede decir que para: *Dodonaea viscosa* crece en diversos tipos de suelos (incluyendo los impactados por las actividades antrópicas), por ende se le considera especie cosmopolita, y está catalogada como planta heliófila (Pérez, 2013), es lógico entonces, encontrarla creciendo en este tipo de ecosistema, ya que la vegetación ayuda a que se desarrolle a plena exposición de la luz solar; *Myrsine latifolia* es una especie que se encuentra distribuida en los andes, otras especies de este género están catalogadas como pioneras intermedias que también requieren de un alto grado de iluminación para desarrollarse, así mismo para la especie *Baccharis tricuneata* (Vargas Pérez & Jiménez Núñez, 2017).

Figura 5.36 Abundancia de familias presentes en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Estructura Horizontal

La estructura horizontal puede evaluarse a través de índices que muestran la importancia ecológica dentro del ecosistema, mediante la determinación de la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI). Sin embargo, para el caso de este ecosistema donde predominan las especies que pertenecen a un estrato herbáceo de forma continua, se determinó el valor de importancia relativa (VIR), sumando únicamente la frecuencia relativa y la dominancia relativa o cobertura relativa.

La distribución de las frecuencias muestra que el valor más alto de frecuencia relativa pertenece a la especie *Dodonaea viscosa* con 12,50%, le siguen las especies *Miconia theizans, Diplostephium rosmarinifolium y Miconia amblyandra*, cada una con el mismo valor de frecuencia relativa de 11,25%, estas especies son las más representativas ya que tienen presencia en varias unidades levantadas del transecto; el resto de especies presenta valores inferiores lo que indica que posiblemente son especies de apariciones espontáneas, no presentándose con la misma frecuencia.

Con respecto a la cobertura relativa, del total para el ecosistema del herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, el 54.31% correspondió a especies que se encuentra dentro del estrato herbáceo, 40.27% a las rasantes, y 5.41% al arbustivo. Dentro de las especies con mayor porcentaje de cobertura relativa se registra *Pteridium arachnoideum, Diplostephium rosmarinifolium* y *Lourteigia stoechadifolia* con 38,19%, 22,65% y 15,99% respectivamente, estas especies presentan un importante valor de cobertura relativa que las hace importantes en la estructura horizontal del ecosistema, en las demás especies su valor se encuentran en un porcentaje menor, éstas por contar con una proyección menor de su ocupación sobre el suelo (Ver Tabla 5.34).

Tabla 5.34 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Frecuencia relativa (%)	Cobertura relativa (%)	VIR
Pteridium arachnoideum	10,00	38,19	48,19
Diplostephium rosmarinifolium	11,25	22,65	33,90
Lourteigia stoechadifolia	8,75	15,99	24,74
Dodonaea viscosa	12,50	2,90	15,40
Baccharis tricuneata	3,75	8,88	12,63
Miconia amblyandra	11,25	1,38	12,63
Myrsine pellucida	10,00	2,41	12,41
Miconia theizans	11,25	0,23	11,48
Stevia lucida	5,00	6,27	11,27
Myrcianthes sp.01	7,50	0,73	8,23
Calea peruviana	7,50	0,34	7,84
Myrsine latifolia	1,25	0,04	1,29
Total	**100,00**	**100,00**	**200,00**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

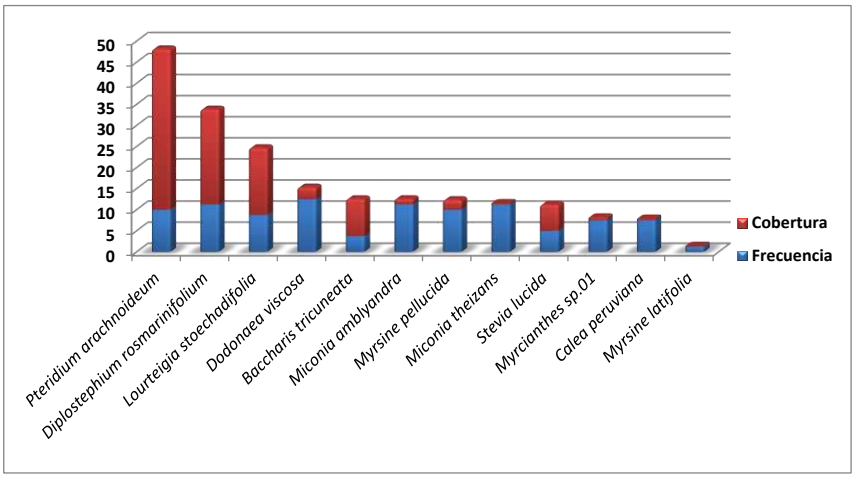
En la Figura 5.37, se presenta el índice de Valor de Importancia relativa (VIR), donde se puede observar las especies con mayores valores, que permiten conocer el grado de desarrollo de este ecosistema, es constante encontrar para las dos variables evaluadas la especie *Diplostephium rosmarinifolium,* en cuanto a las 3 especies más representativa se encuentran *Pteridium arachnoideum, Diplostephium rosmarinifolium* y *Lourteigia stoechadifolia* quienes se presentan con un valor alto de importancia, el cual está dado por los valores altos reportados de cobertura relativa.

Sobre las especies estas especies más representativas del herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se puede decir que: *Pteridium arachnoideum,* es un helecho de origen nativo según el catálogo de plantas de Colombia, aunque otros autores la catalogan de distribución cosmopolita que crece en colonias donde su dispersión barocoria hace que se desplace grandes distancias, es capaz de crecer en diferentes condiciones de suelos y colonizar áreas recientemente perturbadas (Castro Hernández, 2013). *Diplostephium rosmarinifolium*, de origen nativo, se encuentra presente en la composición de bosques enanos y matorrales bajos donde se ven arbustos dispersos sobre herbazales, el cual también se encuentra asociado a las formaciones vegetales de paramo (Cortés-S, 2003; Pinto-Zárate , 2009), de aptitud pionera, es posible encontrarla en suelos arenosos bien drenados, pesados, en afloramientos rocosos de arenisca y en areneras abandonadas (Barrera, Contreras, Garzón, & Moreno, 2010). Cos respecto a *Lourteigia stoechadifolia*, es de origen endémica, que se encuentra asoaciada a herbazales en los paramos montañosos del norte y occidente del pais (Rangel-Churio, 2010).

En tal contexto, es posible deducir que, las especies más representativas dentro del herbazal son especies que se adaptan a sitios en condiciones de disturbio, demandantes de luz para su óptimo desarrollo, ya que colonizan espacios que han sido expuestos o sitios

abiertos, que cumplen con una importante función ecológica para la protección del suelo en el ecosistema.

Figura 5.37 Valor de importancia (VIR) de las especies presentes en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura vertical

Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones entre el dosel del bosque y la superficie del suelo (Vargas & Melo, 2003). Para la estructura vertical en este ecosistema se analizaron los diferentes estratos por medio de un diagrama estructural, dividiéndolos por altura teniendo en cuenta de acuerdo a las categorías planteadas por Rangel y Velázquez, 1997: rasante (≤0.3 m); herbáceo (0.3-1.5 m); arbustivo (1.5-5 m); arbóreo (5-12 m) y relacionando cada estrato con el grado de cobertura (proyección de la copa) de los individuos presentes, dada en porcentaje (cobertura relativa) que nos dan una idea de la dominancia de cada estrato. Cabe resaltar que el estrato difiere del hábito de crecimiento de la especie, ya que el primero se clasifica solo por su altura y el segundo está relacionado con las formas biológicas que presenta cada especie.

Las especies con hábito de crecimiento herbáceo fueron las que tuvieron los promedios de altura más bajos, siendo características de la cobertura donde se presentan especies de porte bajo, seguido de las especies arbustivas. La especie que registró mayor altura fue *Myrcianthes sp.01* de 3.5 metros, mientras que *Pteridium arachnoideum* alcanzó el valor mínimo de 0.15 metros. El promedio de altura de la vegetación para este ecosistema fue de 1.31 metros (Ver Tabla 5.35).

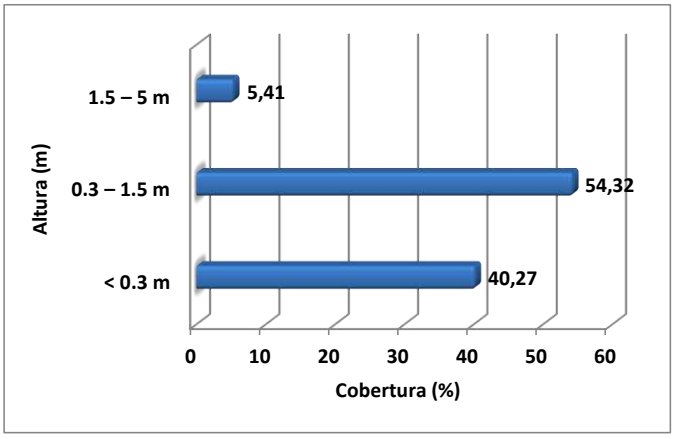
Tabla 5.35 Estructura vertical en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especies	Altura promedio estrato			Altura promedio	Habito	Cobertura relativa
	A	H	R			
Baccharis tricuneata	-	0,50	-	0,50	Herbácea	8,88%
Calea peruviana	1,90	0,60	0,25	1,53	Arbusto	0,34%
Diplostephium rosmarinifolium	-	0,43	-	0,43	Herbácea	22,65%
Dodonaea viscosa	1,91	0,65	0,26	1,62	Arbusto	2,90%
Lourteigia stoechadifolia	-	0,43	0,25	0,40	Herbácea	15,99%
Miconia amblyandra	2,11	-	-	2,11	Arbusto	1,38%
Miconia theizans	1,50	0,50	0,22	0,76	Arbusto	0,23%
Myrcianthes sp.01	2,06	0,50	0,23	1,51	Arbusto	0,73%
Myrsine latifolia	1,80	-	-	1,80	Arbusto	0,04%
Myrsine pellucida	1,81	0,45	0,23	1,44	Arbusto	2,41%
Pteridium arachnoideum	-	-	0,24	0,24	Herbácea	38,19%
Stevia lucida	1,75	0,38	-	1,06	Arbusto, herbácea	6,27%
Total, General	**1,93**	**0,46**	**0,24**	**1,31**	**-**	**100,00**
A= estrato arbustivo; H= estrato Herbáceo; R=estrato rasante						

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El diagrama estructural representado en la Figura 5.38, muestra la distribución de los estratos por porcentaje de cobertura, donde los intervalos de altura entre 1.5 a 5 metros muestra un porcentaje de 5,41%, mientras que los intervalos entre 0.3 a 1.5 metros del 54.32% y 40.27% en alturas menores a 30 cm, siendo dos últimos los valores más altos y pertenecientes a especies que se encuentran en el estrato herbáceo y rasante respectivamente. Datos que indican el crecimiento de la cobertura y que se encuentra estructurado principalmente por especies del estrato herbáceo que no superan la altura de 1.5 metros, pero que tiene buena cobertura y frecuencia en el área.

Figura 5.38 Diagrama estructural en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



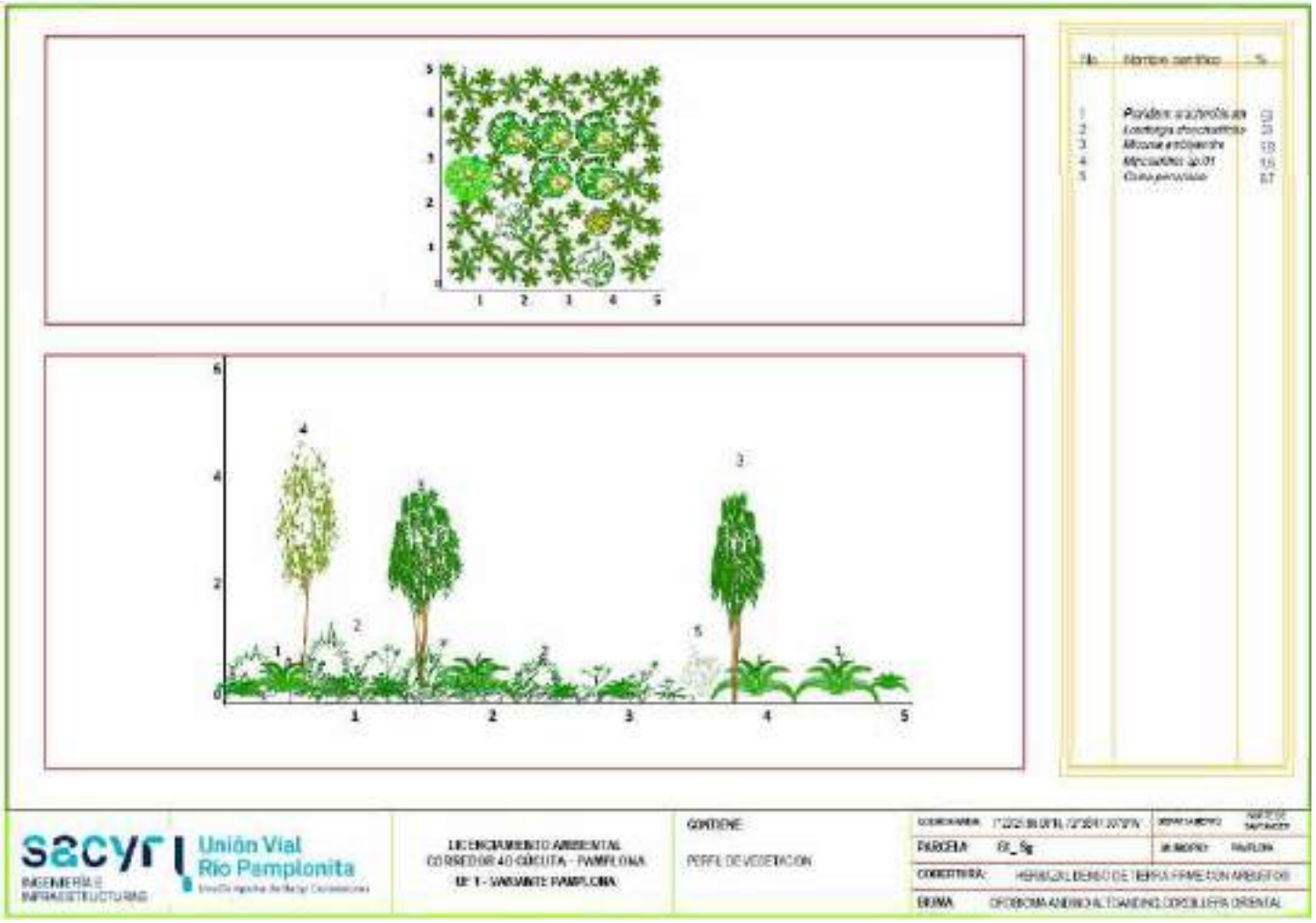
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

i. Perfil de Vegetación

En la Figura 5.39 se muestra el perfil de vegetación generado a partir de la parcela G1_Sg cuadrantes de muestreo de 0,0025 ha (5 metros de largo y 5 metros de ancho) establecidos para la caracterización de este ecosistema.

En este perfil (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion) se puede observar el porcentaje que ocupan las especies en el ecosistema, donde ser evidencia que el mayor porcentaje está representado por la especie *Pteridium arachnoideum,* seguido de la especie *Lourteigia stoechadifolia*, las cuales están conformando el estrato rasante con altura de 0,25 metros y se evidencian individuos aislados en el estrato arbustivo y herbáceo. En cuanto al perfil vertical se puede observar una estructura vertical homogénea donde domina en estratos inferiores el cual está compuesto por el estrato rasante.

Figura 5.39 Perfil de vegetación del herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

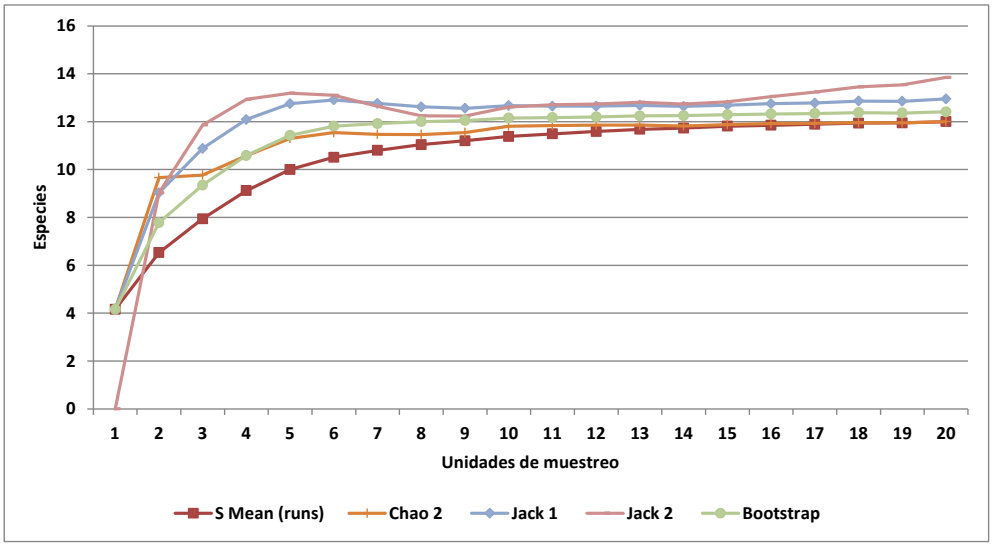


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Índices de diversidad

Para calcular índices de diversidad se realizó mediante los métodos no paramétricos con los estimadores de riqueza especifica de Chao2, Jacknife de primer y segundo orden, y Bootstrap, los cuales se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos (abundancia), y solo se cuenta con la presencia/ausencia (incidencia) de las especies en las unidades de muestreo.

Figura 5.40 Estimadores no paramétricos de riqueza específica en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para este ecosistema (ver Figura 5.40) se observa que el único estimador preciso que refleja la riqueza observada (real) es Chao 2 con valor de 12, que se ajusta a los datos de riqueza de especies y con su resultado predice que el muestreó está completo. Los menos sesgados son ICE y Bootstrap con 12.23 y 12.41 respectivamente, que aproximando sus valores no estiman especies más por encontrar, Jackknife 2 eleva las especies esperadas para el ecosistema en 2 especies y Jackknife 1, es más moderado, predijo 1 especies más, lo cual indica que estos estimadores sobre estiman la riqueza

Tabla 5.36 Estimadores no paramétricos de riqueza esperada en el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Estimadores	Observada	Estimadas	ICE	Chao 2	Jacknife 1	Jacknife 2	Bootstrap
Riqueza de especies	12	12	12,23	12	12,95	13,85	12,41
Representatividad			98,36%	100,00%	92,66%	87%	97%

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En general, los valores de los estimadores de riqueza empleados fluctúan por muy poca diferencia entre 12 (chao 2) y 13.85 (Jack 2). Todos los estimadores utilizados alcanza una

asíntota con el esfuerzo de muestreo, aunque Jacknife 2 finalizando alcanza a variar. Se pudo comprobar que el inventario obtenido fue bueno donde los estimadores de riqueza oscilan entre un 87% y 100% considerándolo como bien muestreado, y alcanzando un 100% de la riqueza estimada por el estimador no paramétrico de CHAO 2, el cual es uno de los estimadores más rigurosos y menos sesgado para muestras pequeñas, (Villareal H. M., y otros, 2004). En tal contexto, se puede concluir que el muestreo realizado para el ecosistema es representativo (Ver Tabla 5.36).

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó mediante el establecimiento de 9 parcelas, realizadas en un área de 0,09 ha en el municipio de Pamplonita en la vereda La Hojancha. Donde sobresalen especies fustales de carácter heliofito y de rápido crecimiento dispersamente distribuídos, ligeramente intervenidas, donde dominan los estratos herbáceos y rasantes.

Fotografía 5.37 Panorámica del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161112,4854; Norte: 1313499,5864

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Composición Florística

En el muestreo levantado para el ecosistema de arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental se registraron 45 individuos fustales, correspondiente a 7 especies y 6 familias. en la Tabla 5.37, se relacionan las especies fustales (DAP ≥ 10 cm) encontradas.

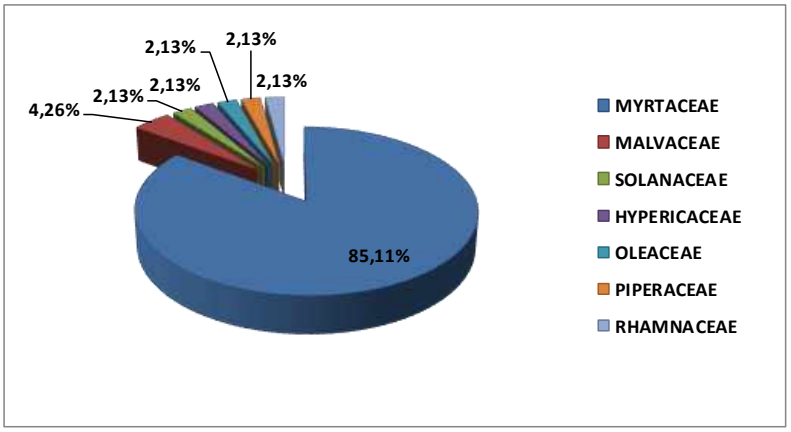
Tabla 5.37 Composición Florística en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

No	Familia	Genero	Especie	No de Individuos
1	Hypericaceae	Vismia	*Vismia baccifera*	1
2	Malvaceae	Heliocarpus	*Heliocarpus americanus*	1
3	Myrtaceae	Calycolpus	*Calycolpus moritzianus*	19
4	Myrtaceae	Myrcianthes	*Myrcianthes fragrans*	21
5	Oleaceae	Fraxinus	*Fraxinus uhdei*	1
6	Rhamnaceae	Rhamnus	*Rhamnus sphaerosperma*	1
7	Solanaceae	Acnistus	*Acnistus arborescens*	1

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.41 se pueden observar las familias y porcentaje de individuos en la caracterización florística de este ecosistema, las familias más abundantes en este ecosistema fueron Myrtaceae con 40 individuos, donde la especie más representativa es *Myrcianthes fragrans*, congregando el 85,11% del total de registros del ecosistema. Seguido se encuentra la familia Malvaceae con el 4,26% (2 individuos), el resto de las familias solo representan el 2,13% (1 individuo) cada una.

Figura 5.41 Abundancia de familias presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura Horizontal

La estructura horizontal, puede evaluarse a través de índices que muestran la importancia ecológica dentro del ecosistema, para esto se determinó la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI).

Al observar los datos del IVI para las 7 especies que conforman el ecosistema, se puede deducir que las dos especies con mayor peso ecológica y que componen más de la mitad de este, son *Calycolpus moritzianus* y *Myrcianthes fragrans* con 136,78% y 116, 87% del

IVI respectivamente, esto por contar con mayor el mayor número de individuos en el ecosistema. (Ver Tabla 5.38).

La especie *Calycolpus moritzianus*, se encuentra distribuida varios departamentos en Colombia y está catalogada como una especie pionera y colonizadora de espacios abiertos (Jaramillo, Diaz y Polania, 2015), ya que necesita de luz solar directa para su desarrollo, así mismo *Myrcianthes fragrans* es una especie heliófilo de vida relativamente larga, típica de bosques de segundo crecimiento y exigente de luz, que encuentran en este ecosistema las condiciones propicias para desarrollarse.

Tabla 5.38 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

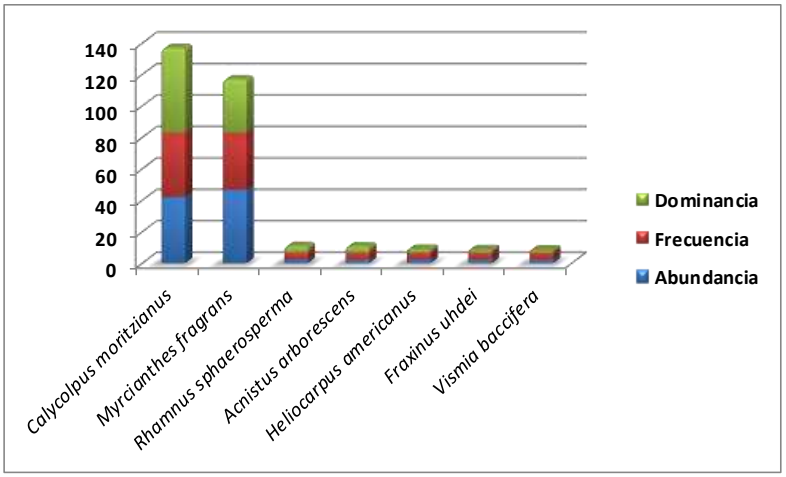
Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	dr	
Calycolpus moritzianus	211	19	42,22	100,00	40,91	0,40	53,64	136,78
Myrcianthes fragrans	233	21	46,67	88,89	36,36	0,25	33,84	116,87
Rhamnus sphaerosperma	11	1	2,22	11,11	4,55	0,03	3,95	10,72
Acnistus arborescens	11	1	2,22	11,11	4,55	0,03	3,76	10,53
Heliocarpus americanus	11	1	2,22	11,11	4,55	0,01	1,92	8,69
Fraxinus uhdei	11	1	2,22	11,11	4,55	0,01	1,58	8,34
Vismia baccifera	11	1	2,22	11,11	4,55	0,01	1,30	8,07
Total	**500**	**45**	**100**	**244,44**	**100**	**0,75**	**100**	**300**

Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.42, se presenta el índice de Valor de Importancia (IVI) de las 7 especies registradas para el ecosistema, según los resultados se puede diferenciar una comunidad vegetal dominada por dos especies representativas *Calycolpus moritzianus y Myrcianthes fragrans,* se puede apreciar que en los tres parámetros analizados para el IVI (abundancia, frecuencia y dominancia), estas dos primeras especies se encuentran dominando, acompañadas por otras especies como *Rhamnus sphaerosperma*, *Acnistus arborescens, Heliocarpus americanus, Fraxinus uhdei* y *Vismia baccifera*. Se evidencia que la mayoría de las especies presentes son pioneras, con muy buena capacidad de rebrote, colonizando áreas de disturbios, que crecen en un rango amplio de condiciones ambientales.

Figura 5.42 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Con respecto a la densidad de individuos en estado fustal, se observó una densidad de 45 árboles en 0,09 hectáreas, lo que correspondería a 500 individuos por hectárea. En la Tabla 5.38, se observa que la especie con mayor densidad corresponde a *Myrcianthes fragrans* con 233 ind/ha, es posible deducir que es de rápido crecimiento y que se adapta muy bien a los espacios abiertos.

i. Coeficiente de mezcla (CM)

Para el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental se presenta el valor calculado para los individuos en estado fustal, el valor hallado para la intensidad de mezcla del ecosistema es de 0,16, lo cual indica que la comunidad vegetal asociada a este ecosistema tiene tendencia a la homogeneidad, siendo un ecosistema con cierta proporción de mezcla sin demasiada heterogeneidad (ver Tabla 5.39).

Tabla 5.39 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

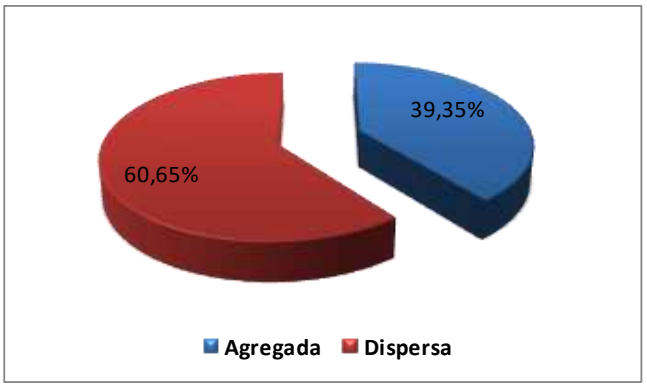
Número de especies	Número de individuos	Coeficiente de mezcla	Tendencia
7	45	0,16	A la homogeneidad

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Grado de agregación

Para este ecosistema se determinó la forma en que las especies se distribuyen en el espacio por medio del grado de agregación, de las 7 especies, el 60,35% (5 especies) se encuentran de forma dispersa (ver Figura 5.43).

Figura 5.43 Grados de agregación en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura vertical

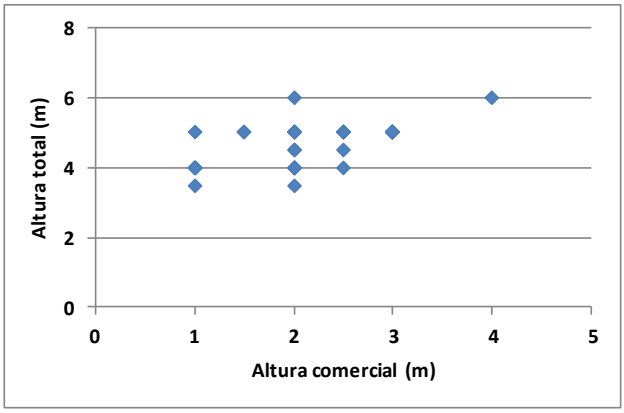
Para la estructura vertical en este ecosistema se analizaron los diferentes estratos del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera de los Andes, dividiéndolos en tres subestratos (superior, medio e inferior), se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y se analizaron los estratos de Ogawa.

i. Diagrama de dispersión de Ogawa

Las alturas totales para este ecosistema van desde los 3,5 hasta los 6 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la
Figura 5.44 se pueden identificar la baja presencia de los estratos más altos, ya que por ser un ecosistema de arbustal la mayoría de los individuos presentes no deben sobrepasar los 5 metros de altura, lo que concuerda con la descripción donde este tipo de formación vegetal se encuentra constituida principalmente por elementos arbustivos, que pueden presentar elementos arbóreos dispersos (IDEAM, 2010).

Aunque no hay una marcada diferenciación de estratos, se puede deducir un estrato compuesto por el estrato inferior donde se concentra la mayor cantidad de individuos que corresponde a árboles con alturas entre los 3,5 y 5 metros y un estrato medio que corresponde a los individuos que solo presentan 6 metros de altura.

Figura 5.44 Diagrama de dispersión de Ogawa del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Posición sociológica

Dentro de la estructura vertical se determinó la posición sociológica de las especies, para su evaluación se calcularon los rangos para los 3 estratos mediante las alturas totales reportadas en este ecosistema, que están entre los 3,5 y 6 metros, dando como resultado los siguientes rangos: inferior entre los 3,5 hasta los 4,33 metros de altura; medio entre los 4,33 a los 5,16 metros; y superior entre los 5,16 a 6 metros de altura.

El sub-estrato superior estuvo constituido por aquello individuos con alturas de 6 metros congregando el 4,44% del total de individuos (2); mientras que el medio abarca el 62,22% de los individuos (28), siendo el de mayor valor, con individuos que presentan alturas desde los 4 y 5 metros; por su parte el inferior representa 33,33% de los individuos (15). Para cada sub-estrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies (ver Tabla 5.40).

De acuerdo con el valor fitosociológico obtenido para cada especie, se destaca la especie *Alnus acuminata* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, dominando el sub-estrato inferior y medio estando ausente en el superior, seguido de la especie *Lippia schlimii*, presente solamente en el inferior, en tercera posición se encuentra la especie *Fraxinus chinensis*, presente en los tres sub-estratos, quien se encuentra dominando el sub-estrato superior.

Las especies que se presentan en todos los sub-estratos son: *Ficus velutina, Inga spectabilis y Salix humboldtiana*, garantizando su lugar en la estructura y composición de este ecosistema.

Tabla 5.40 Posición sociológica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

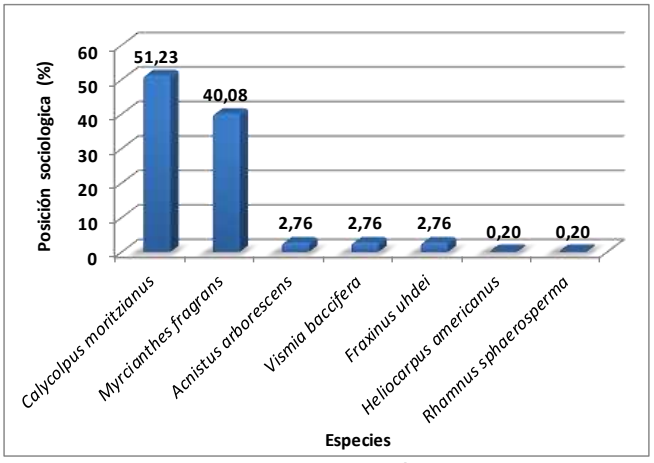
Especies	Inferior		Medio		Superior		Posición sociológica	
	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Psa	Psr
Calycolpus moritzianus	1	0,02	18	0,40	0	0,00	11,53	51,23
Myrcianthes fragrans	14	0,31	7	0,16	0	0,00	9,02	40,08
Acnistus arborescens	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0,62	2,76
Vismia baccifera	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0,62	2,76
Fraxinus uhdei	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0,62	2,76
Heliocarpus americanus	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0,04	0,20
Rhamnus sphaerosperma	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0,04	0,20
Total, general	**15**	**0,33**	**28**	**0,62**	**2**	**0,04**	**22,51**	**100**

Psa= posición sociológica absoluta; Psr= posición sociológica relativa; Cant= cantidad de individuos de la especie en el sub-estrato; Vf= Valor fitosociológico

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa en la Figura 5.45, donde se representa las especies y sus respectivos valores de posición sociológica, la máxima posición la alcanza la especie *Calycolpus moritzianus* con el 51,23% seguida por la especie *Myrcianthes fragrans,* con 40,08%, entre las dos representan más del 90% de la posición sociológica.

Figura 5.45 Estructura vertical por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

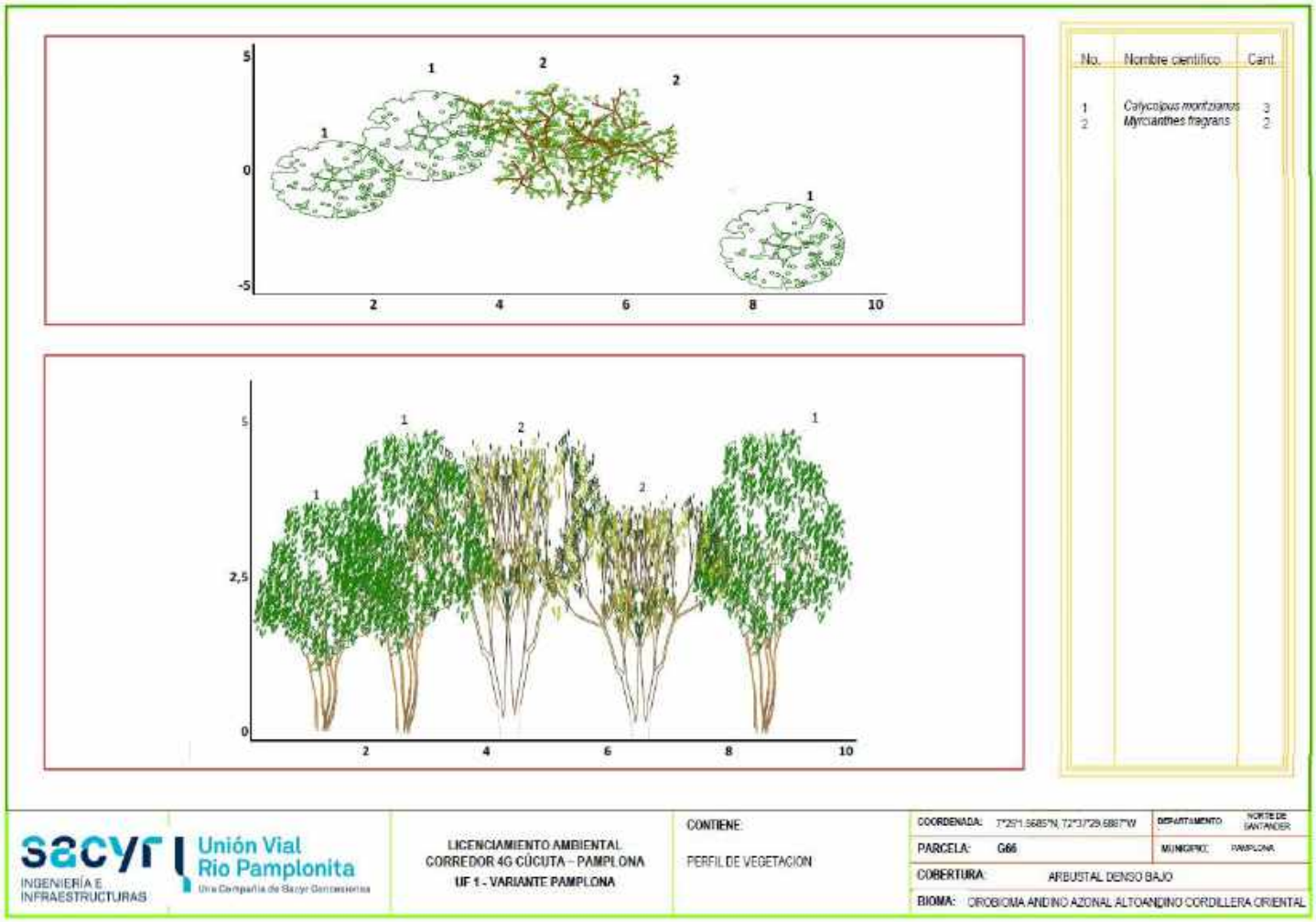


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iii. Perfil de Vegetación

La Figura 5.46, muestra el perfil de distribución vertical y horizontal de la vegetación generado a partir de la parcela G66 de 0,01 ha (10 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion).. Se puede observar que los individuos de esta parcela no superan los 5 metros de altura, lo que es propicio para el establecimiento de especies heliófitas como: *Calycolpus moritzianus* y *Myrcianthes fragrans*, las cuales se encuentran representando el ecosistema, ya que las condiciones de luz solar ayudan a que se desarrollen.

Figura 5.46 Perfil de vegetación del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura total

Para este ecosistema, se encontraron en 0,09 ha 45 individuos, agrupados en 7 clases diamétricas para especies con DAP mayores a 10 cm, su mayor diámetro no supera los 30,24 cm y se encuentran ausenten dos clases (V y VI). La distribución diamétrica presentada en la Tabla 5.41, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

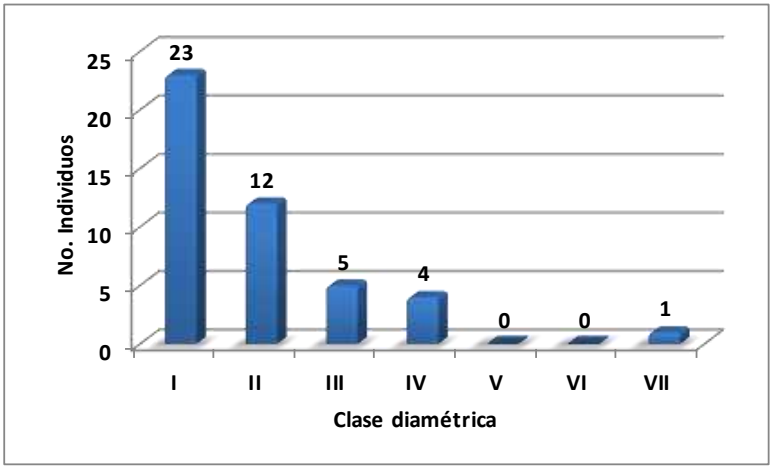
Tabla 5.41 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m^3)		Área basal (m^2)
		Absoluta	relativa	Comercial	Total	
I	10,03 - 13,14	23	51,11	0,342	0,704	0,224
II	13,15 - 16,27	12	26,67	0,313	0,645	0,196
III	16,28 - 19,39	5	11,11	0,191	0,426	0,127
IV	19,40 - 22,52	4	8,89	0,192	0,479	0,131
V	22,53 - 25,64	0	0,00	0,000	0,000	0,000
VI	25,65 - 28,77	0	0,00	0,000	0,000	0,000
VII	28,78 - 31,89	1	2,22	0,101	0,251	0,072
Total		**45**	**100**	**1,139**	**2,506**	**0,749**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La distribución de los individuos por clases diamétricas, como se observa en la Figura 5.47, indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. Se encontró que la clase I muestra la mayor población de individuos con 23 de ellos, seguido de la clase diamétrica II con 12 individuos y va disminuyendo en las clases posteriores, no hay presencia de individuos en las clases V y VII.

Figura 5.47 Abundancia por clase diamétrica en el arbustal denso alto del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

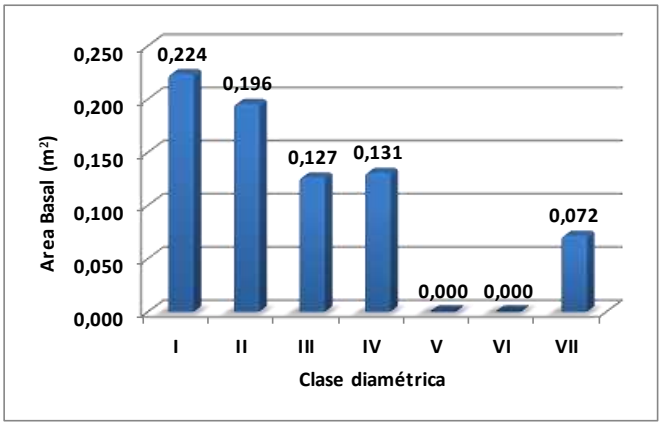


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

iii. Cálculo del área basal

El área basal de este ecosistema para individuos con DAP > 10 cm, fue de 0,75 m^2 en 0,09 ha, considerándose bajo probablemente por las características propias del ecosistema en estudio. La mayor área la reporta la clase diamétrica I con 0,224 m^2. (Ver Figura 5.48)

Figura 5.48 Área basal por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

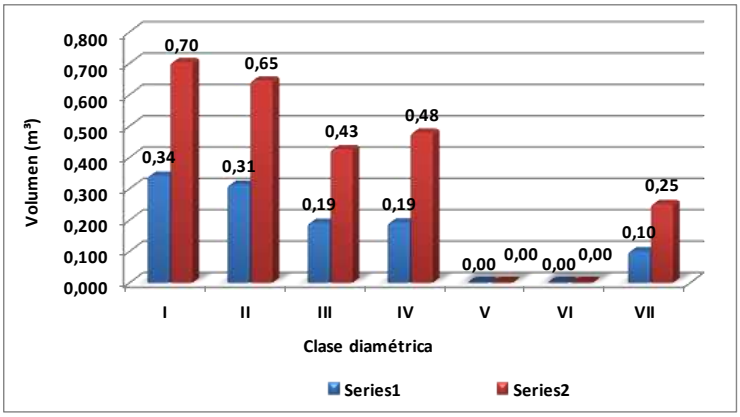


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iv. Cálculo del volumen total y comercial

El volumen comercial y total hallado para un área de 0,09 ha, en individuos con diámetros mayores o iguales a 10 cm, fue de 1,12 m^3 y 2,51 m^3 respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal. El mayor volumen total se presenta en la clase I con un valor de 0,70 m^3, así mismo para el volumen comercial con 0,34, esto debido a que es la clase diamétrica que reporta mayor cantidad de individuos (23), seguido de la clase II que representa un volumen total de 0,65 m^3 (Ver Figura 5.49).

Figura 5.49 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Índices de diversidad y riqueza

La diversidad se evaluó por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick, en la Tabla 5.42, se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Para los individuos con DAP mayores a 10 cm caracterizados en las 9 parcelas se encontraron solo 45 individuos pertenecientes a 7 especies, con estos datos su diversidad y riqueza en los índices evaluados dio como resultado para: el índice de Margalef una riqueza de especies de 1,57 lo cual evidencia un ecosistema con poca biodiversidad. Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,57 que también muestra baja diversidad. Así mismo, el índice Shannon refleja un ecosistema con baja diversidad ya que su valor es de 1,14, lo cual es concordante con los valores obtenidos para los otros índices de riqueza evaluados.

Tabla 5.42 Índices de diversidad en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,14	1,57	1,04

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Se puede concluir entonces que la diversidad y riqueza evaluada es baja, esto en parte responde a la intervención antrópica o las perturbaciones naturales en los ecosistemas y también a las características propias del ecosistema.

Regeneración natural

Para este ítem, fue evaluada en 3 tipos de categorías de tamaños. Para la primera categoría de tamaño (Ct1) individuos con alturas menores a 30 cm pertenecientes a los renuevos o plántulas, en la segunda categoría de tamaño (Ct2) individuos con alturas entre los entre 31 a 150 cm representado por los brinzales y los latizales en la tercera categoría (Ct3) individuos con alturas mayores a 150 cm y DAP menor a 10 cm.

En la regeneración natural de este ecosistema se registraron 124 individuos de los cuales, el mayor aporte de individuos lo hacen los brinzales con 44 individuos, seguido por los latizales con 42 individuos y finalmente los renuevos con 38 individuos, son valores que entre si no representan mayor diferencia, lo que supone que el ecosistema está representado principalmente por estratos inferiores. Se identificaron 13 especies, 12 géneros y 11 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5.43.

Tabla 5.43 Parámetros de Regeneración natural en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

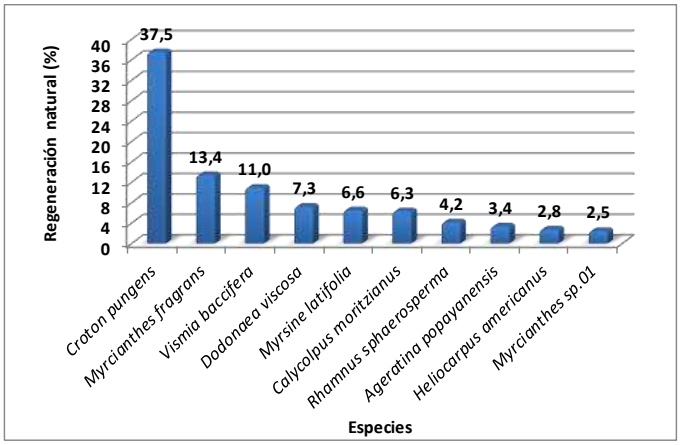
Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Croton pungens	67	54,03	100	24,3	27	0,22	32	0,26	8	0,06	53,8	37,5
Myrcianthes fragrans	9	7,26	77,78	18,9	0	0,00	0	0,00	9	0,07	7,3	13,4
Vismia baccifera	15	12,10	33,33	8,1	3	0,02	7	0,06	5	0,04	12,3	11,0
Dodonaea viscosa	7	5,65	33,33	8,1	0	0,00	3	0,02	4	0,03	5,8	7,3
Myrsine latifolia	7	5,65	33,33	8,1	5	0,04	0	0,00	2	0,02	5,3	6,6
Calycolpus moritzianus	6	4,84	33,33	8,1	3	0,02	0	0,00	3	0,02	4,7	6,3
Rhamnus sphaerosperma	3	2,42	22,22	5,4	0	0,00	0	0,00	3	0,02	2,4	4,2
Ageratina popayanensis	2	1,61	22,22	5,4	0	0,00	0	0,00	2	0,02	1,6	3,4
Heliocarpus americanus	3	2,42	11,11	2,7	0	0,00	2	0,02	1	0,01	2,5	2,8
Myrcianthes sp.01	2	1,61	11,11	2,7	0	0,00	0	0,00	2	0,02	1,6	2,5
Sessea crassivenosa	1	0,81	11,11	2,7	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,8	1,7
Alnus acuminata	1	0,81	11,11	2,7	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,8	1,7
Fraxinus uhdei	1	0,81	11,11	2,7	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,8	1,7
Total, general	124	100	411,11	100	38	0,31	44	0,35	42	0,34	100	100

Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.50, se muestra la gráfica de distribución de las 10 especies con mayores valores de regeneración natural, la especie que hace la mayor contribución al índice de regeneración es *Croton pungens*, especie que es de habito arbustivo y se encuentra distribuida en varios departamentos del país (Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Tolima y Valle), la cual se catalogó como especie heliófita. Le siguen, en importancia las especies *Myrcianthes fragrans,* segunda especie con mayor peso ecológico en fustales *y Vismia baccifera*, que junto con otras especies de regeneración y que tienen presencia en fustales como *Calycolpus moritzianus, Rhamnus sphaerosperma, Heliocarpus americanus, Fraxinus uhdei y Vismia baccifera*, pueden garantizar una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia.

Figura 5.50 Regeneración natural por especie en el arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para realizar la caracterización de este ecosistema se establecieron 3 parcelas en un área de 0,3 ha, localizadas en el municipio de Pamplona, en las veredas Alcaparral, El Naranjo y Ulaga Baja, donde se encontró una cobertura en forma de franjas estrechas de vegetación junto a drenajes permanentes e intermitentes las cuales presentan un alto grado de intervención antrópica, por lo que la vegetación ha sufrido un cambio significativo, donde la mayor extensión de las áreas de este bioma muestra una cobertura de pastos limpios y pastos arbolados, dejando relegados a las partes altas los pocos relictos boscosos que aún persisten en la zona.

Fotografía 5.38 Panorámica del Bosque de Galería y/o Ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161254,1032; Norte: 1313343,0213

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Composición Florística

Para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental de los andes se registraron 86 individuos en estado fustal, entre todos representan 18 especies agrupadas en 16 número de géneros y 14 familias (ver Figura 5.43).

Tabla 5.44 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

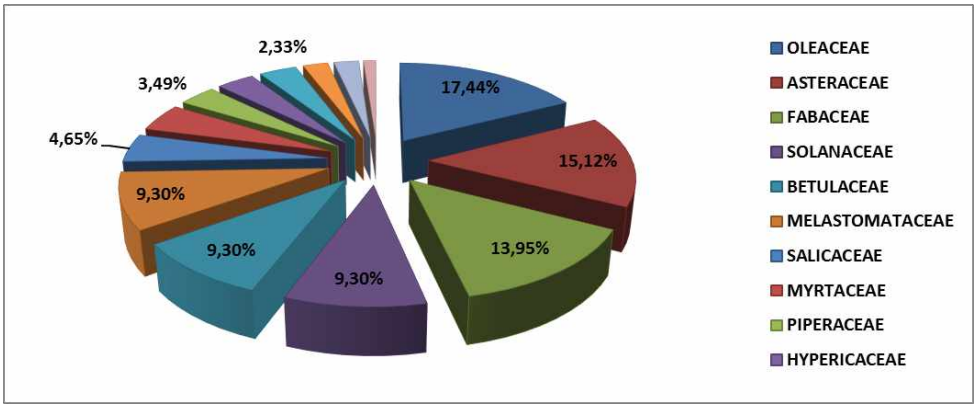
No.	Familia	Genero	Especie	No de Individuos
1	ARALIACEAE	Oreopanax	*Oreopanax incisus*	3
2	ASTERACEAE	Montanoa	*Montanoa quadrangularis*	13
3	BETULACEAE	Alnus	*Alnus acuminata*	8
4	CELASTRACEAE	Maytenus	*Maytenus sp.01*	2
5	FABACEAE	Inga	*Inga spectabilis*	12
6	MELASTOMATACEAE	Miconia	*Miconia sp.03*	8
7	MORACEAE	Ficus	*Ficus sp.01*	1
8			*Ficus velutina*	1
9	MYRTACEAE	Calycolpus	*Calycolpus moritzianus*	1
10		Eucalyptus	*Eucalyptus globulus*	1
11		Myrcia	*Myrcia fallax*	2
12	OLEACEAE	Fraxinus	*Fraxinus chinensis*	14
13			*Fraxinus uhdei*	1
14	PIPERACEAE	Piper	*Piper hispidum*	3
15	SALICACEAE	Salix	*Salix humboldtiana*	4
16	SOLANACEAE	Acnistus	*Acnistus arborescens*	8
17	VERBENACEAE	Lippia	*Lippia schlimii*	1
18	HYPERICACEAE	Vismia	*Vismia baccifera*	3

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En la Figura 5.51, se muestra las familias y porcentaje de individuos en la caracterización florística de este ecosistema, en donde las familias más abundantes en este ecosistema fueron Oleaceae, Asteraceae y Fabaceae con 17,44%, 15,12% y 13,95% del total de individuos respectivamente.

Para la familia Oleaceae que es la de mayor representación, todos los registros corresponden a *Fraxinus chinensis,* especie introducida que refleja el grado de intervención antrópica y transformación que presenta el ecosistema. En cuanto a la familia Asteraceae, típica de plantas herbáceas, raramente arbustos o árboles y para el ecosistema en estudio representada por la especie *Montanoa quadrangularis*, es una especie pionera de los ecosistemas intervenidos, utilizada en la recuperación de zonas degradadas por la deforestación y erosión. En el caso de la familia Fabaceae está representada por *Inga spectabilis*, muchas de las especies de esta familia presentan una amplia distribución y son comunes en los ecosistemas andinos, ya que según Forero & Romero (2005), representa uno de los mayores grupos de plantas con flores a nivel mundial y son consideradas el tercer grupo más diversificado y está muy bien representada en la flora colombiana.

Figura 5.51 Abundancia de familias presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Estructura Horizontal

La estructura horizontal es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones sobre la superficie del bosque (Vargas & Melo, 2003). Esta puede evaluarse a través de índices que muestran la importancia ecológica dentro del ecosistema, para esto se determinó la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI).

Dentro de este ecosistema la mayor representación de abundancia relativa está dada por *Fraxinus chinensis* con 16,28% (14 individuos), seguida de la especie *Montanoa quadrangularis* con 15,12% (13 individuos), y de la especie *Inga spectabilis* con 13,95% (12 individuos), son especies que al recorrer el ecosistema tienen mayor posibilidad de ser observadas, lo que hace prever su adaptabilidad a las condiciones ambientales del ecosistema, que favorecen su dispersión y crecimiento, ya que han logrado establecerse

hasta la categoría de crecimiento de fustal. El resto de las especies presentan abundancias inferiores.

Las especies más frecuentes en el ecosistema fueron *Fraxinus chinensis* con 23,33%, seguido de *Montanoa quadrangularis, Inga spectabilis* y *Acnistus arborescens*, donde cada una representa la misma frecuencia de 16,67%, estas especies son las más representativas ya que tienen presencia en varias de las subparcelas en las unidades levantadas; el resto de especies presenta valores inferiores lo que indica que posiblemente son especies de apariciones espontáneas, no presentándose con la misma frecuencia

Las especies con mayor capacidad de mantener la productividad, por la adecuada adaptación a las condiciones medioambientales son *Salix humboldtiana, Fraxinus chinensis* e *Inga spectabilis* que reportan una dominancia relativa de 17,56%, 14,06% y 7,75% respectivamente, estas especies presentan buen porte y un área basal importante que las hace importantes en la estructura horizontal de la cobertura, en las demás especies su dominancia se encuentra.

Tabla 5.45 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Fraxinus chinensis	47	14	16,28	23,33	14,58	0,38	14,06	44,93
Montanoa quadrangularis	43	13	15,12	16,67	10,42	0,20	7,29	32,82
Inga spectabilis	40	12	13,95	16,67	10,42	0,21	7,75	32,12
Salix humboldtiana	13	4	4,65	10,00	6,25	0,47	17,56	28,46
Acnistus arborescens	27	8	9,30	16,67	10,42	0,20	7,49	27,21
Alnus acuminata	27	8	9,30	13,33	8,33	0,14	5,10	22,73
Miconia sp.03	27	8	9,30	10,00	6,25	0,15	5,76	21,32
Ficus velutina	3	1	1,16	3,33	2,08	0,25	9,31	12,56
Myrcia fallax	7	2	2,33	6,67	4,17	0,13	5,00	11,50
Oreopanax incisus	10	3	3,49	6,67	4,17	0,09	3,45	11,10
Vismia baccifera	10	3	3,49	6,67	4,17	0,06	2,13	9,79
Fraxinus uhdei	3	1	1,16	3,33	2,08	0,17	6,25	9,49
Piper hispidum	10	3	3,49	6,67	4,17	0,04	1,32	8,97
Maytenus sp.01	7	2	2,33	6,67	4,17	0,05	2,05	8,54
Eucalyptus globulus	3	1	1,16	3,33	2,08	0,06	2,41	5,65
Calycolpus moritzianus	3	1	1,16	3,33	2,08	0,03	1,18	4,43
Lippia schlimii	3	1	1,16	3,33	2,08	0,03	0,96	4,21
Ficus sp.01	3	1	1,16	3,33	2,08	0,02	0,93	4,18
Total general	**287**	**86**	**100**	**160,00**	**100**	**2,68**	**100**	**300**

Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Con respecto a la densidad del ecosistema que corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo, se registró un total de 86 árboles en 0,3

hectáreas, lo que corresponde a una densidad de 287 árboles/ha, este dato es importante ya que muestra la influencia de las especies en el ecosistema.

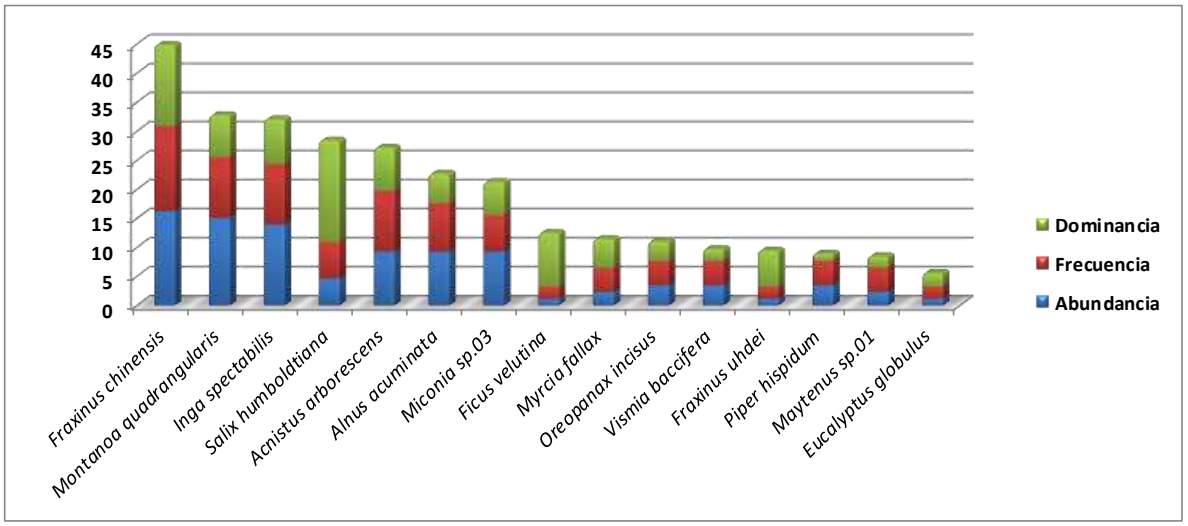
En la Tabla 5.27 se observan las especies que presentan mayor densidad las cuales son *Fraxinus chinensis, Lippia schlimii* e *Inga spectabilis* con 60, 43 y 40 árboles por hectárea respectivamente, estas dos primeras especies son las que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IVI.

En la Figura 5.52, se pueden observar las especies con mayores valores de IVI, a través del análisis de las tres variables que lo componen: abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia, parámetros que permiten conocer el grado de desarrollo de este ecosistema, es constante encontrar las especies *Fraxinus chinensis, Montanoa quadrangularis e Inga spectabilis* dentro de las especies más representativas, así mismo constituyen las especies con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal del ecosistema, representado entre las 3 más de la mitad del valor total del IVI 109,87%.

Sobre la ecología de estas tres especies se puede decir que para: *Fraxinus chinensis* es introducida, de rápido crecimiento al inicio de su ciclo de vida y tolerante a la sombra en estados maduros (Saavedra, 2014); *Montanoa quadrangularis* es un arbol es de rápido crecimiento, es muy útil en cuanto a recuperación vegetal.

En tal contexto, es posible deducir entonces que este tipo de ecosistema posee características de homogeneidad y que son más representativas las especies propias de crecimientos secundarios y bosques intervenidos, que poseen una distribución amplia, que asegura la permanencia de sus poblaciones y que se adaptan a sitios en condiciones de disturbio, demandantes de luz en sus estados juveniles, ya que colonizan espacios que han sido expuestos ocasionados tal vez por la intervención antrópica, sin embargo, cumplen con una importante función ecológica para la protección de cauces ante la transformación presente en el ecosistema.

Figura 5.52 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iii. Coeficiente de mezcla (CM)

El coeficiente de mezcla permite determinar la relación existente entre número de individuos y número de especies halladas en campo, relacionando el número total de especies versus el número total de individuos (Ver Tabla 5.46) para este ecosistema el valor es de 0,21, lo cual indica una comunidad con tendencia a la homogeneidad; dentro del ecosistema es necesario muestrear 5 individuos para encontrar una nueva especie.

Tabla 5.46 Coeficiente de mezcla de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

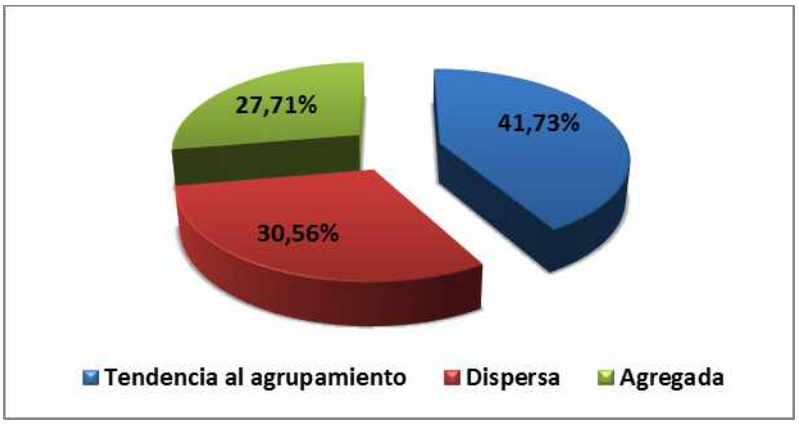
Número de especies	Número de individuos	Coeficiente de mezcla	Tendencia
18	86	0,21	A la homogeneidad

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iv. Grado de agregación

Para este ecosistema se determinó que de las especies de las 18 especies que lo componen, el 41,73% son especies que se encuentran con tendencia al agrupamiento, el 30,56% son dispersas y el 27,71% están como agregadas (Ver Figura 5.53). Es decir, que la mayoría de las especies de este ecosistema presentan una distribución con tendencia a la conformación de grupos.

Figura 5.53 Grados de agregación en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

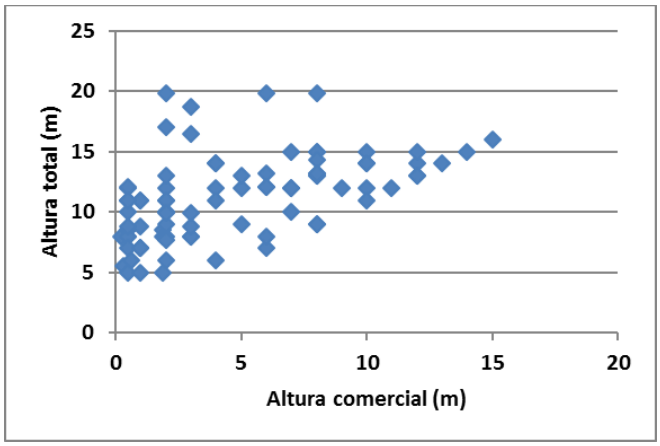
Estructura vertical

Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones entre el dosel del bosque y la superficie del suelo (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003). A continuación, se presenta la estructura vertical dentro de este ecosistema realizado para individuos con DAP>10 cm, teniendo en cuenta los estratos vegetales: superior, medio e inferior para los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa.

i. Diagrama de dispersión de Ogawa

Las alturas totales para este ecosistema van desde los 5 hasta los 20 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 5.54, se pueden identificar la baja presencia de los estratos más altos, correspondiente a la fuerte intervención a la que estos bosques están sujetos. Aunque no hay una marcada diferenciación de estratos, se puede deducir un estrato compuesto por el estrato inferior (especies Dominadas) donde se concentra la mayor cantidad de individuos que corresponde a árboles con alturas entre los 5 y 11 metros; un estrato medio (especies Codominantes) que va desde los 12 metros hasta una altura de 18 metros y otro estrato superior (especies Dominantes) con puntos más o menos aislados que indican el vacío de las copas en este nivel.

Figura 5.54 Diagrama de dispersión de Ogawa del bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ii. Posición sociológica

Dentro de la estructura vertical se determinó la posición sociológica de las especies, para su evaluación se calcularon los rangos para los 3 estratos mediante las alturas totales reportadas en este ecosistema, que están entre los 5 y 20metros, dando como resultado los siguientes rangos para los sub-estratos: inferior entre los 5 hasta los 10 metros de altura; medio entre los 10 a los 15 metros; y superior entre los 15 a 20 metros de altura.

El sub-estrato superior estuvo constituido por categorías de alturas inferiores a 20 metros hasta los 15 metros congregando el 15% del total de individuos (13); mientras que el sub-estrato medio abarca el 48% de los individuos (41); por su parte el sub-estrato inferior representa 37% de los individuos (32) siendo el sub-estrato de mayor valor, con individuos que presentan alturas desde los 5 metros hasta los 10 metros. Para cada sub-estrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies (Ver Tabla 5.47).

De acuerdo con el valor fitosociológico obtenido para cada especie, se destaca la especie *Montanoa quadrangularis*, es la especie con mayor peso sociologico, sin embargo, *Inga spectabilis,* con presencia en todos los estratos, pero con menor numero de individuos, asi tambien se evidencia el comportamiento de la especie *Fraxinus chinensis.*

Tabla 5.47 Posición sociológica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

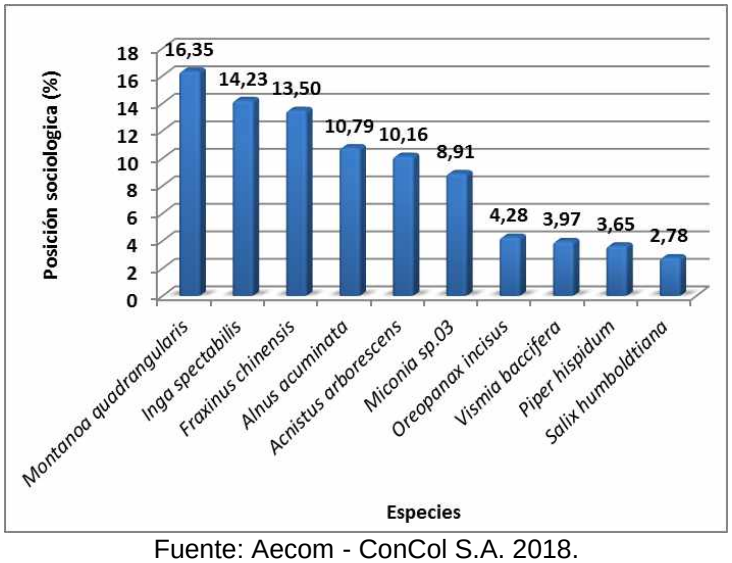
Especies	Inferior		Medio		Superior		Posición sociológica	
	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Psa	Psr
Montanoa quadrangularis	7	0,08	6	0,07	0	0,00	5,47	16,35%
Inga spectabilis	3	0,03	7	0,08	2	0,02	4,76	14,23%
Fraxinus chinensis	2	0,02	6	0,07	6	0,07	4,51	13,50%
Alnus acuminata	2	0,02	6	0,07	0	0,00	3,60	10,79%

Especies	Inferior		Medio		Superior		Posición sociológica	
	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Cant.	Vf	Psa	Psr
Acnistus arborescens	4	0,05	4	0,05	0	0,00	3,40	10,16%
Miconia sp.03	8	0,09	0	0,00	0	0,00	2,98	8,91%
Oreopanax incisus	0	0,00	3	0,03	0	0,00	1,43	4,28%
Vismia baccifera	1	0,01	2	0,02	0	0,00	1,33	3,97%
Piper hispidum	2	0,02	1	0,01	0	0,00	1,22	3,65%
Salix humboldtiana	0	0,00	1	0,01	3	0,03	0,93	2,78%
Myrcia fallax	1	0,01	1	0,01	0	0,00	0,85	2,54%
Maytenus sp.01	1	0,01	1	0,01	0	0,00	0,85	2,54%
Ficus sp.01	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,48	1,43%
Eucalyptus globulus	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,48	1,43%
Calycolpus moritzianus	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,48	1,43%
Lippia schlimii	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,37	1,11%
Fraxinus uhdei	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,15	0,45%
Ficus velutina	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,15	0,45%
Total	**32**	**0,37**	**41**	**0,48**	**13**	**0,15**	**33,42**	**100,00%**
Psa= posición sociológica absoluta; Psr= posición sociológica relativa; Cant= cantidad de individuos de la especie en el sub-estrato; Vf= Valor fitosociológico								

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa en la Figura 5.55, donde se representa las 10 especies con mayores valores de posición sociológica, la máxima posición la alcanza la especie *Montanoa quadrangularis* con el 16,35% seguida por *Inga spectabilis* con 14,23% y en tercera posición se encuentra la especie *Fraxinus chinensis* con 13,50% de la posición sociológica relativa.

Figura 5.55 Estructura vertical por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

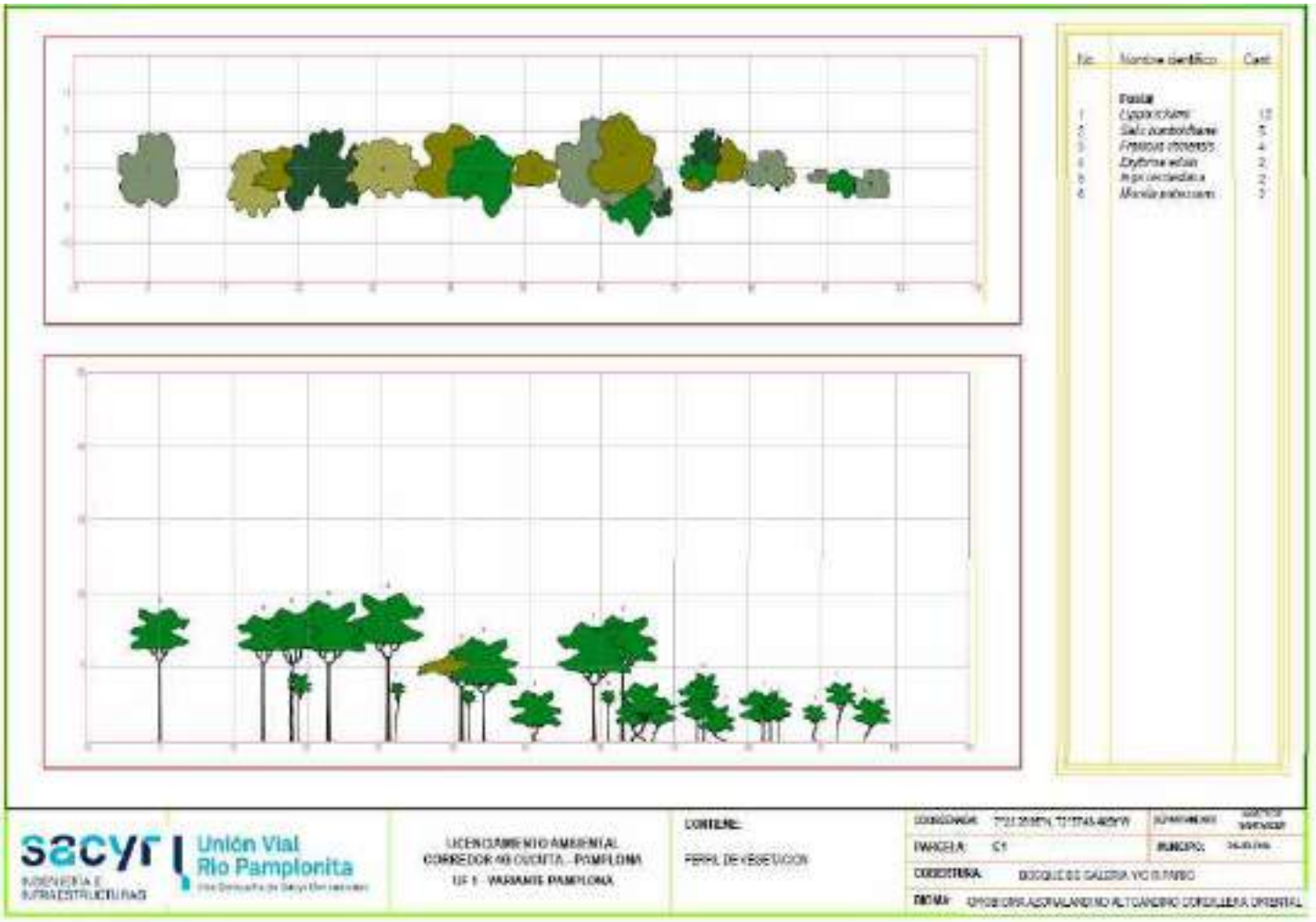


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iii. Perfil de Vegetación

La Figura 5.56, muestra el perfil de vegetación generado a partir de la parcela temporal A1 de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (Ver Anexo 5.2.1- C- Perfiles de Vegetacion). En este perfil se puede observar una estructura vertical homogénea donde domina *Montanoa quadrangularis* en estratos inferiores y en estrato superior domina *Fraxinus chinensis*.

Figura 5.56 Perfil de vegetación del bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol.S.A. 2018.

Estructura total

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en nueve clases diamétricas, donde está ausente la clase diamétrica VII, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) no supera los 55,69 cm. La Tabla 5.48, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5.48 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

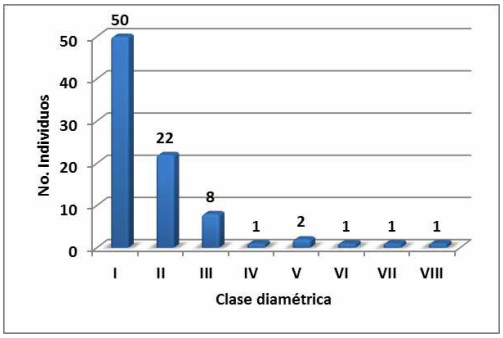
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m^3)		Área basal (m^2)
		Absoluta	relativa	Comercial	Total	
I	10,09 – 16,32	50	58,14%	2,06	4,83	0,68
II	16,33 – 22,55	22	25,58%	1,66	5,10	0,64
III	22,56 – 28,78	8	9,30%	2,91	4,05	0,40
IV	28,79 - 35,01	1	1,16%	0,36	1,19	0,09
V	35,02 - 41,25	2	2,33%	0,95	2,13	0,23
VI	41,26 - 47,48	1	1,16%	0,94	1,76	0,17
VII	47,49 – 59,94	1	1,16%	0,31	3,02	0,22
VIII	53,72 - 55,69	1	1,16%	0,35	2,97	0,25
Total		**86**	**100,00%**	**9,53**	**25,05**	**2,68**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se puede observar en la Figura 5.57**,** la distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la curva en forma de J invertida; así, la mayor cantidad de individuos (50) se concentra en la categoría diamétrica de 10,09 a 19,32 cm.

Por otro lado, se evidencia la una cantidad disminuida desde la clase III, indicado intervención antrópica y tala selectiva, por consecuente, a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes, para el caso *Fraxinus chinensis* e *Inga spectabilis* especies que son abundantes en las clases I y II, presentándose también en la mayoría de las categorías.

Figura 5.57 Abundancia por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



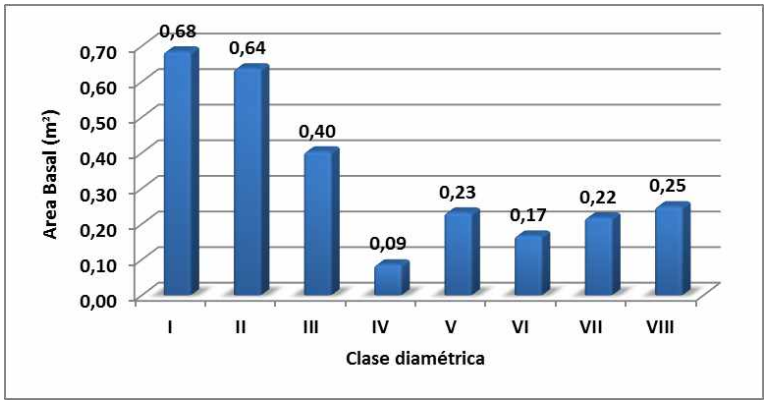
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

iii. Cálculo del área basal

El área basal para este ecosistema fue de 2,68 m^2 en 0,3 ha, considerándose bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho ecosistema al estar en los límites de pastizales y cultivos destinados a la actividad agropecuaria.

La mayor área lo reporta la clase diamétrica I con 0,68 m^2 donde se encuentran individuos con diámetros entre los 10,09 a 16,32 cm, seguida por la clase diamétrica II con 0,64 m^2 (Ver Figura 5.58); la clase diamétrica IV reporta el menor valor representado solo por 1 individuo.

Figura 5.58 Área basal por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

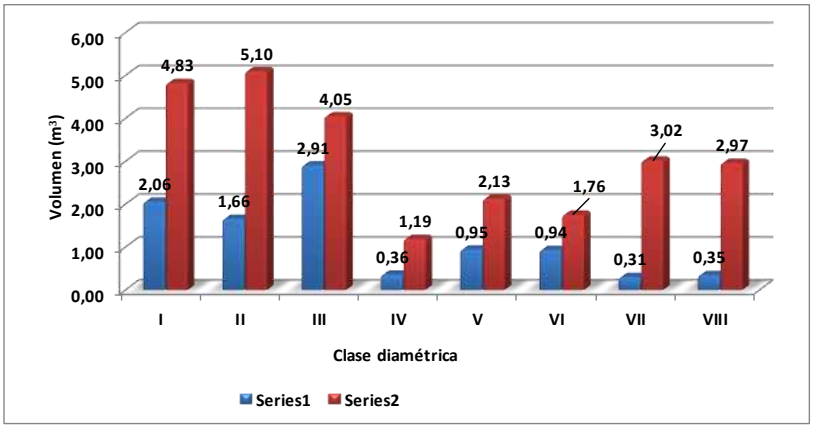


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

iv. Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial hallado para un área de 0,3 ha fue de 25,50 m^3 y 9,53 m^3 respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal. El mayor volumen total se presenta en la clase II con un valor de 5,10 m^3, el cual disminuye en la clase anterior I a 4,83 m^3 y posterior III a 4,05 m^3 y se incrementa en la clase VII con 3,02 m3. El volumen comercial, aunque se distribuye entre las clases de manera similar al volumen total, presenta una marcada diferencia a este, debido a la ramificación a baja altura que evidencian la mayoría de los individuos. (Ver Figura 5.59).

Figura 5.59 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los ocho levantamientos, donde se encontraron 86 individuos pertenecientes a 18 especies, se evaluaron por medio de los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick, en la Tabla 5.49,se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Tabla 5.49 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Azonal Altoandino Cordillera Oriental

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,49	3,81	1,94

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero (poco diversa) y cinco (áreas diversas); con lo cual se puede inferir, a partir de los resultados, con un índice de 2,49, que la cobertura presenta una diversidad media.

Por su parte, el índice de Margalef estima la diversidad de la comunidad en función del número de individuos, los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5 alta; para este índice se obtuvo un valor de 3,81 indicando una riqueza de especies media. Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,94 que también muestra una diversidad media.

Regeneración natural

En la regeneración natural del bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se registraron 136 individuos de 16 especies correspondientes a 10 géneros y el mismo número de familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5.50.

Tabla 5.50 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Montanoa quadrangularis	38	27,94	40,00	16,22	3	0,02	8	0,059	27	0,20	30,55	24,90
Fraxinus chinensis	31	22,79	46,67	18,92	9	0,07	18	0,132	4	0,03	20,79	20,83
Piper hispidum	15	11,03	26,67	10,81	0	0,00	6	0,044	9	0,07	12,37	11,40
Miconia desmantha	13	9,56	20,00	8,11	3	0,02	7	0,051	3	0,02	9,13	8,93
Myrcia fallax	9	6,62	26,67	10,81	0	0,00	8	0,059	1	0,01	7,03	8,15
Acnistus arborescens	8	5,88	13,33	5,41	4	0,03	0	0,000	4	0,03	4,98	5,42
Lozanella enantiophylla	5	3,68	6,67	2,70	0	0,00	0	0,000	5	0,04	4,30	3,56
Miconia sp.03	4	2,94	13,33	5,41	3	0,02	0	0,000	1	0,01	2,02	3,45
Maytenus sp.01	4	2,94	6,67	2,70	4	0,03	0	0,000	0	0,00	1,54	2,40
Toxicodendron striatum	2	1,47	6,67	2,70	0	0,00	1	0,007	1	0,01	1,63	1,93
Oreopanax incisus	2	1,47	6,67	2,70	0	0,00	2	0,015	0	0,00	1,54	1,91
Alnus acuminata	1	0,74	6,67	2,70	0	0,00	0	0,000	1	0,01	0,86	1,43
Solanum stellatiglandulosum	1	0,74	6,67	2,70	0	0,00	0	0,000	1	0,01	0,86	1,43
Lippia schlimii	1	0,74	6,67	2,70	0	0,00	0	0,000	1	0,01	0,86	1,43
Piper artanthe	1	0,74	6,67	2,70	0	0,00	1	0,007	0	0,00	0,77	1,40
Dodonaea viscosa	1	0,74	6,67	2,70	0	0,00	1	0,007	0	0,00	0,77	1,40
Total, general	**136**	**100**	**246,67**	**100**	**26**	**0,19**	**52**	**0,38**	**58**	**0,43**	**100**	**100**

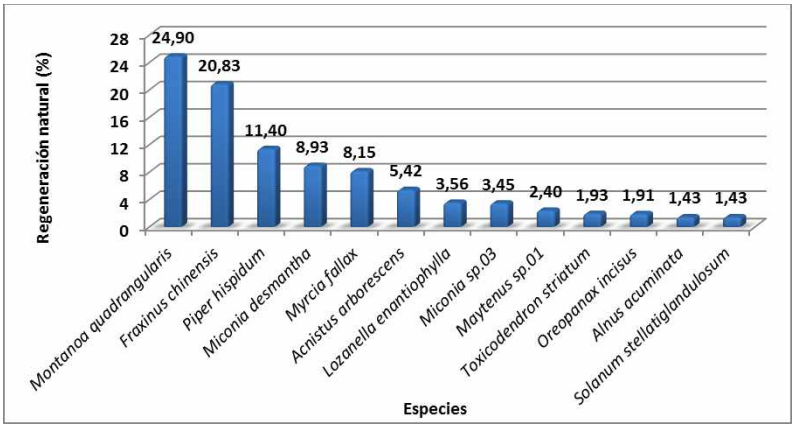
Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 43% del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 38% y los renuevos con 19%. El índice de regeneración señala que la especie más importante en la regeneración natural es *Montanoa quadrangularis,* la cual se encuentra presente en mayor proporción en la categoría de tamaño brinzal, estando presente en las otras dos categorías de tamaño (renuevo y latizal), le siguen, en importancia de regeneración natural, *Fraxinus chinensis* y *Myrcia fallax.*

Montanoa quadrangularis y *Fraxinus chinensis*, especies que dentro del ecosistema presentan mayor peso ecológico dentro del ecosistema en fustales que junto con otras especies de la regeneración pueden garantizar una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. En la Figura 5.60, se muestra la gráfica de distribución de las especies presentes en la regeneración natural, de mayor a menor porcentaje de la regeneración.

Figura 5.60 Regeneración natural por especie en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.2.1.2.6. Uso de las especies

La diversidad de estos usos permite dividir las plantas en varios grupos. Una misma planta, puede ser clasificada en distintos grupos, no sólo en lugares diferentes, sino incluso dentro de la misma zona. Dichos usos se clasificaron de acuerdo con los dominios de Uso Antrópico definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en su base de datos (Geodatabase), de las cuales se tomaron los dominios que se ajustan a los usos identificados para la flora. (Tabla 5.51).

Tabla 5.51 Clasificación de usos de las especies forestales

CÓDIGO	USO
351	Actividades Productivas
353	Aseo
355	Uso Cultural
356	Cultivo
359	Subsistencia
361	Habitación
362	Otro

Fuente: Modelo de Almacenamiento de datos geográficos ANLA

A continuación, en la Tabla 5.52, se muestra el resumen de los usos según las categorías establecidas, para las especies con representación de tipo fustales reportados en la composición florística de los ecosistemas naturales del área de estudio.

Tabla 5.52 Clasificación de usos de las especies forestales encontradas en el área de influencia del proyecto

ESPECIE	Actividades productivas	Aseo	Uso cultural	Cultivo	Subsistencia	Habitación	Otro
Acacia dealbata							x
Acnistus arborescens				x			x
Ageratina popayanensis							x
Alnus acuminata			x				
Baccharis tricuneata			x				
Calea peruviana			x				
Clusia inesiana							x
Diplostephium rosmarinifolium			x		x		
Dodonaea viscosa			x				
Erythrina edulis					x		
Eucalyptus globulus	x			x			
Ficus sp.01			x				
Fraxinus chinensis	x		x				x
Fraxinus uhdei	x						
Heliocarpus americanus	x		x				x
Inga spectabilis							x
Lafoensia acuminata						x	
Lippia schlimii					x	x	x
Lourteigia stoechadifolia			x				
Miconia amblyandra							x
Miconia sp.03							x
Miconia theizans							x
Montanoa quadrangularis			x				x
Myrcianthes fragrans							x
Myrcianthes sp.01							x
Myrsine coriacea			x				
Myrsine latifolia			x				
Myrsine pellucida			x			x	x
Ochroma pyramidale	x						
Oreopanax gargantae					x		
Oreopanax incisus							x
Piper aduncum			x				x
Piper arboreum			x				
Piper hispidum			x				
Pteridium arachnoideum			x				
Rhamnus sphaerosperma							x
Salix humboldtiana			x		x		
Stevia lucida			x				

ESPECIE	Actividades productivas	Aseo	Uso cultural	Cultivo	Subsistencia	Habitación	Otro
Tibouchina lepidota					x		x
Toxicodendron striatum	x		x		x		
Triplaris americana			x				x
Vismia baccifera							x
Zanthoxylum rhoifolium			x				

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.2.1.2.7. Identificación de las especies amenazadas y/o vedadas

Una especie amenazada es aquella que se encuentra en Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Preocupación menor (LC) y Vulnerable (VU), de acuerdo con las categorías propuestas por la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN), la cual establece que una especie está amenazada cuando sus poblaciones naturales se encuentran en riesgo de desaparecer por cumplir con alguno o varios de los siguientes criterios:

- ✓ Rápida reducción del tamaño poblacional
- ✓ Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante
- ✓ Población pequeña y en disminución
- ✓ Población o área muy pequeña
- ✓ Análisis de viabilidad poblacional

Por su parte el endemismo define zonas geográficas donde hay taxones integrados espaciotemporalmente ((Platnick, 1981), el endemismo en ecología y conservación ha sido usado como distribución restringida y para el definir las especies endémicas se ha empleado un tamaño de área geográfica como límite práctico.

La consulta de especies reportadas en categorías de amenaza dentro de la composición florística de los ecosistemas naturales para el área de influencia (AI) biótica de la UF 1, se elaboró con base en las resoluciones de amenaza y veda nacional (Res. 316 de 1974, 0213 de 1977, 0801 de 1977, 0463 de 1982, Ley 61 de 1985 las anteriores del extinto INDERENA, Res. 1602 de 1995, Res. 20 de 1996 y Res. 1912 de 2017 estas últimas del actual MADS).

Adicionalmente se consultó el listado entregado por CORPONOR para especies de flora amenazadas de acuerdo con la actualización del POMCA del río Pamplonita. (Ver Anexo 5.2.1-F Comunicaciones).

A continuación, en la Tabla 5.53, se referencian las especies reportadas con algún grado de amenaza; donde se observan 6 especies endémicas, así mismo 2 especies en alguna

categoría de la UICN, no se reportan especies en los apéndices de CITES, ni en veda nacional ni en la Resolución 1912 de 2017, en relación con el total de árboles encontrados en la composición florística del área de influencia.

Tabla 5.53 Especies amenazadas, endémicas y/o en veda registradas en el área de estudio

ESPECIE	MADS_1912_2017	UICN	ENDEMICA	VEDA NACIONAL	CITES
Alnus acuminata	-	LC	-	-	-
Calea peruviana	-	-	x	-	-
Clusia inesiana	-	-	x	-	-
Fraxinus uhdei	-	LC	-	-	-
Lourteigia stoechadifolia	-	-	x	-	-
Miconia aguirrei	-	-	x	-	-
Miconia amblyandra	-	-	x	-	-
Oreopanax gargantae	-	-	x	-	-
Juglans neotropica	-	-	-	x	-
LC: Preocupación menor					

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Resultados del censo de especies forestales en veda nacional

En la Tabla 5.54, se presenta la especie *Juglans neotropica* (nogal) incluida en veda nacional por la Resolución 0316 de 1974 y a la cual se solicita el levantamiento parcial de veda ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, presente en el área de intervención de la UF 1, variante Pamplona. Esta especie se registró en estado de fustal, y no se presentaron individuos en estado de brinzal y latizal durante el censo.

Tabla 5.54 *Juglans neotropica* (nogal) en veda nacional dentro del área de intervención de la UF 1, variante Pamplona

Familia	Especie	Abundancia
Juglandaceae	*Juglans neotropica*	1

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.2.1.2.8. Caracterización de la Flora Epifita

A continuación, en la Tabla 5-55 se presentan las 96 parcelas (47 parcelas de caracterización de epífitas de 100 x 10 m y 49 parcelas de caracterización de especies terrestres y/o rupícolas de 50 x 2 donde se realizó un levantamiento cada 10 m) de muestreo realizadas en campo para caracterizar las especies vasculares y no vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola, en las diferentes coberturas de la tierra evaluadas (arbustal denso alto, bosque de galería y/o ripario, mosaico de pastos con espacios naturales y pastos arbolados, pastos limpios). En el Anexo G – Epifitas, se presenta el respectivo reporte de las parcelas realizadas.

Tabla 5-55 Parcelas realizadas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola, presentes en la UF 1, Sector Pamplona (Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá).

#	Punto de muestreo	Tipo de parcela	Cobertura	Zona de vida	Este_ini	Norte_ini	Este_fin	Norte_fin
1	A-11	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159646,811	1308020,563	1159565,611	1307957,56
2	E-10	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159713,109	1308759,179	1159768,377	1308817,044
3	E-1001	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159010,348	1309499,138	1158941,175	1309557,472
4	E-11	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159667,044	1308002,257	1159575,419	1307947,704
5	E--11	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159761,865	1308559,589	1159859,891	1308626,952
6	E-12	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159733,437	1308076,385	1159652,808	1308007,216
7	E-13	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159752,074	1308114,193	1159774,607	1308182,115
8	E-14	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159689,361	1308156,347	1159620,143	1308186,278
9	E-15	Epífitas	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159776,893	1308192,988	1159822,434	1308276,206
10	E-18	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159654,11	1309252,002	1159604,153	1309160,751
11	E-19	Epífitas	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159758,736	1308411,713	1159671,79	1308447,974
12	E-20	Epífitas	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159800,366	1308260,024	1159837,247	1308334,019
13	E-22	Epífitas	Bosque de galería y/o ripario	Bosque seco montano bajo	1159666,594	1308458,295	1159719,997	1308489,321
14	E-23	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159667,244	1308513,224	1159616,237	1308597,168
15	E-24	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159635,236	1308652,922	1159658,71	1308559,25
16	E-25	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159683,012	1308986,033	1159727,411	1309040,599
17	E-26	Epífitas	Arbustal denso alto	Bosque seco montano bajo	1159761,239	1309294,281	1159701,072	1309226,523
18	E-27	Epífitas	Arbustal denso alto	Bosque seco montano bajo	1159769,483	1309417,784	1159775,084	1309317,925
19	E-29	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159432,964	1309500,827	1159532,418	1309448,756
20	E-5	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159725,183	1309536,813	1159717,067	1309445,582
21	E-6	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159649,409	1308917,036	1159692,235	1308979,22
22	E-8	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159642,424	1308678,504	1159727,848	1308645,062
23	F-101	Epífitas	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157803,954	1309164,5	1157826,936	1309094,648
24	F-102	Epífitas	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157833,313	1309070,351	1157924,115	1309084,525
25	F-103	Epífitas	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157936,843	1309077,433	1157901,809	1308993,468
26	F-104	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157699,763	1309184,421	1157789,341	1309163,894
27	F-105	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157618	1309094,771	1157671,521	1309175,92
28	F-106	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157667,534	1309039,395	1157708,892	1309160,666
29	F-107	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157743,908	1308985,21	1157775,768	1309141,408
30	F-108	Epífitas	Arbustal denso alto	Bosque húmedo montano bajo	1157983,836	1309016,209	1157977,816	1309081,892

#	Punto de muestreo	Tipo de parcela	Cobertura	Zona de vida	Este_ini	Norte_ini	Este_fin	Norte_fin
31	F-109	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159863,074	1308951,901	1159883,638	1308876,181
32	F-110	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159884,794	1308862,359	1159948,311	1308754,928
33	F-111	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159953,781	1308769,541	1160028,252	1308709,205
34	F-112	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1160059,105	1308712,476	1160005,579	1308565,496
35	G-113	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159818,177	1308698,748	1159914,778	1308742,208
36	G-114	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159764,527	1308652,408	1159691,156	1308699,169
37	G-115	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159604,808	1308019,569	1159703,68	1308111,161
38	G-116	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1158988,29	1309434,826	1158911,276	1309480,375
39	G-117	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159564,58	1309286,02	1159570,944	1309198,979
40	G-118	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159543,437	1309166,695	1159639,775	1309119,884
41	G-119	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159650,611	1308510,99	1159609,651	1308569,848
42	G-121	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159405,59	1309452,184	1159358,746	1309360,369
43	K-1	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160242,082	1312004,146	1160159,31	1311956,148
44	K-2	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160130,409	1312014,33	1160111,064	1312114,263
45	K-3	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160176,36	1312188,361	1160226,219	1312107,299
46	K-4	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160272,571	1312007,439	1160318,671	1312101,495
47	K-5	Epífitas	Arbustal denso alto	Bosque seco premontano	1160317,536	1312173,61	1160298,289	1312222,438
48	E-10	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159746,761	1308750,221	1159789,538	1308778,057
49	E-1001	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1158934,669	1309557,006	1158981,361	1309527,957
50	E-11	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159794,852	1308587,632	1159751,094	1308565,301
51	E-12	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159707,135	1308044,854	1159699,244	1308085,805
52	E-13	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159789,442	1308171,981	1159739,504	1308151,048
53	E-14	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159609,146	1308188,885	1159654,269	1308173,11
54	E-15	Otros sustratos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159805,703	1308256,493	1159790,644	1308204,489
55	E-18	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159602,304	1309196,856	1159625,311	1309240,967
56	E-19	Otros sustratos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159748,345	1308431,317	1159698,487	1308431,683
57	E-20	Otros sustratos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Bosque seco montano bajo	1159838,258	1308313,058	1159788,043	1308314,712
58	E-22	Otros sustratos	Bosque de galería y/o ripario	Bosque seco montano bajo	1159668,307	1308457,856	1159714,863	1308479,631
59	E-23	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159616,469	1308568,562	1159624,852	1308620,832
60	E-24	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159660,414	1308575,919	1159655,839	1308628,063
61	E-25	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159721,486	1309033,634	1159691,911	1308993,554
62	E-26	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco montano bajo	1159744,706	1309277,444	1159710,569	1309251,267
63	E-27	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco montano bajo	1159769,483	1309417,784	1159784,491	1309362,892
64	E-5	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159743,912	1309476,147	1159704,719	1309499,007

#	Punto de muestreo	Tipo de parcela	Cobertura	Zona de vida	Este_ini	Norte_ini	Este_fin	Norte_fin
65	E-6	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159705,961	1308959,995	1159686,122	1308912,158
66	E-7	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159736,688	1308853,218	1159688,712	1308847,109
67	E-8	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159639,454	1308668,059	1159680,82	1308697,542
68	F-101	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157827,59	1309099,977	1157841,878	1309153,239
69	F-102	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157883,629	1309052,03	1157936,843	1309077,433
70	F-103	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque húmedo montano bajo	1157923,866	1309037,121	1157901,809	1308993,468
71	F-104	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157805,147	1309176,683	1157754,713	1309197,987
72	F-105	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157655,718	1309179,412	1157644,276	1309130,481
73	F-106	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157660,876	1309051,549	1157686,24	1309097,428
74	F-107	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque húmedo montano bajo	1157772,234	1309140,738	1157762,018	1309090,698
75	F-108	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque húmedo montano bajo	1157979,791	1309024,022	1157996,424	1309070,429
76	F-109	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159884,391	1308883,815	1159865,229	1308935,198
77	F-110	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159923,791	1308788,805	1159892,611	1308835,392
78	F-111	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1160039,837	1308762,189	1160001,967	1308725,337
79	F-112	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1160062,422	1308677,195	1160028,784	1308631,5
80	G-113	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159903,008	1308760,863	1159874,646	1308720,834
81	G-114	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159720,472	1308690,243	1159684,318	1308666,563
82	G-115	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159699,146	1308113,242	1159656,405	1308079,583
83	G-116	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1158997,551	1309439,288	1158948,899	1309458,928
84	G-117	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159570,944	1309198,979	1159571,987	1309251,531
85	G-118	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159543,437	1309166,695	1159594,971	1309146,064
86	G-119	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque seco montano bajo	1159623,41	1308548,871	1159654,674	1308510,704
87	G-121	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159405,59	1309452,184	1159356,604	1309362,458
88	G-122	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco montano bajo	1159526,279	1309655,943	1159571,251	1309649,348
89	K-1	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160203,15	1311969,085	1160242,082	1312004,146
90	K-2	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160231,065	1312104,757	1160195,947	1312052,902
91	K-3	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160221,946	1312106,708	1160192,181	1312085,508
92	K-4	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco premontano	1160313,563	1312099,351	1160313,324	1312069,779
93	K-5	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco premontano	1160298,289	1312222,438	1160300,865	1312177,109
94	K-6	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco premontano	1160302,566	1312176,563	1160323,74	1312153,925
95	K-7	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco premontano	1160331,891	1312159,058	1160356,352	1312165,499
96	K-8	Otros sustratos	Arbustal denso alto	Bosque seco premontano	1160353,905	1312176,438	1160338,893	1312191,237

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies vasculares

Epífitas

Riqueza y abundancia de epifitas vasculares

De las parcelas realizadas para caracterizar las epífitas vasculares en la UF 1, variante Pamplona, se registraron 13.905 individuos agrupados en 14 especies, 2 géneros y 1 familia (Bromeliaceae). En la Tabla 5-56, se presenta la abundancia y riqueza de las epifitas vasculares.

Tabla 5-56 Epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Familia	Género	Especie	Total
Bromeliaceae	**Catopsis**	*Catopsis nutans*	2
	Tillandsia	*Tillandsia biflora*	261
		Tillandsia fasciculata	8
		Tillandsia fendleri	3
		Tillandsia incarnata	1219
		Tillandsia myriantha	111
		Tillandsia recurvata	468
		Tillandsia sp 12	19
		Tillandsia sp 13	255
		Tillandsia sp3	11
		Tillandsia sp4	1
		Tillandsia tenuifolia	2
		Tillandsia usneoides	11002
		Tillandsia variabilis	543
Total			**13.905**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

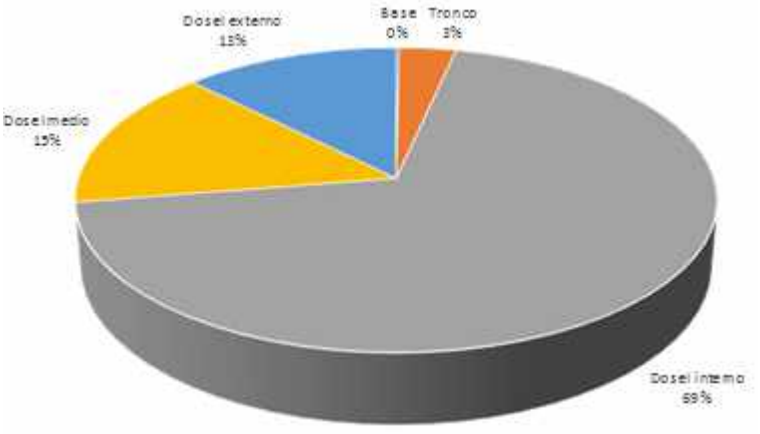
Distribución vertical de epífitas vasculares

Las epífitas vasculares dependen en gran medida de las condiciones medioambientales y más específicamente de las condiciones microclimáticas, este tipo de vegetación no genera raíces que penetren el suelo, son especies que se presentan creciendo sobre el sustrato provisto por el forófito. Por tanto, aprovechan la humedad del ambiente y se encuentran bastante expuestas a las condiciones secantes del viento y el sol. Los árboles en general se presentan como un excelente sustrato, ya que pueden proveer a este tipo de vegetación la humedad y la sombra que requieren para su eficaz establecimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción.

En cuanto a la estratificación del forófito o distribución vertical, ésta se realiza con el fin de establecer si existe diferencia significativa en cuanto a la diversidad de las especies a lo largo del hospedero, ya que, por acción gravitacional, el agua lluvia o rocío reservada o mantenida en el área basal y media de cada forófito proporciona condiciones microclimáticas propicias para las diferentes especies.

Las epífitas vasculares se registraron en los cinco (5) estratos propuestos por Johansson (1974). La mayor representatividad de los registros se presentó en el dosel interno con 9.602 individuos, es decir; el 69%, seguido del dosel medio con 2.090 individuos (15%) y el dosel externo con 1.733 individuos (13%). La base presentó la más baja representatividad con 25 registros (Figura 5.61).

Figura 5.61 Porcentaje de distribución de epífitas vasculares en los diferentes estratos del forófito presentes en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Abundancia relativa de epífitas vasculares

En la Tabla 5-57, se presenta la abundancia relativa de las epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona, la especies más abundantes registradas corresponden a: *Tillandsia usneoides* y *Tillandsia incarnata* con el 79,13% (11.002 individuos) y el 8,77% (1.219 individuos) respectivamente, estas especies son de distribución cosmopolita, además de poseer semillas comosas o plumosas que con gran facilidad pueden moverse en el aire hasta encontrar donde establecerse. Las especies con menos representatividad corresponden a *Tillandsia sp.4* con un individuo, *Tillandsia tenuifolia* y *Catopsis nutans* con 2 individuos.

Tabla 5-57 Abundancia relativa de las epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Especie	Abundancia	Abundancia relativa
Tillandsia usneoides	11.002	79,13%
Tillandsia incarnata	1.219	8,77%
Tillandsia variabilis	543	3,91%
Tillandsia recurvata	468	3,37%
Tillandsia biflora	261	1,88%
Tillandsia sp 13	255	1,83%
Tillandsia myriantha	111	0,80%
Tillandsia sp 12	19	0,14%
Tillandsia sp3	11	0,08%
Tillandsia fasciculata	8	0,06%
Tillandsia fendleri	3	0,02%

Especie	Abundancia	Abundancia relativa
Catopsis nutans	2	0,01%
Tillandsia tenuifolia	2	0,01%
Tillandsia sp4	1	0,01%
Total	**13.903**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Frecuencia relativa de epífitas vasculares

A continuación, en la Tabla 5-58 se presenta la frecuencia relativa de las especies epífitas vasculares que permite evidenciar cuantas veces se presenta una misma especie en los diferentes forófitos evaluados. Para la UF 1, las especies *Tillandsia recurvata, Tillandsia incarnata, Tillandsia usneoides* y *Tillandsia biflora*, fueron las especies más frecuentes con el 19,35%, 13,59%, 13,36% y 12,21% registradas en los diferentes forófitos evaluados en la UF 1, en un porcentaje más bajo les sigue *Tillandsia myriantha, Tillandsia fasciculata, Tillandsia variabilis, Tillandsia fendleri* entre otras.

Tabla 5-58 Frecuencia relativa de las especies de epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Especie	ni	ni/N * 100
Tillandsia recurvata	84	19,35%
Tillandsia incarnata	59	13,59%
Tillandsia usneoides	58	13,36%
Tillandsia biflora	53	12,21%
Tillandsia variabilis	39	8,99%
Tillandsia sp 13	29	6,68%
Tillandsia myriantha	27	6,22%
Tillandsia fasciculata	7	1,61%
Tillandsia fendleri	3	0,69%
Tillandsia sp 12	3	0,69%
Catopsis nutans	2	0,46%
Tillandsia sp3	2	0,46%
Tillandsia sp4	1	0,23%
Tillandsia tenuifolia	1	0,23%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

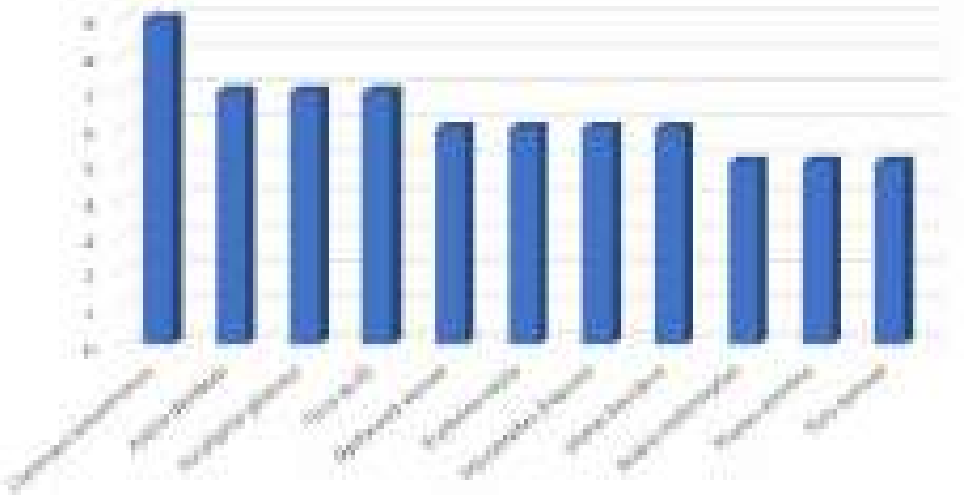
Donde; **ni** corresponde al número de veces que se registró una especie en las diferentes unidades muestreales y **N** corresponde al número total de unidades muestreales donde se presentaron registros.

Preferencia de forófito de epífitas vasculares

A continuación, se presentan los registros de forófitos donde se encontraron establecidas las especies y los individuos de bromelias y orquídeas. La familia Hypericaceae, fue la familia que más albergó individuos de epífitas vasculares con 8.598 individuos, seguida de Myrtaceae y Fabaceae con 1.384 y 1.381 individuos respectivamente.

Cupressus sempervirens fue la especie de forófito albergó la mayor diversidad de epífitas vasculares con 9 especies, seguida de *Acacia dealbata, Eucalyptus globulus* y *Ficus sp.01* con 7 especies cada una (Figura 5.62 y Tabla 5-59).

Figura 5.62 Cantidad de especies de epífitas vasculares para los forófitos más frecuentes registrados en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5-59 Registro de forófitos con presencia de epífitas vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Familia forófito	Especie forófito	Especie	Total
Adoxaceae	*Sambucus nigra*	*Tillandsia recurvata*	1
	Viburnum pichinchense	*Tillandsia biflora*	1
		Tillandsia incarnata	17
		Tillandsia myriantha	15
Betulaceae	*Alnus acuminata*	*Tillandsia biflora*	6
		Tillandsia fasciculata	1
		Tillandsia incarnata	1
Cunoniaceae	*Weinmannia sorbifolia*	*Tillandsia biflora*	37
		Tillandsia incarnata	166
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens*	*Catopsis nutans*	2
		Tillandsia biflora	83
		Tillandsia fasciculata	1
		Tillandsia incarnata	50
		Tillandsia recurvata	21
		Tillandsia sp 12	1
		Tillandsia sp 13	39
		Tillandsia usneoides	157
		Tillandsia variabilis	252
Ericaceae	*Pernettya prostrata*	*Tillandsia biflora*	6
		Tillandsia incarnata	1
Escalloniaceae	*Escallonia paniculata*	*Tillandsia biflora*	2
		Tillandsia sp 13	7
		Tillandsia variabilis	7
Fabaceae	*Acacia dealbata*	*Tillandsia biflora*	18
		Tillandsia fasciculata	2
		Tillandsia fendleri	1
		Tillandsia incarnata	55

Familia forófito	Especie forófito	Especie	Total
		Tillandsia recurvata	49
		Tillandsia sp3	1
		Tillandsia usneoides	36
	Acacia melanoxylon	*Tillandsia biflora*	1
		Tillandsia incarnata	16
		Tillandsia myriantha	1
		Tillandsia recurvata	6
		Tillandsia usneoides	21
	Erythrina edulis	*Tillandsia biflora*	15
		Tillandsia incarnata	115
		Tillandsia myriantha	28
		Tillandsia recurvata	5
		Tillandsia sp3	10
		Tillandsia usneoides	2
	Erythrina poeppigiana	*Tillandsia incarnata*	47
		Tillandsia recurvata	1
	Tara spinosa	*Tillandsia biflora*	15
		Tillandsia incarnata	266
		Tillandsia recurvata	69
		Tillandsia sp4	1
		Tillandsia usneoides	600
Hypericaceae	*Vismia baccifera*	*Tillandsia biflora*	6
		Tillandsia incarnata	2
		Tillandsia recurvata	25
		Tillandsia sp 13	2
		Tillandsia usneoides	8520
		Tillandsia variabilis	43
Indeterminado	*Indeterminado*	*Tillandsia recurvata*	6
		Tillandsia usneoides	4
Melastomataceae	*Miconia theizans*	*Tillandsia incarnata*	2
Moraceae	*Ficus sp.01*	*Tillandsia biflora*	4
		Tillandsia incarnata	29
		Tillandsia recurvata	25
		Tillandsia sp 12	11
		Tillandsia sp 13	46
		Tillandsia usneoides	712
		Tillandsia variabilis	26
Myrtaceae	*Calycolpus moritzianus*	*Tillandsia biflora*	3
		Tillandsia sp 13	37
		Tillandsia usneoides	80
		Tillandsia variabilis	31
	Eucalyptus camaldulensis	*Tillandsia incarnata*	1
		Tillandsia recurvata	3
	Eucalyptus globulus	*Tillandsia biflora*	5
		Tillandsia fasciculata	3
		Tillandsia incarnata	82
		Tillandsia myriantha	25
		Tillandsia recurvata	101
		Tillandsia usneoides	389
		Tillandsia variabilis	7
	Eucalyptus sp.01	*Tillandsia fasciculata*	1
		Tillandsia myriantha	8
		Tillandsia recurvata	9

Familia forófito	Especie forófito	Especie	Total
	Myrcianthes fragrans	*Tillandsia biflora*	8
		Tillandsia recurvata	96
		Tillandsia sp 12	7
		Tillandsia sp 13	116
		Tillandsia usneoides	300
		Tillandsia variabilis	74
Pinaceae	*Pinus patula*	*Tillandsia incarnata*	121
		Tillandsia myriantha	15
		Tillandsia recurvata	2
Piperaceae	*Piper aduncum*	*Tillandsia fendleri*	1
		Tillandsia variabilis	20
Primulaceae	*Myrsine latifolia*	*Tillandsia biflora*	4
		Tillandsia sp 13	8
		Tillandsia usneoides	70
		Tillandsia variabilis	21
	Myrsine pellucida	*Tillandsia biflora*	1
		Tillandsia incarnata	52
		Tillandsia myriantha	6
		Tillandsia recurvata	1
Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	*Tillandsia incarnata*	2
		Tillandsia tenuifolia	2
	Hesperomeles sp.01	*Tillandsia biflora*	6
		Tillandsia incarnata	15
		Tillandsia myriantha	4
	Prunus serotina	*Tillandsia biflora*	9
		Tillandsia incarnata	130
		Tillandsia myriantha	2
		Tillandsia recurvata	3
		Tillandsia variabilis	62
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	*Tillandsia recurvata*	1
	Xylosma spiculifera	*Tillandsia biflora*	9
Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	*Tillandsia biflora*	14
		Tillandsia fendleri	1
		Tillandsia incarnata	20
		Tillandsia myriantha	3
		Tillandsia recurvata	27
		Tillandsia usneoides	110
Solanaceae	*Acnistus arborescens*	*Tillandsia incarnata*	29
		Tillandsia recurvata	8
Verbenaceae	*Lippia hirsuta*	*Tillandsia biflora*	1
		Tillandsia myriantha	4
		Tillandsia recurvata	6
		Tillandsia usneoides	1
	Lippia schlimii	*Tillandsia biflora*	7
		Tillandsia recurvata	3
Total			**13.905**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies de epífitas vasculares por zona de vida y cobertura de la tierra

En las diferentes coberturas evaluadas de las zonas de vida presentes en la UF 1, se registraron especies de epífitas vasculares tanto en las naturales como en las antrópicas.

El Bosque seco montano bajo fue la zona de vida con la mayor diversidad de epifitas vasculares con 11 especies, las otras dos zonas de vida Bosque húmedo montano bajo y Bosque seco premontano registraron 7 especies cada una. En cuanto a coberturas, en pastos limpios se registraron 13 especies de epífitas vasculares, seguida de pastos arbolados con 8 especies y el arbustal denso alto con 7 especies (Tabla 5-60).

Tabla 5-60 Especies de epifitas vasculares por zona de vida por cobertura de la tierra, registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Zona de vida	Cobertura vegetal	Especie	Total
Bosque húmedo montano bajo	Arbustal denso alto	*Tillandsia biflora*	1
		Tillandsia incarnata	52
		Tillandsia myriantha	6
		Tillandsia recurvata	1
	Pastos limpios	*Catopsis nutans*	2
		Tillandsia fasciculata	1
		Tillandsia recurvata	2
		Tillandsia usneoides	4
Bosque seco montano bajo	Arbustal denso alto	*Tillandsia biflora*	23
		Tillandsia incarnata	52
		Tillandsia myriantha	24
		Tillandsia recurvata	5
		Tillandsia tenuifolia	2
	Bosque de galería y/o ripario	*Tillandsia biflora*	6
		Tillandsia fasciculata	1
		Tillandsia incarnata	1
	Mosaico de pastos con espacios naturales	*Tillandsia biflora*	18
		Tillandsia fasciculata	2
		Tillandsia incarnata	97
		Tillandsia recurvata	56
		Tillandsia sp3	1
		Tillandsia usneoides	95
	Pastos arbolados	*Tillandsia biflora*	75
		Tillandsia fasciculata	2
		Tillandsia fendleri	2
		Tillandsia incarnata	556
		Tillandsia myriantha	23
		Tillandsia recurvata	49
		Tillandsia usneoides	110
		Tillandsia variabilis	62
	Pastos limpios	*Tillandsia biflora*	100
		Tillandsia fasciculata	2
		Tillandsia fendleri	1
		Tillandsia incarnata	458
		Tillandsia myriantha	58
		Tillandsia recurvata	189
		Tillandsia sp3	10
		Tillandsia sp4	1
		Tillandsia usneoides	963
		Tillandsia variabilis	27
Bosque seco premontano	Arbustal denso alto	*Tillandsia biflora*	8
		Tillandsia recurvata	68
		Tillandsia sp 13	82

Zona de vida	Cobertura vegetal	Especie	Total
		Tillandsia variabilis	24
	Pastos limpios	*Tillandsia biflora*	30
		Tillandsia incarnata	3
		Tillandsia recurvata	98
		Tillandsia sp 12	19
		Tillandsia sp 13	173
		Tillandsia usneoides	9830
		Tillandsia variabilis	430
Total			**13.905**

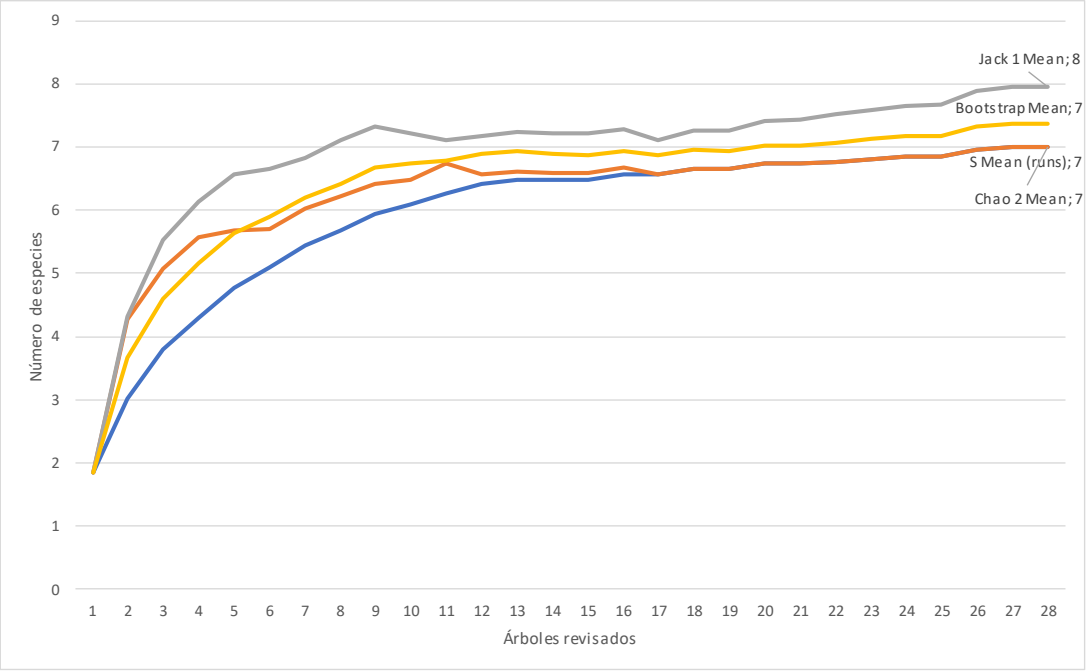
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Representatividad del muestreo por cobertura vegetal

Arbustal denso alto

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 88% y el 100%, para los estimadores evaluados (Tabla 5-61). Una representatividad igual o por encima del 75% se considera significativa, se concluye que el muestreo para esta cobertura fue representativo, es decir; que la riqueza de especies registradas en campo es cercana a la riqueza de especies esperadas Figura 5.63.

Figura 5.63 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto.

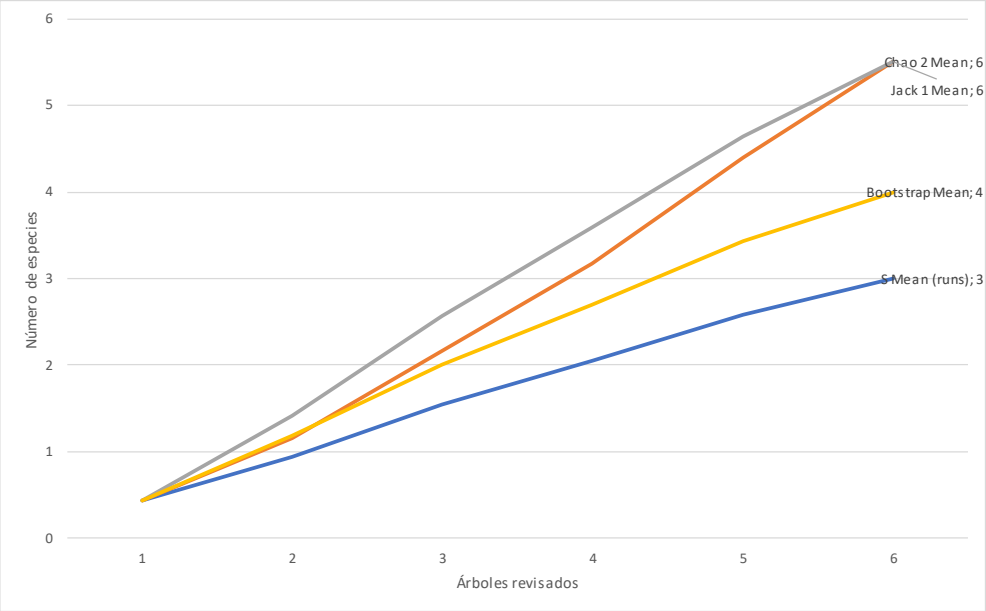


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Bosque de galería y/o ripario

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 55% y el 75% (Tabla 5-61) para los estimadores evaluados. Para esta cobertura se revisaron 6 árboles hospederos o forófitos en 0,15 ha. A pesar, de realizar un muestreo en 6 árboles potencialmente hospederos, la riqueza de especies vasculares no es representativa en esta extensión del área de bosque (Figura 5.64)

Figura 5.64 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario.

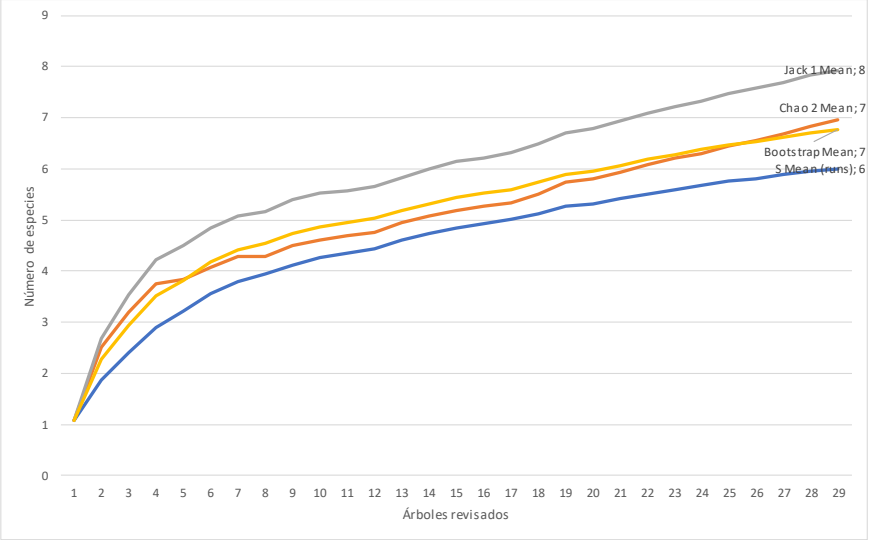


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Mosaico de pastos con espacios naturales

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 76% y el 89% (Tabla 5-61) para los estimadores evaluados, una representatividad igual o por encima del 75% se considera significativa, se concluye que el muestreo para esta cobertura fue representativo, es decir; que la riqueza de especies registradas en campo es cercana a la riqueza de especies esperadas (Figura 5.65).

Figura 5.65 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales.

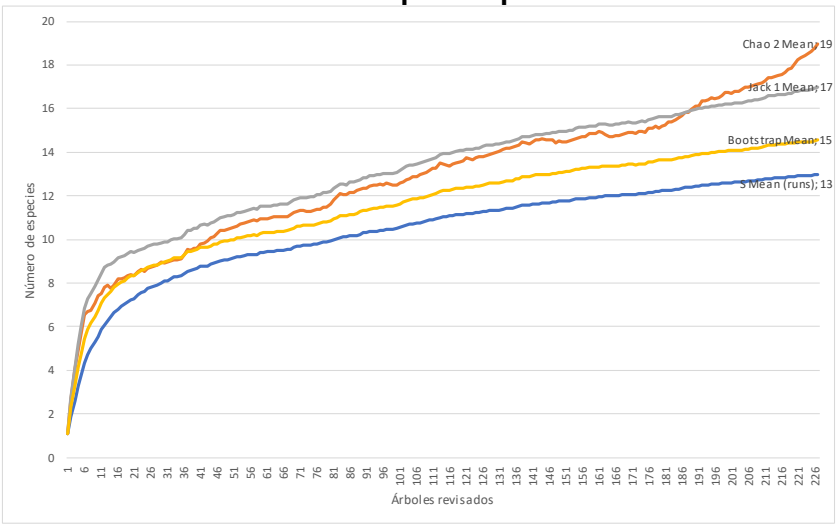


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos limpios

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 69% y el 89% (Tabla 5-61) para los estimadores evaluados, una representatividad igual o por encima del 75% se considera significativa, se concluye que el muestreo para esta cobertura fue representativo, es decir; que la riqueza de especies registradas en campo es cercana a la riqueza de especies esperadas (Figura 5.66).

Figura 5.66 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios

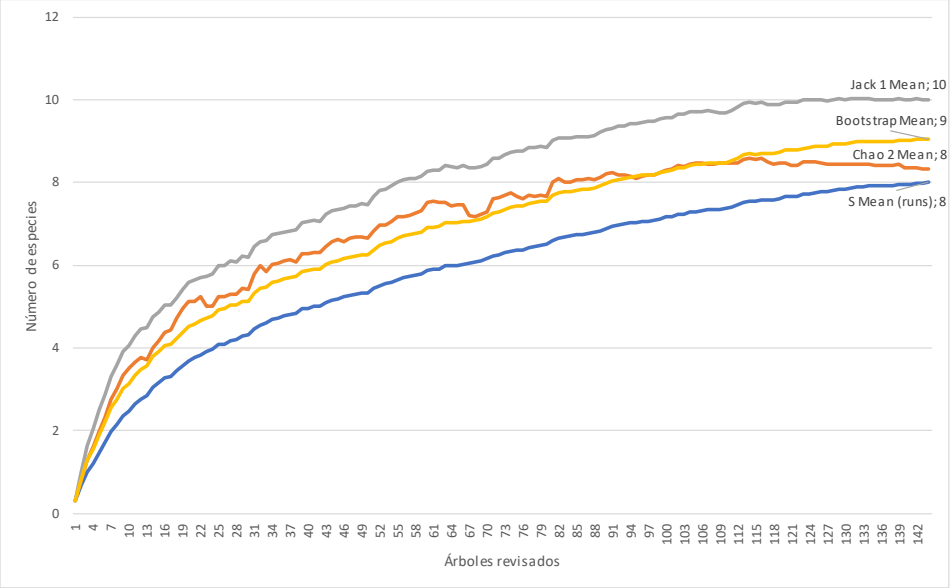


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos arbolados

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 80% y el 100% (Tabla 5-61) para los estimadores evaluados, una representatividad igual o por encima del 75% se considera significativa, se concluye que el muestreo para esta cobertura fue representativo, es decir; que la riqueza de especies registradas en campo es cercana a la riqueza de especies esperadas (Figura 5.67).

Figura 5.67 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, en la Tabla 5-61 se presenta el resumen de la representatividad del muestreo para las coberturas caracterizadas donde se registró más de una especie de epífita vascular, utilizando los estimadores Chao 2, Jack 1 y Bootstrap utilizando el programa EstimateS Versión 9.1.0

Tabla 5-61 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas.

Estimadores \ Cobertura	Estimadores					
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap	
	Nº Especies	%	Nº Especies	%	Nº Especies	%
Arbustal denso alto	7	100%	8	88%	7	100%
Bosque de galería y/o ripario	6	55%	6	55%	4	75%
Mosaico de pastos con espacios naturales	7	86%	8	76%	7	89%
Pastos limpios	19	69%	17	77%	15	89%
Pastos arbolados	8	100%	10	80%	9	88%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
Nº especies: número de especies calculadas por el estimador en el muestreo. %: es el porcentaje de representatividad de los estimadores evaluados. Sofware EstimateS Versión 9.1.0.

Terrestres y/o Rupícolas

Riqueza y abundancia de epifitas vasculares

En la Tabla 5-62, se presenta la riqueza de orquídeas y bromelias terrestres, en las diferentes coberturas caracterizadas en la UF 1, variante Pamplona. Se registraron 258 individuos agrupados en 9 especies (8 orquídeas y una bromelia). Estas especies se registraron en tres coberturas: Arbustal denso alto, pastos arbolados y pastos limpios dentro de la zona de vida de Bosque seco montano bajo.

Tabla 5-62 Bromelias terrestres por cobertura vegetal registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Zona de_vida	Cobertura	Familia	Especie	Total
Bosque seco montano bajo	Arbustal denso alto	Bromeliaceae	*Racinaea sp1*	12
		Orchidaceae	*Elleanthus sp*	5
			Epidendrum calanthum	4
			Epidendrum ibaguense	6
			Epidendrum secundum	8
			Maxillariella procurrens	80
			Sobralia odorata	45
	Pastos arbolados	Orchidaceae	*cf. masdevallia*	20
			Epidendrum calanthum	8
			Maxillariella procurrens	35
			Stelis sp	25
	Pastos limpios	Orchidaceae	*Maxillariella procurrens*	10
Total				**258**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Abundancia relativa de las especies vasculares de hábito terrestre y rupícula

Para la UF 1, se registraron 258 individuos de las especies vasculares de hábito terrestre y rupícola. Las especies más abundantes corresponden a *Maxillariella procurrens* con 125 individuos (48%), seguida de *Sobralia odorata* con 45 individuos (17%), *Stelis* con 25 indivduos (10%), *cf. Masdevallia* con 20 individuos (8%), entre otras (Tabla 5-63).

Tabla 5-63 Abundancia relativa de las especies vasculares de hábito terrestre y rupícola en la UF 1, variante Pamplona.

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (%)
Maxillariella procurrens	125	48%
Sobralia odorata	45	17%
Stelis sp	25	10%
cf. masdevallia	20	8%
Epidendrum calanthum	12	5%
Racinaea sp1	12	5%
Epidendrum secundum	8	3%
Epidendrum ibaguense	6	2%
Elleanthus sp	5	2%
Total	**258**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

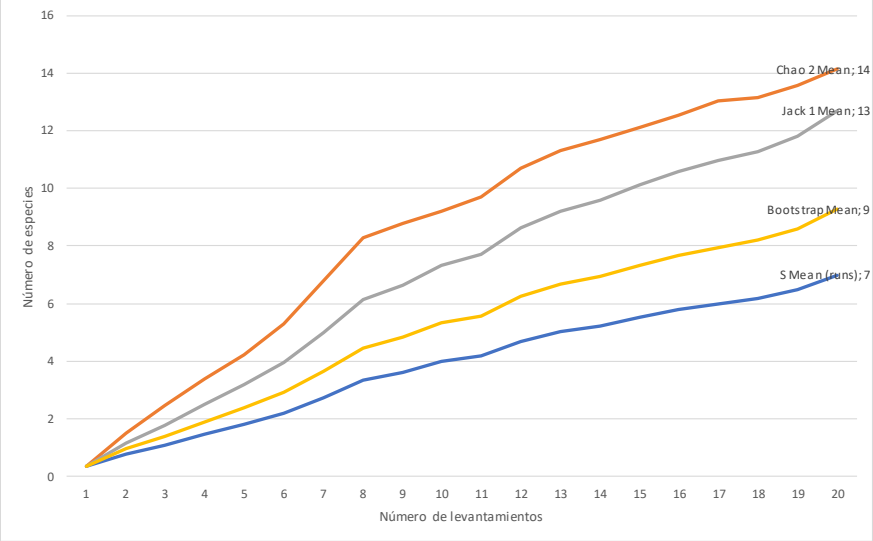
Representatividad del muestreo por cobertura vegetal

A continuación, se presentan las curvas de acumulación para las especies de hábito terrestre, en las coberturas de la tierra donde se registró más de una especie, es decir; Arbustal denso alto y Pastos arbolados (en Anexo G, se presentan las parcelas de otros sustratos).

Arbustal denso alto

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 50% y el 67%, para los estimadores evaluados (Tabla 5-64 y Figura 5.68). Para esta cobertura se realizaron 20 levantamientos (4 parcelas) en un área de 2,81 ha.

Figura 5.68 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto.

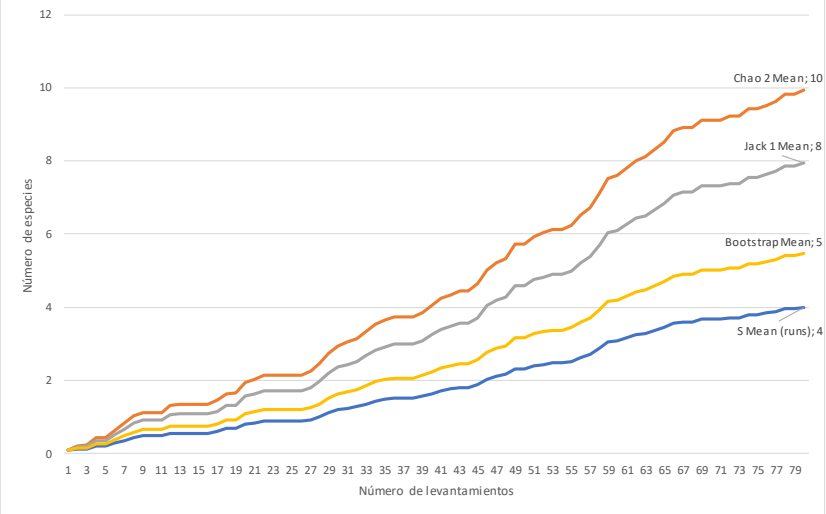


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos arbolados

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 50% y el 67%, para los estimadores evaluados (Tabla 5-64 y Figura 5.69) Para esta cobertura se realizaron 80 levantamientos (16 parcelas) en un área de 9,59 ha.

Figura 5.69 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5-64 Estimadores de diversidad en las diferentes coberturas evaluadas.

Estimadores \ Cobertura	Estimadores					
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap	
	Nº Especies	%	Nº Especies	%	Nº Especies	%
Arbustal denso alto	14	50%	13	55%	9	76%
Pastos arbolados	10	40%	8	50%	5	73%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Índice de diversidad de especies vasculares

A continuación, en la Tabla 5-65 se presentan los índices de diversidad usados para evaluar las especies vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas presentes en la UF 1, para ello, se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis – PAST versión 3.06 (Hammer et al, 2015) con una confiabilidad de 99,9%. Para este análisis se aclara, que se presentan el total de las especies sin importar el hábito de crecimiento por cada una de las coberturas caracterizadas.

Tabla 5-65 Índices de diversidad para las especies vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

	ADA	BG	MPEN	PA	PL
Taxa_S	14	3	6	12	14
Individuals	508	8	269	967	12411
Dominance_D	0,1326	0,5938	0,3026	0,3593	0,7604
Shannon_H	2,203	0,7356	1,3	1,54	0,6114
Margalef	2,087	0,9618	0,8937	1,6	1,379

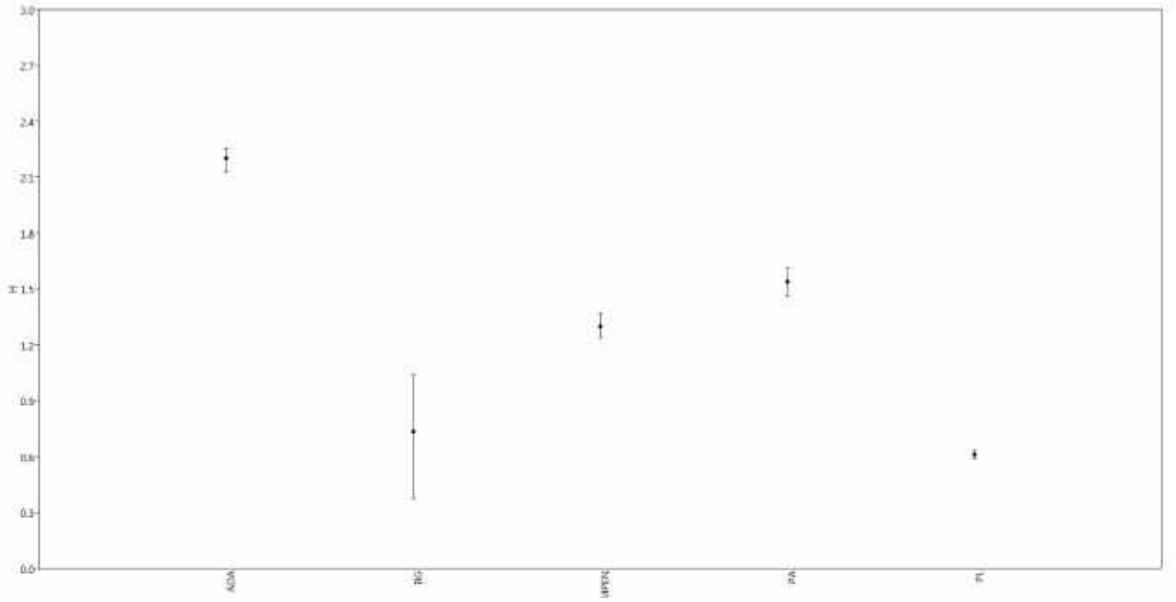
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

(**ADA**: Arbustal denso alto, **BG**: bosque de galería y/o ripario, **MPEN**: mosaico de pastos con espacios naturales, **PA**: pastos arbolados, **PL**: Pastos limpios).

Shannon_H

En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon, la cobertura con mayor representatividad de especies registradas en campo corresponde a Arbustal denso alto, con un valor 2,203. En términos generales la diversidad de especies vasculares para las diferentes coberturas evaluadas es bajo, ya que valores por inferiores a 1 se consideran poco diversos y valores superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Figura 5.70).

Figura 5.70. Índice de Shannon_H para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.

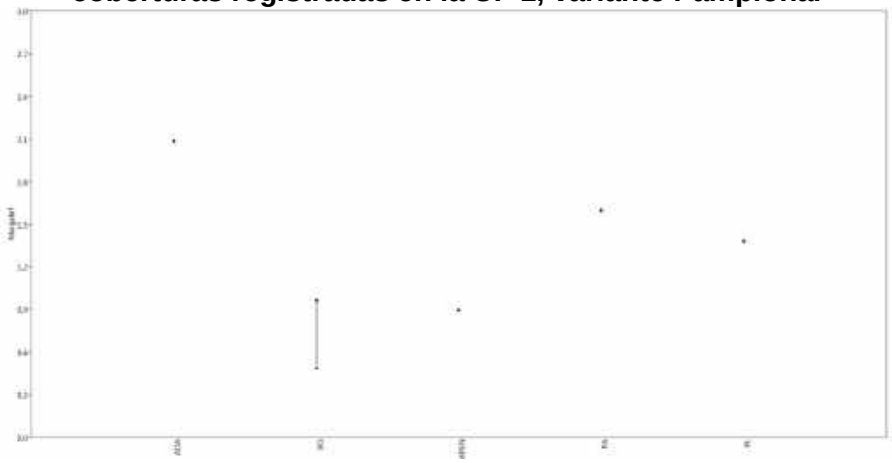


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
(**ADA**: Arbustal denso alto, **BG**: bosque de galería y/o ripario, **MPEN**: mosaico de pastos con espacios naturales, **PA**: pastos arbolados, **PL**: Pastos limpios).

Margalef

En cuanto al índice de diversidad de Margalef (número de especies presente en una comunidad) en términos generales, la diversidad de especies estuvo repartida en las diferentes coberturas, donde el valor más alto corresponde al Arbustal denso alto, con un valor de 2,087. Las demás coberturas presentan valores que oscilan entre 0,89 y 1,6 (Figura 5.71).

Figura 5.71. Índice de Margalef para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.

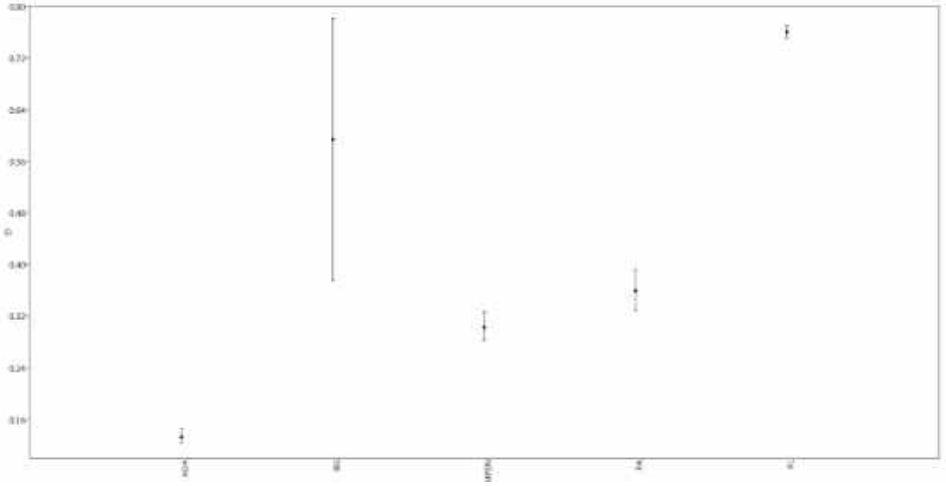


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Dominancia_D

La cobertura con mayor dominancia de especies vasculares fue pastos limpios con un valor de 0,76, ya que su valor se aproxima a uno, es decir; hay una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; para las coberturas restantes, los valores de este índice se aproximan a cero, es decir, mayor es la riqueza de especies (Figura 5.72)

Figura 5.72. Índice de Dominancia_D para las especies vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies no vasculares

Los briófitos son organismos pequeños que contribuyen de manera significativa en términos de biomasa y cobertura (Churchill & Linares 1995), además de favorecer el establecimiento de plantas epífitas vasculares como las orquídeas, bromelias, helechos, entre otras (Gradstein et al. 2001). Por lo anterior, son considerados excelentes indicadores climáticos al ser sensibles a los cambios microambientales y establecer la dinámica de flujo de agua, nutrientes y energía en los ecosistemas (Watson 1980, Gradstein 1992). En contraste, con los líquenes quienes pueden establecerse en otros ambientes expuestos a la radiación solar además son tolerantes a la intervención antrópica por lo cual suelen estar en zonas deforestadas e intervenidas (Aguirre, 2008).

En Colombia se encuentran registros de 1.562 especies de líquenes, y para el departamento de Norte de Santander se registran 61 especies (Aguirre-C J. en Rangel et al.; 2008). Para este estudio se colectaron 47 especies que corresponden al 77% de especies registradas para el departamento según lo registrado por el especialista en 2008.

En cuanto a los musgos, en el país se registran 718 especies en la región andina-cordillera oriental; y en el departamento de Norte de Santander se espera registrar 146 especies (Aguirre-C J. en Rangel et al.; 2008). En el caso de las hepáticas no se encuentra bibliografía que sustente o reporte la riqueza de especies en el departamento de Norte de Santander. En este estudio en cuanto a briófitos se registraron 23 especies en total, debido a que la mayoría de las coberturas corresponden a áreas antropizadas.

Epífitas

Riqueza y abundancia de epifitas vasculares

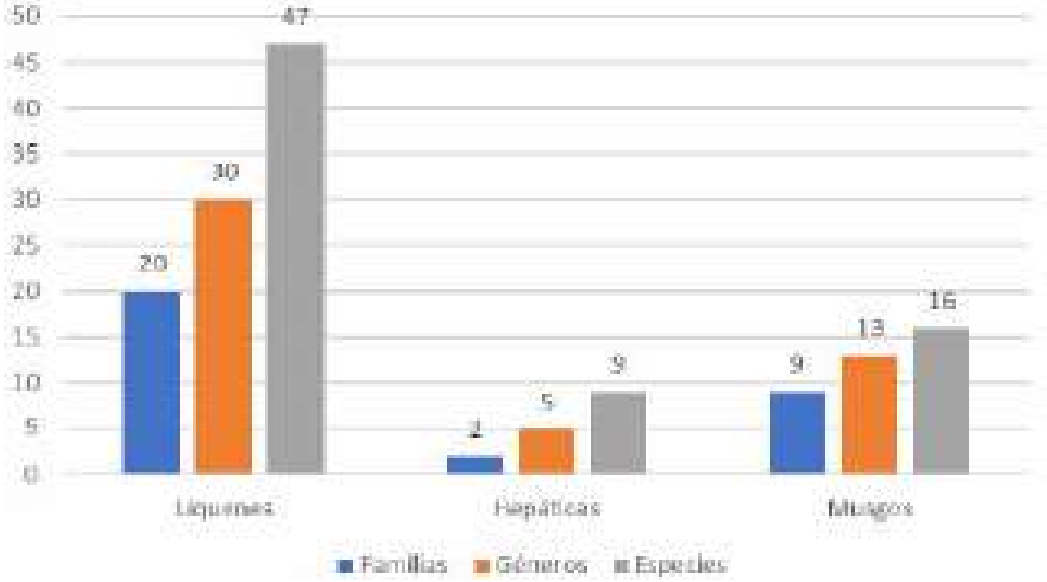
En las parcelas realizadas para caracterizar la flora epífita no vascular (musgos, líquenes y hepáticas), se registró una cobertura de 136.094 cm^2, distribuida en 31 familias, 48 géneros y 72 especies (47 especies de líquenes, 9 especies de hepáticas y 16 especies de musgos) en las diferentes coberturas evaluadas (Tabla 5-66 y Figura 5.73).

Tabla 5-66 Cantidad de familias, géneros y especies de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Tipo de organismo	Familias	Géneros	Especies
Líquenes	20	30	47
Hepáticas	2	5	9
Musgos	9	13	16
Total	**30**	**41**	**72**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 5.73 Riqueza de especies por grupo no vascular registradas en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, en la Tabla 5-67 se muestra la composición por cada grupo taxonómico de las especies de briófitos y líquenes, donde se evidencian especies epífitas de diferentes formas de crecimiento, líquenes foliosos, fruticosos y costrosos, así como musgos pleurocárpicos y acrocárpicos, hepáticas foliosas y talosas.

Tabla 5-67 Composición de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Tipo de organismo	Familia	Género	Especie
Hepática	Frullaniaceae	Frullania	*Frullania arecae*
			Frullania convoluta
			Frullania ericoides
			Frullania riojaneirensis
	Lejeuneaceae	Blepharolejeunea	*Blepharolejeunea sp.*
		Lejeunea	*Lejeunea cf. trinitensis*
			Lejeunea sp.1
		Microlejeunea	*Microlejeunea sp. 1*
	Plagiochilaceae	Plagiochila	*Plagiochila cf.cristata*
Líquen	Arthoniaceae	Arthonia	*Arthonia aff. bessalis*
		Herpothallon	*Herpotallon sp.2*
			Herpothallon minimun
			Herpothallon rubrocinctum
	Caliciaceae	Dirinaria	*Dirinaria picta*
	Chrysothricaceae	Chrysothrix	*Chrysothrix chlorina*
			Chrysothrix sp.
	Cladoniaceae	Cladonia	*Cladonia didyma*
			Cladonia sp.
	Coccocarpiaceae	Coccocarpia	*Coccocarpia palmicola*
	Coenogoniaceae	Coenogonium	*Coenogonium sp.*

Tipo de organismo	Familia	Género	Especie
	Collemataceae	Leptogium	*Leptogium phyllocarpum*
			Leptogium ulvaceum
	Graphidaceae	Glyphis	*Glyphis cicatricosa*
			Glyphis scyphulifera
		Graphis	*Graphis pinicola*
			Graphis puiggarii
	Lecanoraceae	Lecanora	*Lecanora fulvastra*
			Lecanora helva
	Lejeuneaceae	Lejeunea	*Lejeunea sp.*
	Lobariaceae	Crocodia	*Crocodia aurata*
		Lobariella	*Lobariella pallidocrenulata*
	Megalariaceae	Lopezaria	*Lopezaria versicolor*
	Parmeliaceae	Bulbothrix	*Bulbothrix goebelii*
		Canomaculina	*Canomaculina subtinctoria*
		Falvopunctelia	*Flavopunctelia flaventior*
		Hypotrachyna	*Hypotrachyna pseudosinuosa*
		Parmotrema	*Parmelinopsis horrescens*
			Parmotrema cristiferum
			Parmotrema masonii
			Parmotrema sp.
		Rimelia	*Rimelia reticulata*
		Usnea	*Usnea sp.*
	Pertusariaceae	Pertusaria	*Pertusaria sp.*
	Physciaceae	Heterodermia	*Heterodermia albicans*
			Heterodermia leucomelos
			Heterodermia obscurata
		Physcia	*Physcia erumpens*
			Physcia integrata
			Physcia krogiae
	Pyrenulaceae	Pyrenula	*Pyrenula laetior*
	Ramalinaceae	Ramalina	*Ramalina celastri*
			Ramalina pusiola
			Ramalina sp.
	Ramboldiaceae	Ramboldia	*Ramboldia russula*
	Teloschistaceae	Teloschistes	*Teloschistes flavicans*
	Trypetheliaceae	Pseudopyrenula	*Pseudopyrenula subnudata*
Musgo	Brachytheciaceae	Brachythecium	*Brachythecium plumosum*
		Rhynchostegium	*Rhynchostegium scariosum*
	Bryaceae	Bryum	*Bryum densifolium*
	Dicranaceae	Campylopus	*Campylopus asperifolius*
			Campylopus heterostachys
			Campylopus sp.
		Dicranum	*Dicranum frigidum*
	Entodontaceae	Erythrodontium	*Erythrodontium longisetum*
	Hedwigiaceae	Hedwigidium	*Hedwigidium imberbe*
	Meteoriaceae	Meteorium	*Meteorium laevifolium*
			Meteorium nigrescens
	Orthotrichaceae	Orthotrichum	*Orthotrichum sp.*
	Pottiaceae	Hyophila	*Hyophila involuta*
		Leptodontium	*Leptodontium viticulosoides*
	Sematophyllaceae	Sematophyllum	*Sematophyllum galipense*
		Sematophyllum	*Sematophyllum subsimplex*

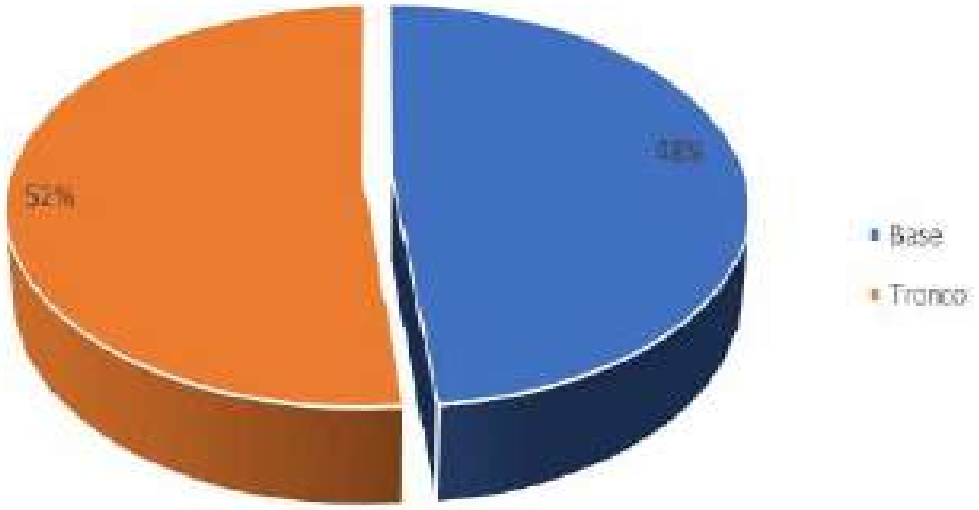
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Distribución vertical de epífitas vasculares

La ocupación de las epífitas no vasculares en el forófito está dada por diversos factores ecológicos, entre ellos se cuenta con la disponibilidad de luz, la humedad relativa, la altura y corteza del árbol, la proyección de la sombra de las ramas, todas estas condiciones permiten que la diversidad de epifitas no vasculares cambie con respecto al estrato vertical.

Teniendo en cuenta que la zona de la base y el tronco, son las partes más húmedas del árbol, la distribución de las especies no vasculares estuvo repartida de manera casi equitativa así: tronco se registraron 70.315 cm^2 es decir el 52% de la abundancia se registró en este estrato, y en la base 65.779 cm^2 es decir el 48% de la abundancia registrada (Figura 5.74).

Figura 5.74 Distribución vertical de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Cobertura relativa de epífitas no vasculares

La cobertura está dada por la ocupación de un organismo, en briófitos y líquenes se utiliza para determinar la abundancia de agregados poblacionales que visiblemente se vuelven complejos en la determinación de los límites entre ellos dentro de una comunidad de especies.

La cobertura total fue de 136.094 cm^2; las especies más abundantes en cuanto a cobertura fueron *Lecanora fulvastra* con una representatividad del 23% *(*31.843 cm^2) del total registrado y *Parmotrema masonii* con 14,34 cm^2 (19,520 cm^2) (Tabla 5-68).

Tabla 5-68 Cobertura relativa de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Especie	Cobertura absoluta cm^2	Cobertura relativa (%)
Lecanora fulvastra	31.843	23,40%
Parmotrema masonii	19.520	14,34%
Usnea sp.	13.268	9,75%
Chrysothrix chlorina	11.409	8,38%
Rimelia reticulata	10.700	7,86%
Physcia krogiae	5.893	4,33%
Teloschistes flavicans	3.669	2,70%
Lejeunea cf. *trinitensis*	3.640	2,67%
Hedwigidium imberbe	2.950	2,17%
Frullania ericoides	2.725	2,00%
Cladonia sp.	2.478	1,82%
Microlejeunea sp. 1	2.076	1,53%
Meteorium nigrescens	1.890	1,39%
Parmotrema cristiferum	1.364	1,00%
Sematophyllum subsimplex	1.292	0,95%
Heterodermia albicans	1.250	0,92%
Leptogium phyllocarpum	1.200	0,88%
Graphis puiggarii	1.148	0,84%
Ramalina celastri	1.133	0,83%
Parmelinopsis horrescens	1.080	0,79%
Plagiochila cf. cristata	859	0,63%
Lejeunea sp.	787	0,58%
Herpothallon minimun	760	0,56%
Dirinaria picta	744	0,55%
Orthotrichum sp.	680	0,50%
Canomaculina subtinctoria	620	0,46%
Meteorium laevifolium	600	0,44%
Brachythecium plumosum	580	0,43%
Lecanora helva	577	0,42%
Pyrenula laetior	560	0,41%
Leptogium ulvaceum	520	0,38%
Campylopus asperifolius	516	0,38%
Rhynchostegium scariosum	470	0,35%
Frullania convoluta	425	0,31%
Pseudopyrenula subnudata	412	0,30%
Campylopus sp.	400	0,29%
Heterodermia leucomelos	386	0,28%
Parmotrema sp.	355	0,26%
Erythrodontium longisetum	340	0,25%
Crocodia aurata	334	0,25%
Chrysothrix sp.	312	0,23%
Frullania riojaneirensis	304	0,22%
Heterodermia obscurata	301	0,22%
Glyphis scyphulifera	285	0,21%
Physcia integrata	285	0,21%
Campylopus heterostachys	276	0,20%
Physcia erumpens	264	0,19%
Hyophila involuta	262	0,19%
Ramalina sp.	249	0,18%
Flavopunctelia flaventior	240	0,18%

Especie	Cobertura absoluta cm^2	Cobertura relativa (%)
Dicranum frigidum	220	0,16%
Leptodontium viticulosoides	200	0,15%
Lopezaria versicolor	184	0,14%
Coccocarpia palmicola	154	0,11%
Hypotrachyna pseudosinuosa	148	0,11%
Arthonia aff. bessalis	117	0,09%
Graphis pinicola	117	0,09%
Ramalina pusiola	115	0,08%
Bulbothrix goebelii	90	0,07%
Pertusaria sp.	87	0,06%
Ramboldia russula	62	0,05%
Coenogonium sp.	60	0,04%
Glyphis cicatricosa	59	0,04%
Lejeunea sp.1	50	0,04%
Sematophyllum galipense	50	0,04%
Bryum densifolium	36	0,03%
Herpotallon sp.2	26	0,02%
Lobariella pallidocrenulata	25	0,02%
Herpothallon rubrocinctum	24	0,02%
Frullania arecae	18	0,01%
Cladonia didyma	15	0,01%
Blepharolejeunea sp.	6	0,00%
Total	**136.094**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Frecuencia relativa de epífitas no vasculares

El crecimiento clonal característico de los briófitos y líquenes responde a su tipo de reproducción, por lo tanto, no se identifican individuos, sino, la presencia del organismo en el árbol. Por otra parte, la frecuencia permite evidenciar cuantas veces se presenta esta misma especie en los diferentes forófitos evaluados, los cuales para el caso corresponden a 264 con presencia de organismos no vasculares. Se registró que las especies de líquenes *Lecanora fulvastra* con un 50.76%, *Usnea sp.* con el 41,67% y *Parmotrema masonii* con un 34,85% fueron las especies más frecuentes (Tabla 5-69).

Tabla 5-69 Frecuencia relativa de epífitas no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Especie	(ni)	(ni/N * 100) %
Lecanora fulvastra	134	50,76%
Usnea sp.	110	41,67%
Parmotrema masonii	92	34,85%
Chrysothrix chlorina	75	28,41%
Rimelia reticulata	49	18,56%
Teloschistes flavicans	48	18,18%
Frullania ericoides	22	8,33%
Ramalina celastri	21	7,95%
Graphis puiggarii	18	6,82%
Physcia krogiae	16	6,06%
Cladonia sp.	15	5,68%
Herpothallon minimun	14	5,30%

Especie	(ni)	(ni/N * 100) %
Heterodermia leucomelos	10	3,79%
Lejeunea cf. *trinitensis*	10	3,79%
Hedwigidium imberbe	8	3,03%
Microlejeunea sp. 1	8	3,03%
Sematophyllum subsimplex	8	3,03%
Canomaculina subtinctoria	7	2,65%
Leptogium phyllocarpum	7	2,65%
Leptogium ulvaceum	7	2,65%
Meteorium nigrescens	7	2,65%
Parmotrema sp.	7	2,65%
Crocodia aurata	6	2,27%
Dirinaria picta	6	2,27%
Lopezaria versicolor	6	2,27%
Ramalina sp.	6	2,27%
Campylopus heterostachys	5	1,89%
Frullania riojaneirensis	5	1,89%
Hyophila involuta	5	1,89%
Lecanora helva	5	1,89%
Parmotrema cristiferum	5	1,89%
Physcia integrata	5	1,89%
Heterodermia albicans	4	1,52%
Plagiochila cf. cristata	4	1,52%
Pseudopyrenula subnudata	4	1,52%
Brachythecium plumosum	3	1,14%
Bulbothrix goebelii	3	1,14%
Chrysothrix sp.	3	1,14%
Frullania convoluta	3	1,14%
Graphis pinicola	3	1,14%
Hypotrachyna pseudosinuosa	3	1,14%
Pertusaria sp.	3	1,14%
Physcia erumpens	3	1,14%
Pyrenula laetior	3	1,14%
Sematophyllum galipense	3	1,14%
Campylopus sp.	2	0,76%
Coccocarpia palmicola	2	0,76%
Erythrodontium longisetum	2	0,76%
Flavopunctelia flaventior	2	0,76%
Glyphis scyphulifera	2	0,76%
Lejeunea sp.1	2	0,76%
Orthotrichum sp.	2	0,76%
Parmelinopsis horrescens	2	0,76%
Ramalina pusiola	2	0,76%
Arthonia aff. bessalis	1	0,38%
Blepharolejeunea sp.	1	0,38%
Bryum densifolium	1	0,38%
Campylopus asperifolius	1	0,38%
Cladonia didyma	1	0,38%
Coenogonium sp.	1	0,38%
Dicranum frigidum	1	0,38%
Frullania arecae	1	0,38%
Glyphis cicatricosa	1	0,38%
Herpotallon sp.2	1	0,38%
Herpothallon rubrocinctum	1	0,38%

Especie	(ni)	(ni/N * 100) %
Heterodermia obscurata	1	0,38%
Lejeunea sp.	1	0,38%
Leptodontium viticulosoides	1	0,38%
Lobariella pallidocrenulata	1	0,38%
Meteorium laevifolium	1	0,38%
Ramboldia russula	1	0,38%
Rhynchostegium scariosum	1	0,38%

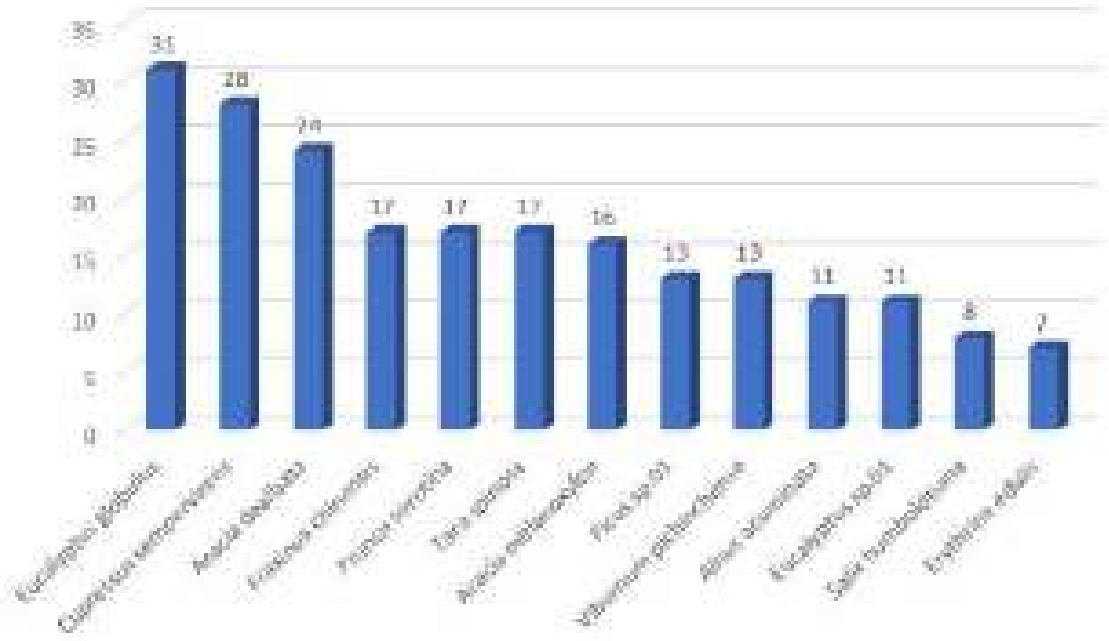
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Donde; **ni** corresponde al número de veces que se registró una especie en las diferentes unidades muestreales y **N** corresponde al número total de unidades muestreales donde se presentaron registros.

Preferencia de forófito de epífitas no vasculares

A continuación, en la Figura 5.75 se presentan las especies de forófitos donde se encontraron establecidas las diferentes especies de epífitas no vasculares, siendo las familias Myrtaceae y Fabaceae, son las más diversas en cuanto a presencia de epífitas no vasculares con 39 y 35 especies de no vasculares cada una, seguidas de Cupressaceae Rosaceae con 28 y 20 especies de no vasculares respectivamente. Las especies de forófitos con mayor diversidad de epífitas no vasculares corresponde a *Eucalyptus globulus* con 31 especies, seguida por *Cupressus sempervirens* con 28 y *Acacia dealbata* con 24 (Tabla 5-70).

Figura 5.75 Cantidad de epífitas no vasculares para los forófitos más frecuentes registrados en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5-70 Registro de forófitos con presencia de epífitas no vasculares, registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
Adoxaceae	*Sambucus nigra*	*Dicranum frigidum*	220
		Lejeunea cf. trinitensis	600
		Leptogium ulvaceum	120
		Meteorium nigrescens	80
	Viburnum pichinchense	*Chrysothrix sp.*	90
		Cladonia sp.	24
		Crocodia aurata	36
		Frullania convoluta	213
		Frullania ericoides	180
		Heterodermia leucomelos	76
		Lecanora fulvastra	63
		Lejeunea cf. trinitensis	150
		Leptogium phyllocarpum	80
		Microlejeunea sp. 1	30
		Parmotrema masonii	144
		Parmotrema sp.	90
		Rhynchostegium scariosum	470
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum*	*Herpothallon minimun*	198
		Lejeunea cf. trinitensis	600
		Microlejeunea sp. 1	270
		Pyrenula laetior	230
Betulaceae	*Alnus acuminata*	*Chrysothrix chlorina*	774
		Cladonia sp.	667
		Frullania ericoides	60
		Graphis puiggarii	62
		Lecanora fulvastra	1.770
		Parmotrema masonii	2287
		Pseudopyrenula subnudata	134
		Ramalina celastri	24
		Ramalina sp.	26
		Teloschistes flavicans	30
		Usnea sp.	424
Cunoniaceae	*Weinmannia sorbifolia*	*Campylopus heterostachys*	40
		Parmotrema masonii	800
		Usnea sp.	16
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens*	*Blepharolejeunea sp.*	6
		Bryum densifolium	36
		Campylopus asperifolius	516
		Canomaculina subtinctoria	30
		Chrysothrix chlorina	80
		Cladonia sp.	245
		Frullania arecae	18
		Frullania ericoides	354
		Graphis pinicola	12
		Graphis puiggarii	66
		Heterodermia leucomelos	90
		Hyophila involuta	106
		Lecanora fulvastra	2.128
		Lejeunea sp.	787

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
		Leptogium phyllocarpum	1.120
		Leptogium ulvaceum	70
		Lopezaria versicolor	60
		Microlejeunea sp. 1	200
		Parmotrema masonii	1383
		Pertusaria sp.	9
		Physcia krogiae	149
		Ramalina celastri	10
		Ramalina sp.	27
		Rimelia reticulata	40
		Sematophyllum galipense	30
		Sematophyllum subsimplex	54
		Teloschistes flavicans	60
		Usnea sp.	120
Ericaceae	*Pernettya prostrata*	*Lecanora fulvastra*	150
		Lejeunea cf. trinitensis	600
		Parmotrema masonii	32
Escalloniaceae	*Escallonia paniculata*	*Canomaculina subtinctoria*	100
		Teloschistes flavicans	30
		Usnea sp.	60
Fabaceae	*Acacia dealbata*	*Chrysothrix chlorina*	90
		Chrysothrix sp.	200
		Cladonia sp.	130
		Dirinaria picta	220
		Frullania ericoides	140
		Glyphis cicatricosa	59
		Graphis puiggarii	169
		Herpotallon sp.2	26
		Herpothallon minimun	49
		Heterodermia albicans	400
		Heterodermia leucomelos	115
		Lecanora fulvastra	5.887
		Lecanora helva	166
		Lopezaria versicolor	80
		Parmelinopsis horrescens	80
		Parmotrema cristiferum	1.000
		Parmotrema masonii	1.749
		Pseudopyrenula subnudata	32
		Ramalina celastri	246
		Ramalina pusiola	90
		Ramalina sp.	167
		Ramboldia russula	62
		Teloschistes flavicans	520
		Usnea sp.	632
	Acacia melanoxylon	*Chrysothrix chlorina*	754
		Frullania riojaneirensis	30
		Graphis puiggarii	56
		Herpothallon minimun	349
		Heterodermia albicans	600
		Heterodermia leucomelos	5
		Lecanora fulvastra	9.386
		Lejeunea sp.1	50
		Lopezaria versicolor	20

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
		Parmotrema masonii	893
		Physcia integrata	65
		Physcia krogiae	950
		Ramalina celastri	104
		Rimelia reticulata	1.620
		Teloschistes flavicans	340
		Usnea sp.	516
	Erythrina edulis	*Cladonia sp.*	162
		Heterodermia leucomelos	40
		Parmotrema cristiferum	100
		Parmotrema masonii	480
		Ramalina celastri	36
		Teloschistes flavicans	76
		Usnea sp.	159
	Erythrina poeppigiana	*Parmotrema cristiferum*	232
		Parmotrema masonii	150
		Physcia erumpens	48
	Paraserianthes lophantha	*Chrysothrix chlorina*	200
	Tara spinosa	*Campylopus heterostachys*	15
		Chrysothrix chlorina	60
		Cladonia sp.	188
		Dirinaria picta	126
		Frullania ericoides	30
		Graphis puiggarii	190
		Hypotrachyna pseudosinuosa	40
		Lecanora fulvastra	910
		Lejeunea cf. trinitensis	30
		Parmotrema cristiferum	32
		Parmotrema masonii	1.669
		Pertusaria sp.	60
		Physcia krogiae	1.030
		Ramalina celastri	18
		Rimelia reticulata	870
		Sematophyllum subsimplex	80
		Usnea sp.	220
Hypericaceae	*Vismia baccifera*	*Graphis pinicola*	80
		Hyophila involuta	50
		Sematophyllum galipense	4
Melastomataceae	*Miconia theizans*	*Frullania convoluta*	172
		Herpothallon minimun	75
		Lecanora fulvastra	44
		Lopezaria versicolor	24
		Parmotrema sp.	25
		Ramalina celastri	72
Moraceae	*Ficus sp.01*	*Canomaculina subtinctoria*	35
		Crocodia aurata	15
		Frullania ericoides	172
		Graphis pinicola	25
		Heterodermia leucomelos	12
		Lejeunea cf. trinitensis	500
		Lobariella pallidocrenulata	25
		Meteorium laevifolium	600
		Microlejeunea sp. 1	80

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
		Parmotrema masonii	216
		Parmotrema sp.	96
		Pertusaria sp.	18
		Sematophyllum galipense	16
Myrtaceae	*Calycolpus moritzianus*	*Campylopus sp.*	300
		Canomaculina subtinctoria	95
		Cladonia didyma	15
		Hyophila involuta	106
		Lecanora fulvastra	30
		Usnea sp.	600
	Eucalyptus camaldulensis	*Chrysothrix chlorina*	42
		Lecanora fulvastra	21
		Ramalina celastri	12
		Teloschistes flavicans	47
		Usnea sp.	69
	Eucalyptus globulus	*Brachythecium plumosum*	580
		Bulbothrix goebelii	90
		Chrysothrix chlorina	8.831
		Cladonia sp.	150
		Crocodia aurata	40
		Dirinaria picta	38
		Erythrodontium longisetum	300
		Flavopunctelia flaventior	480
		Frullania ericoides	306
		Frullania riojaneirensis	170
		Glyphis scyphulifera	285
		Graphis puiggarii	450
		Hedwigidium imberbe	2.750
		Heterodermia albicans	250
		Hypotrachyna pseudosinuosa	150
		Lecanora fulvastra	8.398
		Lejeunea cf. *trinitensis*	40
		Leptogium ulvaceum	250
		Meteorium nigrescens	1810
		Orthotrichum sp.	680
		Parmotrema masonii	4.345
		Parmotrema sp.	56
		Physcia erumpens	48
		Physcia integrata	220
		Physcia krogiae	2960
		Pyrenula laetior	70
		Ramalina celastri	222
		Rimelia reticulata	7570
		Sematophyllum subsimplex	932
		Teloschistes flavicans	2240
		Usnea sp.	9583
	Eucalyptus sp.01	*Chrysothrix chlorina*	80
		Chrysothrix sp.	22
		Frullania riojaneirensis	104
		Herpothallon minimun	30
		Lecanora fulvastra	27
		Lecanora helva	333
		Parmotrema masonii	128

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
		Physcia krogiae	302
		Sematophyllum subsimplex	26
		Teloschistes flavicans	50
		Usnea sp.	30
	Myrcianthes fragrans	*Campylopus sp.*	100
		Canomaculina subtinctoria	60
		Leptodontium viticulosoides	200
Oleaceae	*Fraxinus chinensis*	*Arthonia aff. bessalis*	117
		Cladonia sp.	600
		Coenogonium sp.	60
		Frullania ericoides	384
		Graphis puiggarii	80
		Heterodermia leucomelos	36
		Lecanora fulvastra	668
		Lecanora helva	48
		Lejeunea cf. trinitensis	800
		Leptogium ulvaceum	60
		Parmotrema masonii	516
		Pseudopyrenula subnudata	246
		Pyrenula laetior	260
		Ramalina celastri	156
		Ramalina sp.	29
		Rimelia reticulata	30
		Usnea sp.	43
Pinaceae	*Pinus patula*	*Flavopunctelia flaventior*	600
		Heterodermia obscurata	301
		Lecanora fulvastra	270
		Parmotrema masonii	1.200
		Physcia erumpens	168
		Physcia krogiae	502
Piperaceae	*Piper aduncum*	*Herpothallon minimun*	59
		Lecanora fulvastra	588
		Microlejeunea sp. 1	760
		Parmotrema masonii	100
		Ramalina celastri	40
		Sematophyllum subsimplex	200
	Piper hispidum	*Dirinaria picta*	30
		Frullania convoluta	40
		Lecanora fulvastra	50
Primulaceae	*Myrsine latifolia*	*Canomaculina subtinctoria*	300
		Chrysothrix chlorina	50
		Usnea sp.	50
	Myrsine pellucida	*Frullania ericoides*	100
		Lecanora fulvastra	390
		Rimelia reticulata	120
Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	*Graphis puiggarii*	75
		Lecanora fulvastra	171
		Microlejeunea sp. 1	600
	Hesperomeles sp.01	*Frullania ericoides*	344
		Herpothallon rubrocinctum	24
		Lecanora fulvastra	123
		Parmotrema masonii	138
		Parmotrema sp.	30

Familia forófito	Especie Forófito	Especie Epífita	Cobertura (cm^2)
		Plagiochila cf.cristata	60
		Usnea sp.	66
	Prunus serotina	*Campylopus heterostachys*	200
		Cladonia sp.	150
		Coccocarpia palmicola	106
		Crocodia aurata	243
		Erythrodontium longisetum	40
		Frullania ericoides	25
		Heterodermia leucomelos	12
		Hypotrachyna pseudosinuosa	50
		Lecanora fulvastra	195
		Lejeunea cf. trinitensis	100
		Microlejeunea sp. 1	76
		Parmelinopsis horrescens	68
		Parmotrema masonii	806
		Plagiochila cf.cristata	199
		Ramalina celastri	9
		Teloschistes flavicans	60
		Usnea sp.	218
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	*Cladonia sp.*	156
		Dirinaria picta	330
		Frullania ericoides	550
		Lecanora fulvastra	54
		Microlejeunea sp. 1	60
		Parmotrema masonii	654
		Ramalina celastri	159
		Ramalina pusiola	25
	Xylosma spiculifera	*Frullania ericoides*	80
		Hedwigidium imberbe	200
		Lecanora fulvastra	70
		Lecanora helva	30
		Plagiochila cf.cristata	600
Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	*Campylopus heterostachys*	21
		Chrysothrix chlorina	448
		Coccocarpia palmicola	48
		Parmotrema masonii	380
		Parmotrema sp.	58
		Usnea sp.	296
Solanaceae	*Acnistus arborescens*	*Parmotrema masonii*	1200
		Ramalina celastri	25
		Teloschistes flavicans	216
		Usnea sp.	96
Verbenaceae	*Lippia hirsuta*	*Lejeunea cf. trinitensis*	220
		Leptogium ulvaceum	20
		Rimelia reticulata	450
		Usnea sp.	70
	Lippia schlimii	*Cladonia sp.*	6
		Lecanora fulvastra	450
		Parmotrema masonii	250
Total			**136.094**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies de epífitas no vasculares por zona de vida y cobertura de la tierra

En las diferentes coberturas evaluadas en las zonas de vida presentes en la UF 1 se registraron se registraron epífitas no vasculares (Tabla 5-71). En el Bosque seco montano bajo se registraron 58 especies de epifitas no vasculares, seguido del Bosque seco premontano con 17 especies y por último el Bosque húmedo montano bajo con 16 especies. En cuanto a coberturas, los pastos limpios se presentaron el 75% de las especies registradas (54 especies) ocupando una cobertura de 82.593 cm^2, seguido de pastos arbolados donde se encontró el 45,8% del total de especies (33 especies) ocupando una cobertura de 25.096 cm^2, con un porcentaje muy cercano sigue el arbustal denso alto con un 36,1% y una cobertura de 7.626 cm^2.

Tabla 5-71 Epifitas no vasculares por zona de vida por cobertura de la tierra registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Zona de vida	Cobertura	Especie	Total
Bosque húmedo montano bajo	Arbustal denso alto	*Frullania ericoides*	100
		Lecanora fulvastra	390
		Rimelia reticulata	120
	Pastos arbolados	*Chrysothrix chlorina*	35
		Graphis puiggarii	15
		Herpothallon minimun	305
		Lecanora fulvastra	366
		Lejeunea sp.1	50
	Pastos limpios	*Campylopus asperifolius*	516
		Chrysothrix chlorina	340
		Frullania riojaneirensis	30
		Graphis puiggarii	15
		Lecanora fulvastra	1690
		Lejeunea sp.	787
		Leptogium ulvaceum	70
		Physcia integrata	65
		Physcia krogiae	1099
		Ramalina sp.	27
		Rimelia reticulata	700
		Teloschistes flavicans	180
		Usnea sp.	350
Bosque seco montano bajo	Arbustal denso alto	*Campylopus heterostachys*	121
		Chrysothrix chlorina	248
		Chrysothrix sp.	90
		Cladonia sp.	24
		Coccocarpia palmicola	154
		Crocodia aurata	243
		Frullania convoluta	385
		Frullania ericoides	524
		Graphis puiggarii	75
		Herpothallon minimun	75
		Herpothallon rubrocinctum	24
		Heterodermia leucomelos	76
		Lecanora fulvastra	776
		Lejeunea cf. trinitensis	750
		Leptogium phyllocarpum	80

Zona de vida	Cobertura	Especie	Total
		Lopezaria versicolor	24
		Microlejeunea sp. 1	706
		Parmelinopsis horrescens	68
		Parmotrema masonii	720
		Parmotrema sp.	203
		Plagiochila cf.cristata	259
		Ramalina celastri	81
		Rhynchostegium scariosum	470
		Usnea sp.	190
	Bosque de galería y/o ripario	*Graphis puiggarii*	62
		Herpothallon minimun	198
		Lecanora fulvastra	1200
		Microlejeunea sp. 1	270
		Parmotrema masonii	1069
		Pseudopyrenula subnudata	134
		Pyrenula laetior	230
		Ramalina celastri	24
		Ramalina sp.	26
		Usnea sp.	74
	Mosaico de pastos con espacios naturales	*Chrysothrix chlorina*	2453
		Cladonia sp.	712
		Dirinaria picta	258
		Frullania ericoides	200
		Glyphis cicatricosa	59
		Graphis puiggarii	169
		Herpotallon sp.2	26
		Herpothallon minimun	89
		Heterodermia leucomelos	115
		Hypotrachyna pseudosinuosa	150
		Lecanora fulvastra	5375
		Lecanora helva	166
		Lejeunea cf. trinitensis	600
		Microlejeunea sp. 1	760
		Parmelinopsis horrescens	80
		Parmotrema cristiferum	1000
		Parmotrema masonii	2369
		Pseudopyrenula subnudata	32
		Ramalina celastri	335
		Ramalina pusiola	90
		Ramalina sp.	151
		Ramboldia russula	62
		Sematophyllum subsimplex	200
		Teloschistes flavicans	460
		Usnea sp.	1581
	Pastos arbolados	*Arthonia aff. bessalis*	117
		Campylopus heterostachys	155
		Chrysothrix chlorina	771
		Chrysothrix sp.	222
		Cladonia sp.	486
		Crocodia aurata	36
		Erythrodontium longisetum	40
		Flavopunctelia flaventior	1080
		Frullania ericoides	277

Zona de vida	Cobertura	Especie	Total
		Frullania riojaneirensis	104
		Glyphis scyphulifera	285
		Graphis puiggarii	56
		Hedwigidium imberbe	200
		Herpothallon minimun	38
		Heterodermia albicans	1250
		Heterodermia leucomelos	53
		Heterodermia obscurata	301
		Hypotrachyna pseudosinuosa	90
		Lecanora fulvastra	6564
		Lecanora helva	363
		Lejeunea cf. trinitensis	130
		Lopezaria versicolor	160
		Parmotrema masonii	7665
		Physcia erumpens	168
		Physcia integrata	150
		Physcia krogiae	804
		Plagiochila cf.cristata	600
		Pyrenula laetior	70
		Ramalina celastri	40
		Sematophyllum subsimplex	668
		Teloschistes flavicans	347
		Usnea sp.	1035
	Pastos limpios	*Brachythecium plumosum*	580
		Bryum densifolium	36
		Bulbothrix goebelii	90
		Chrysothrix chlorina	6912
		Cladonia sp.	1256
		Coenogonium sp.	60
		Crocodia aurata	40
		Dicranum frigidum	220
		Dirinaria picta	486
		Erythrodontium longisetum	300
		Frullania convoluta	40
		Frullania ericoides	1624
		Frullania riojaneirensis	170
		Graphis puiggarii	756
		Hedwigidium imberbe	2750
		Herpothallon minimun	55
		Heterodermia leucomelos	130
		Lecanora fulvastra	15482
		Lecanora helva	48
		Lejeunea cf. trinitensis	2160
		Leptogium phyllocarpum	1120
		Leptogium ulvaceum	450
		Meteorium nigrescens	1890
		Microlejeunea sp. 1	340
		Orthotrichum sp.	680
		Parmotrema cristiferum	364
		Parmotrema masonii	7697
		Parmotrema sp.	152
		Pertusaria sp.	60
		Physcia erumpens	96

Zona de vida	Cobertura	Especie	Total
		Physcia integrata	70
		Physcia krogiae	3990
		Pseudopyrenula subnudata	246
		Pyrenula laetior	260
		Ramalina celastri	653
		Ramalina pusiola	25
		Ramalina sp.	45
		Rimelia reticulata	9880
		Sematophyllum subsimplex	424
		Teloschistes flavicans	2652
		Usnea sp.	9328
Bosque seco premontano	Arbustal denso alto	*Campylopus sp.*	300
		Usnea sp.	350
	Pastos limpios	*Blepharolejeunea sp.*	6
		Campylopus sp.	100
		Canomaculina subtinctoria	620
		Chrysothrix chlorina	650
		Cladonia didyma	15
		Crocodia aurata	15
		Frullania arecae	18
		Graphis pinicola	117
		Heterodermia leucomelos	12
		Hyophila involuta	262
		Leptodontium viticulosoides	200
		Lobariella pallidocrenulata	25
		Meteorium laevifolium	600
		Pertusaria sp.	27
		Sematophyllum galipense	50
		Teloschistes flavicans	30
		Usnea sp.	360
Total			**136.094**

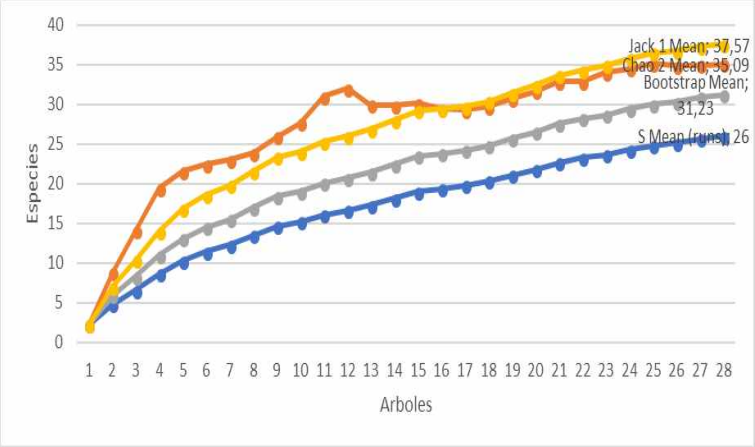
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Representatividad del muestreo por cobertura vegetal

Arbustal Denso Alto

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 70% y el 83% para los estimadores evaluados (Figura 5.76, Tabla 5-72). Se observa como estimadores Chao 2 y Jack 1 llevan una correlación similar estando muy cerca del valor estándar, se concluye que el muestreo para esta cobertura fue representativo, teniendo en cuenta, que se muestrearon los forófitos indicados metodológicamente, y que se supera el 70% de representatividad en todos los estimadores.

Figura 5.76 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto.

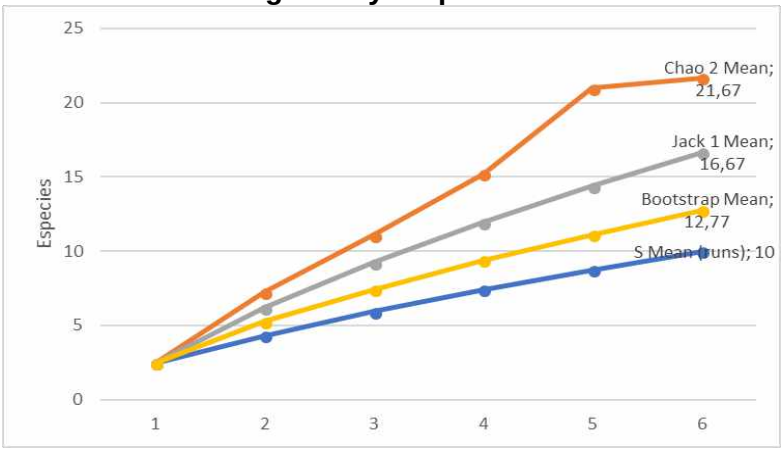


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Bosque de galería y/o ripario

La representatividad del muestreo en esta cobertura presento valores superiores a 70% en dos de los estimadores evaluados (Figura 5.77, Tabla 5-72). Se observa como los estimadores Chao 2 y Jack 1 presentan datos disimiles que no se acerca al valor estándar, pero según el estimador Bootstrap (79%) el muestreo para esta cobertura sería representativo, se debe tener en cuenta, que el área de esta cobertura en el área de intervención es de 0,15 ha, en la cual se lograron ubicar seis (6) forófitos, de los cuáles solo uno de ellos presenta registros de epifitas no vasculares.

Figura 5.77 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario.

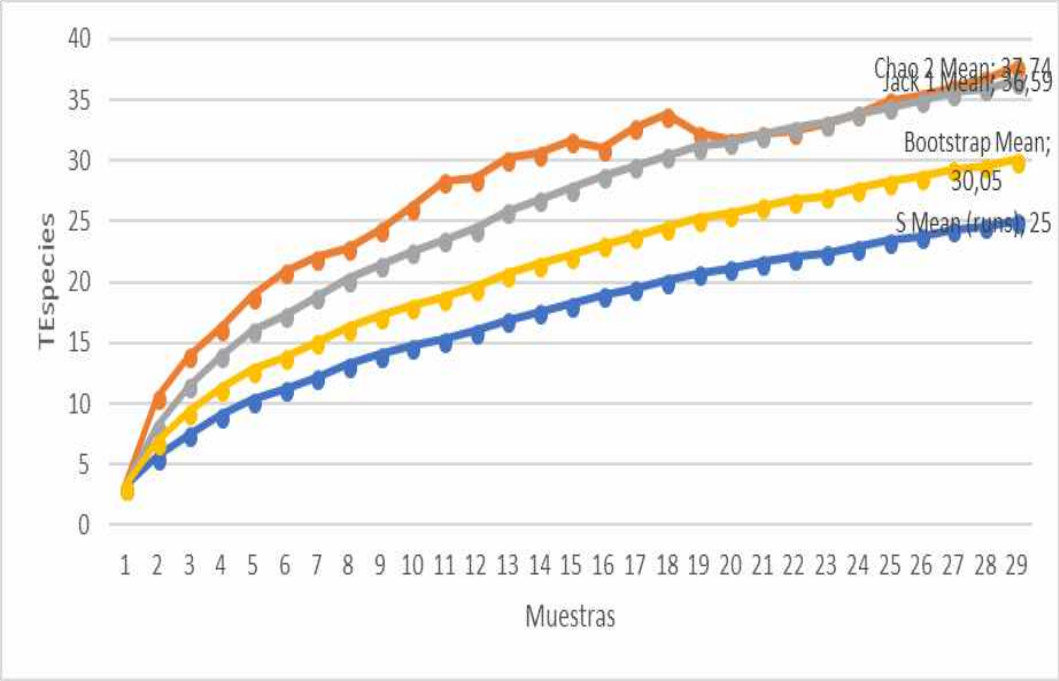


Fuente: Aecom - ConCol,

Mosaico de pastos con espacios naturales

La representatividad del muestreo en esta cobertura fue superior al 65% para los estimadores evaluados, (Figura 5.78, Tabla 5-72). En esta cobertura, por su grado de intervención, se realizaron los 29 forófitos. Dado que los valores se aproximan a 70% de representatividad, se considera un esfuerzo de muestreo adecuado, teniendo en cuenta que el estimador Bootstrap presenta 83% de representatividad.

Figura 5.78 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales.

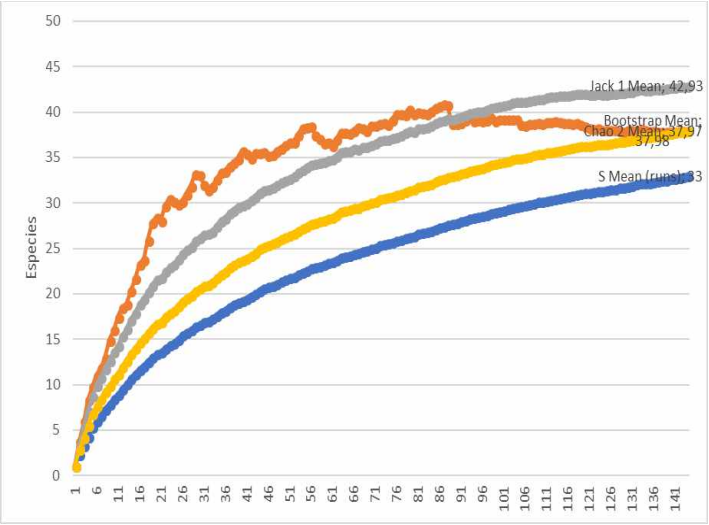


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos Arbolados

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 77% y el 87% (Figura 5.79, Tabla 5-72). Se observa que los tres estimadores, se presentan por encima de este límite, por lo tanto, se considera que el muestreo para esta cobertura es representativo. Es una de las más representativas en extensión, en la cual, con las unidades de muestreo se logra que la curva de acumulación de especies alcance la asíntota.

Figura 5.79 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados.

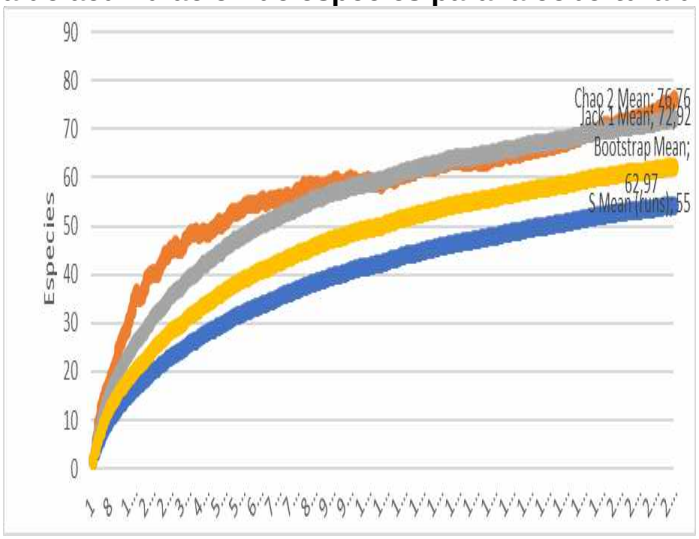


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos Limpios

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 72% y el 87% (Figura 5.80, Tabla 5-72). Se observa que dos de los estimadores, se presentan por encima del 75%, por lo tanto, se considera que el muestreo para esta cobertura es representativo. Es una de las más representativas en extensión, a pesar de su grado de intervención, con las unidades de muestreo se logra que la curva de acumulación de especies alcance la asíntota.

Figura 5.80 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, en la Tabla 5-72 se presenta el resumen de la representatividad del muestreo para las coberturas caracterizadas donde se registró más de una especie de epífita no vascular, utilizando los estimadores Chao 2, Jack 1 y Bootstrap con el programa EstimateS Versión 9.1.0.

Tabla 5-72 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas.

Estimadores \ Cobertura	Estimadores					
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap	
	Nº Especies	%	Nº Especies	%	Nº Especies	%
Arbustal denso alto	35	74	37	70	31	83
Bosque de galería y/o ripario	21	46	16	59	12	78
Mosaico de pastos con espacios naturales	37	66	36	68	30	83
Pastos arbolados	38	87	43	77	38	87
Pastos limpios	77	72	73	75	63	87

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Terrestres y/o Rupícolas

Riqueza de especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

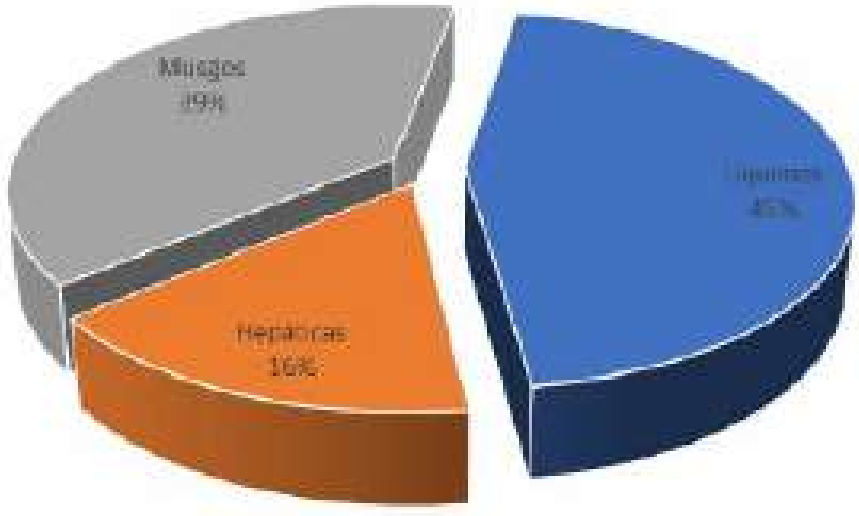
Se registran 31 especies no vasculares, distribuidas en 26 géneros y 20 familias, donde el 45% corresponde a líquenes (14 especies), el 38,7% corresponde a musgos (12 especies) y el 16,1% corresponde a hepáticas (5 especies) (Tabla 5-73, Figura 5.81), con una cobertura total de 18.337 cm^2.

Tabla 5-73 Cantidad de familias, géneros y especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola, presentes registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Tipo de organismo	Familias	Géneros	Especies
Líquenes	6	11	14
Hepáticas	4	4	5
Musgos	10	11	12
Total	**20**	**26**	**31**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 5.81 Porcentaje de representatividad de las especies no vasculares de hábito terrestre y rupícola por tipo de organismo registradas en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La familia con mayor riqueza de especies no vasculares es Parmeliaceae con 7 especies, seguida de Cladoniaceae y Teloschistaceae con dos especies. De la misma manera con dos especies se presenta Frullaniaceae para las hepáticas y Brachytheciaceae y Bryaceae para los musgos con el mismo número de especies (Tabla 5-74)

La familia Parmeliaceae, es un grupo bastante extenso dentro de los taxa de los líquenes, de amplia distribución neotropical, tiene los talos principalmente foliosos, pero son variables, encontrándose talos muy fuertemente adnatos, con la porción central de la superficie superior discontinua, con aspecto areolado y con margen efigurado.

La familia Brachytheciaceae del grupo de los musgos pleurocárpicos, son plantas generalmente medianas hasta algo grandes, formando matas o tramas laxas hasta densas, con tallos reptantes, son frecuentemente utilizados por las aves como material de anidación. La familia Physiaceae es un grupo cosmopolita, con especies de talos foliosos, fruticosos y escuamulosos, costrosos, presentes en diferentes sustratos.

Tabla 5-74 Especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola por cobertura de la tierra, registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Cobertura de la tierra	Tipo de organismo	Familia	Especie	Cobertura (cm^2)
Arbustal denso alto	Hepática	Frullaniaceae	*Frullania convoluta*	208
		Lejeuneaceae	*Lejeunea cf. trinitensis*	30
		Plagiochilaceae	*Plagiochila cf. cristata*	80
	Líquen	Cladoniaceae	*Cladonia subsquamosa*	48
		Parmeliaceae	*Canomaculina subtinctoria*	50
			Usnea sp.	100
	Musgo	Brachytheciaceae	*Rhynchostegium scariosum*	715

Cobertura de la tierra	Tipo de organismo	Familia	Especie	Cobertura (cm^2)
			Squamidium nigricans	300
		Bryaceae	*Bryum andicola*	160
		Meteoriaceae	*Meteorium nigrescens*	950
Bosque de galería y/o ripario	Hepática	Marchantiaceae	*Marchantia* sp.	300
	Musgo	Brachytheciaceae	*Rhynchostegium scariosum*	70
		Bryaceae	*Bryum andicola*	150
Mosaico de pastos con espacios naturales	Líquen	Lecanoraceae	*Lecanora fulvastra*	160
		Parmeliaceae	*Parmotrema masonii*	107
			Usnea sp.	75
	Musgo	Brachytheciaceae	*Rhynchostegium scariosum*	456
Pastos arbolados	Líquen	Caliciaceae	*Dirinaria picta*	25
		Chrysothricaceae	*Chrysothrix chlorina*	178
		Cladoniaceae	*Cladonia* sp.	860
		Parmeliaceae	*Hypotrachyna pseudosinuosa*	260
			Parmotrema masonii	2955
			Parmotrema sp.	810
			Rimelia reticulata	60
			Usnea sp.	31
	Musgo	Brachytheciaceae	*Rhynchostegium scariosum*	470
		Entodontaceae	*Erythrodontium longisetum*	500
		Frullaniaceae	*Frullania riojaneirensis*	450
		Pottiaceae	*Weissia controversa*	32
Pastos limpios	Hepática	Frullaniaceae	*Frullania ericoides*	24
	Líquen	Caliciaceae	*Dirinaria picta*	128
		Cladoniaceae	*Cladonia* sp.	200
		Parmeliaceae	*Parmotrema flavescens*	600
			Parmotrema masonii	2174
			Parmotrema sp.	1716
			Rimelia reticulata	700
			Usnea sp.	232
		Teloschistaceae	*Caloplaca* sp.	60
			Teloschistes flavicans	1
	Musgo	Brachytheciaceae	*Rhynchostegium scariosum*	384
		Bryaceae	*Bryum densifolium*	242
		Dicranaceae	*Campylopus heterostachys*	300
		Entodontaceae	*Erythrodontium longisetum*	320
		Hedwigiaceae	*Hedwigidium imberbe*	130
		Lejeuneaceae	*Lejeunea* cf. *trinitensis*	160
		Orthotrichaceae	*Orthotrichum* sp.	256
		Pottiaceae	*Weissia controversa*	120
Total				**18.337**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Cobertura Relativa de las especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

Se registraron 18.795 cm^2 de cobertura de las especies no vasculares, tanto rupícolas (rocas) como terrestres (suelo, troncos en descomposición y hojarasca). Las especies más abundantes corresponden a *Parmotrema masonii* (5.219 cm^2), seguida de *Parmotrema* sp.

(2.526 cm^2), *Rhynchostegium scariosum* (1.561 cm^2) y *Meteorium nigrescens* (950 cm^2) (Tabla 5-75).

Tabla 5-75 Cobertura relativa de las especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola, registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Tipo organismo	Especie	Sustrato	Cobertura cm^2	Cobertura relativa (%)
Hepática	*Frullania convoluta*	Terrestre	208	1,1%
	Frullania ericoides	Rupícola	24	0,1%
	Lejeunea cf. trinitensis	Terrestre	30	0,2%
	Marchantia sp.	Terrestre	300	1,6%
	Plagiochila cf. cristata	Terrestre	80	0,4%
Líquen	*Caloplaca sp.*	Rupícola	60	0,3%
	Canomaculina subtinctoria	Rupícola	50	0,3%
	Chrysothrix chlorina	Rupícola	178	1,0%
	Cladonia sp.	Rupícola	900	4,9%
		Terrestre	160	0,9%
	Cladonia subsquamosa	Terrestre	48	0,3%
	Dirinaria picta	Rupícola	153	0,8%
	Hypotrachyna pseudosinuosa	Rupícola	260	1,4%
	Lecanora fulvastra	Terrestre	160	0,9%
	Parmotrema flavescens	Rupícola	600	3,3%
	Parmotrema masonii	Rupícola	4869	26,6%
		Terrestre	367	2,0%
	Parmotrema sp.	Rupícola	2.526	13,8%
	Rimelia reticulata	Rupícola	760	4,1%
	Teloschistes flavicans	Rupícola	1	0,0%
	Usnea sp.	Rupícola	338	1,8%
		Terrestre	100	0,5%
Musgo	*Bryum andicola*	Terrestre	310	1,7%
	Bryum densifolium	Rupícola	242	1,3%
	Campylopus heterostachys	Rupícola	220	1,2%
		Terrestre	80	0,4%
	Erythrodontium longisetum	Rupícola	320	1,7%
		Terrestre	500	2,7%
	Frullania riojaneirensis	Rupícola	450	2,5%
	Hedwigidium imberbe	Terrestre	130	0,7%
	Lejeunea cf. trinitensis	Rupícola	160	0,9%
	Meteorium nigrescens	Rupícola	950	5,2%
	Orthotrichum sp.	Rupícola	256	1,4%
	Rhynchostegium scariosum	Rupícola	534	2,9%
		Terrestre	1561	8,5%
	Squamidium nigricans	Rupícola	300	1,6%
	Weissia controversa	Rupícola	152	0,8%
Total			**18.337**	**100,0%**

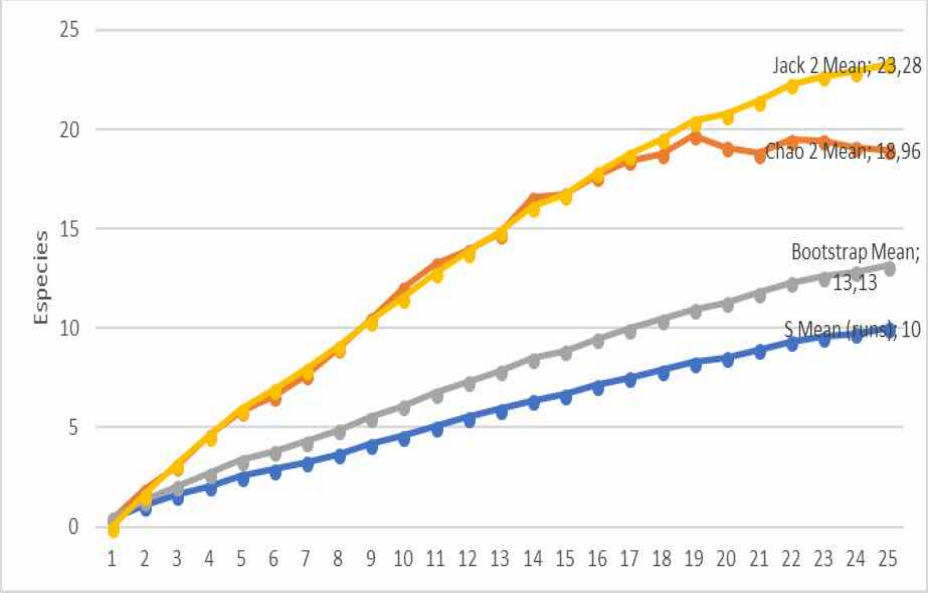
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Representatividad del Muestro por Cobertura Vegetal

Arbustal denso alto

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 42% y el 76% para los estimadores evaluados (Figura 5.82, Tabla 5-76). Se observa que el estimador Bootstrap está en el 76%, por lo que se considera representativo para un espacio en el que se realizaron 20 levantamientos distribuidos en 4 parcelas.

Figura 5.82 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Arbustal denso alto.

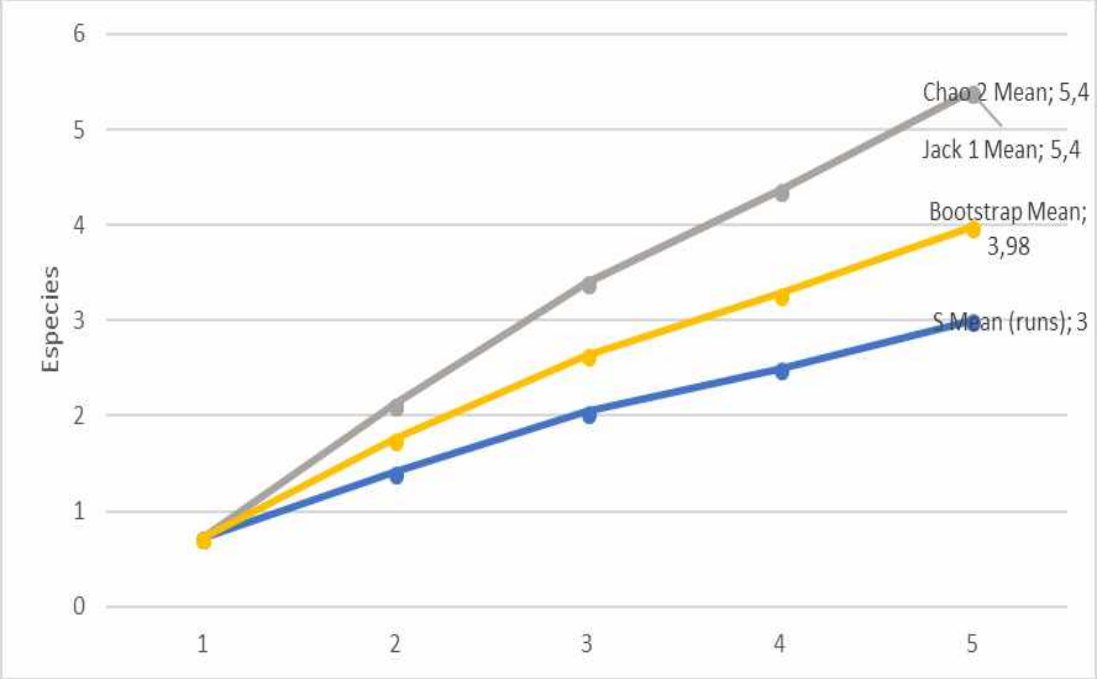


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Bosque de Galería y/o Ripario

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el supera el 50%para los estimadores evaluados (Tabla 5-76). El estimador Bootstrap (75%) indica que el muestreo para esta cobertura es representativo. Se debe tener en cuenta, que el área de esta cobertura en el área de intervención es de poca extensión, en la cual se logró ubicar una (1) parcela con 5 levantamientos.

Figura 5.83 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Bosque de galería y/o ripario.

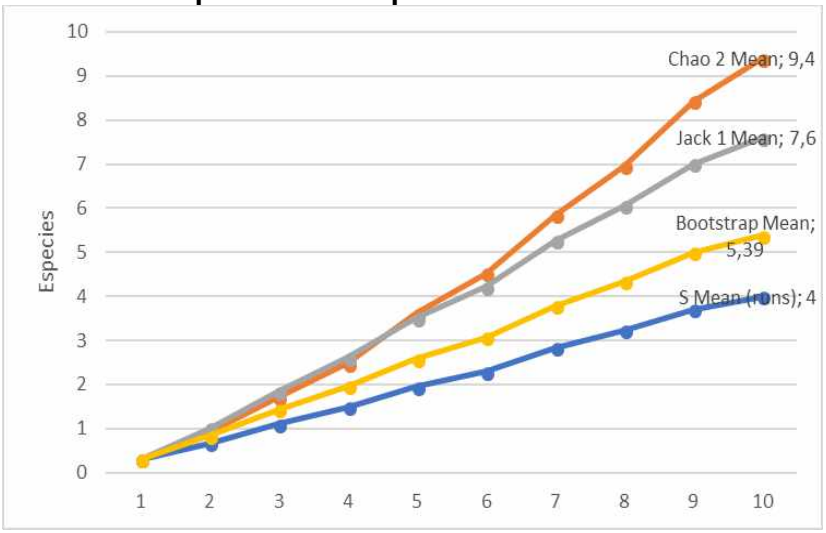


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Mosaico de Pastos con espacios naturales

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 45% y 75% para los estimadores evaluados (Figura 5.84, Tabla 5-76). En esta cobertura, por su grado de intervención, es difícil la proliferación de especies terrestres o rupícolas; dado que estas compiten con pastos y herbáceas que dominan los espacios evaluados. se realizaron 10 levantamientos en tres (2) parcelas, pero por las condiciones de esta cobertura los resultados de la curva no alcanzan la asíntota.

Figura 5.84 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales.

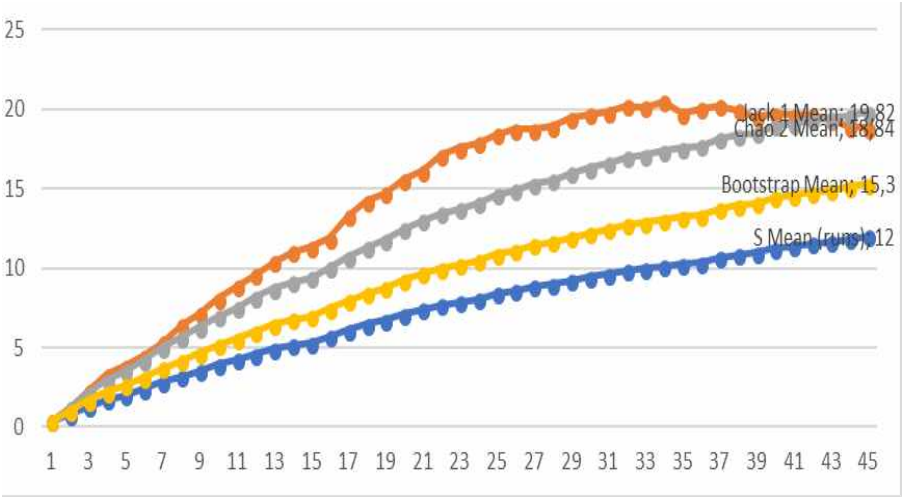


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos arbolados

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 61% y el 78% (Figura 5.85, Tabla 5-76). El estimador Bootstrap (78%) indica que el muestreo para esta cobertura es representativo, en estas coberturas, particularmente, la cantidad de pastizales afecta la reproducción y colonización de especies terrestres y rupícolas. Se realizaron 80 levantamientos en 16 parcelas, aun así, con las unidades de muestreo, dos de los estimadores no logran alcanzar la asíntota.

Figura 5.85 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos arbolados.

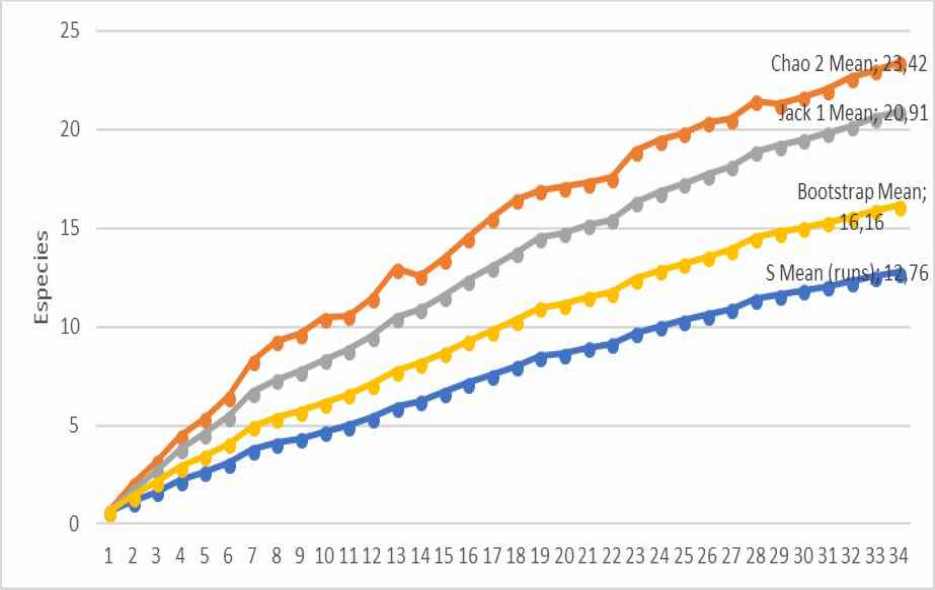


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Pastos limpios

La representatividad del muestreo en esta cobertura estuvo entre el 55% y el 80% (Figura 5.86, Tabla 5-76). El estimador Bootstrap (80%) el muestreo para esta cobertura es representativo, en estas coberturas, particularmente, la cantidad de pastizales afecta la reproducción y colonización de especies terrestres y rupícolas. Se realizaron 85 levantamientos en 19 parcelas, y, aun así, con las unidades de muestreo realizadas, dos de los estimadores no logran alcanzar la asíntota.

Figura 5.86 Curva de acumulación de especies para la cobertura de Pastos limpios.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, en la Tabla 5-76 se presenta el resumen de la representatividad del muestreo para las coberturas caracterizadas donde se registró más de una especie no vascular de hábito terrestre o rupícola, utilizando los estimadores Chao 2, Jack 1 y Bootstrap con el programa EstimateS Versión 9.1.0.

Tabla 5-76 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas.

Estimadores \ Cobertura	Estimadores					
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap	
	Nº Especies	%	Nº Especies	%	Nº Especies	%
Arbustal denso alto	19	52	23	42	13	76
Bosque de galería y/o ripario	5	55	5	55	4	75
Mosaico de pastos con espacios naturales	9	43	8	53	5	74
Pastos arbolados	19	64	20	61	15	78
Pastos limpios	23	55	21	62	16	80

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Índices de diversidad de las especies no vasculares

A continuación, en la Tabla 5-77 se presentan los índices de diversidad usados para evaluar las especies no vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas, se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis – PAST versión 3.06 (Hammer et al, 2015) con una confiabilidad de 99,9%. Para este análisis se aclara, que se presentan el total de las especies sin importar el hábito de crecimiento por cada una de las coberturas caracterizadas.

Tabla 5-77 Índices de diversidad para las especies no vasculares registradas en la UF 1, variante Pamplona.

Índice	ADA	BG	MPEN	MPC	PA	PL
Especies	31	13	26	3	39	59
Cobertura	10267	3807	18290	458	31727	90340
Dominance_D	0,06666	0,1997	0,1459	0,6204	0,1702	0,09249

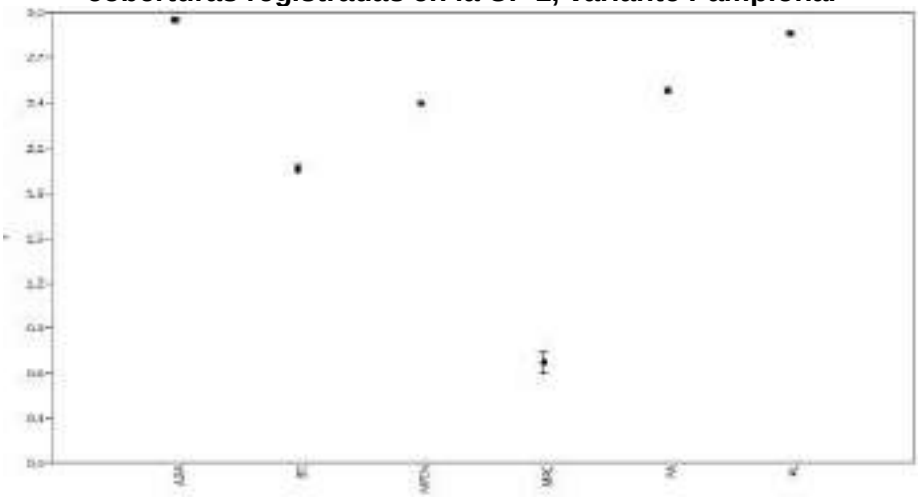
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

(**ADA**: Arbustal denso alto, **BG**: bosque de galería y/o ripario, **MPEN**: mosaico de pastos con espacios naturales, **MPC**: Mosaico de pastos y cultivos **PA**: pastos arbolados, **PL**: Pastos limpios).

Shannon_H

En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon, la cobertura con mayor representatividad de especies registradas en campo corresponden al Arbustal denso alto con un valor de 2,9. Las coberturas que más se asemejan en riqueza son Pastos arbolados y el Mosaico de pastos con espacios naturales con valores cercanos al 2,4 respectivamente, esto indica que son coberturas con una equidad similar en cuanto a la riqueza específica en cada uno y las demás coberturas tienden a tener el mismo comportamiento (Figura 5.87). La cobertura de mosaico de pastos y cultivos tiene el valor más bajo de diversidad (0,6) con respecto a las demás.

Figura 5.87 Índice de Shannon_h para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.

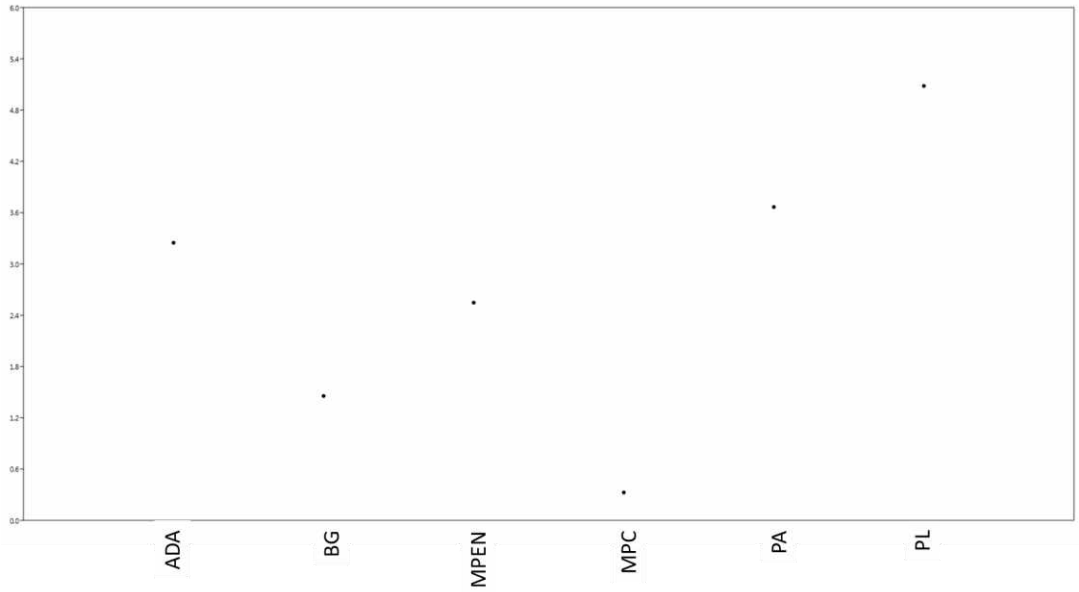


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Margalef

En cuanto al índice de diversidad de Margalef se encuentra que la cobertura que presentó el valor más alto fueron los Pastos limpios con un valor de 5,08 y los Pastos arbolados con un valor de 3,6 que es cercano a las demás coberturas. Por el contrario, en el Bosque de galería y/o ripario fue la cobertura con el valor más bajo (Figura 5.88).

Figura 5.88 Índice de Margalef para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.

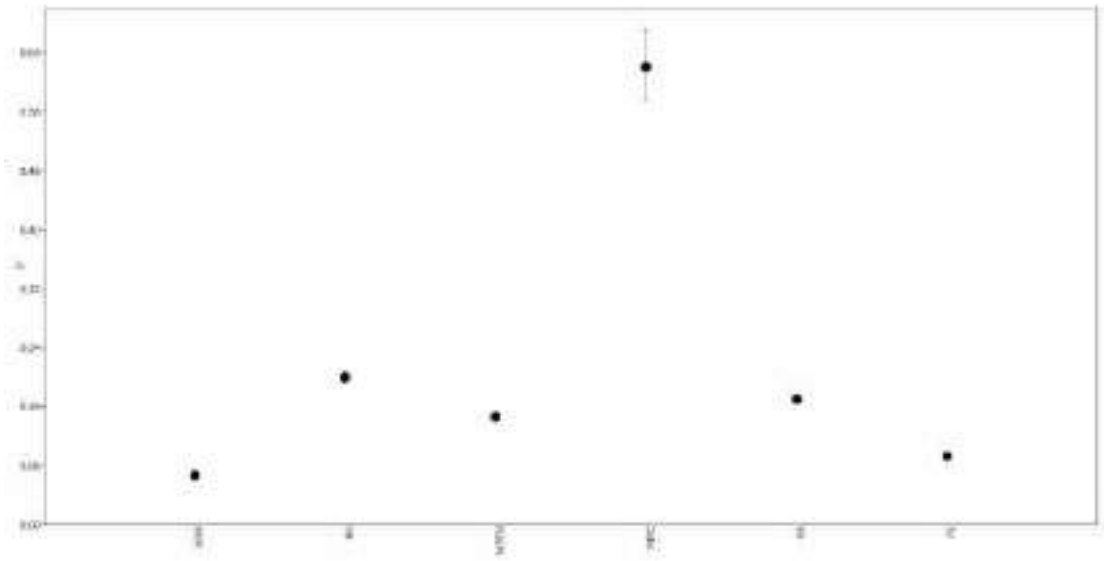


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Dominance_D

En cuanto a la dominancia de especies, se encontró que para todas las coberturas los valores se estuvieron por debajo de 1. Para la cobertura de Arbustal denso y Pastos limpios se presentaron valores de por debajo de 0,1, lo que refleja equidad en la distribución de especies y coberturas y valores altos en los índices altos de Shanon_H. La cobertura de Mosaico de pastos y cultivos presentó el valor más próximo a uno (1), y la mayor dominancia de especies en relación con las demás coberturas evaluadas, dado el bajo número de especies que se presentaron en esta unidad natural (Figura 5.89).

Figura 5.89 Índice de Dominancia_D para las especies no vasculares en las diferentes coberturas registradas en la UF 1, variante Pamplona.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.1.1.5. Fragmentación

La fragmentación de los ecosistemas es un proceso a nivel de paisaje en el cual un ecosistema se subdivide en porciones más pequeñas, geométricamente más complejas y más aisladas, como resultado tanto de procesos naturales como de actividades humanas. Este proceso conlleva cambios en la composición, estructura y función del paisaje y puede ser medida, con base en una caracterización previa de los ecosistemas presentes, mediante diversos tipos de índices de fragmentación (Terborgh, Where have all the birds gone? , 1989), (Whitcom, R.F., C.S, 1981).

Dichas porciones denominadas parches, surgen como resultado de la acción antrópica sobre los ecosistemas de la zona, alterando su estructura y composición de las coberturas y afectando de la misma manera a la fauna propia de cada zona.

La construcción de la variante Pamplona (UF1), causa la pérdida de la conectividad entre ecosistemas; por esta razón es necesario hacer un análisis paisajístico que evalúa dos contextos, el primero donde se considera la situación actual del área de estudio (Escenario SIN proyecto) y el segundo donde se simula los efectos del proyecto para la construcción de segunda calzada Pamplona – Pamplonita (Escenario CON proyecto) sobre los ecosistemas naturales presentes en la zona.

Dicho análisis contiene las métricas de área, tamaño, densidad, y conectividad para cada uno de los ecosistemas presentes en el paisaje, los cuales permitieron diagnosticar de

acuerdo con los resultados, el grado de afectación que el proyecto genera en los ecosistemas naturales actuales.

Resultados para el escenario SIN proyecto

A continuación, se analizan los resultados del análisis de fragmentación del escenario sin proyecto.

Métricas por ecosistemas (clase) para la situación SIN proyecto

Las métricas de número de parche (NP), área total de la clase (CA) y tamaño promedio del parche (MPS) proporcionan información sobre la estructura del paisaje (fisionomía y composición). Permiten dar una idea general del grado de fragmentación que experimenta el sitio analizado, se considera que la fragmentación conlleva un aumento en el número de parches y una disminución del área de cada parche, lo que finalmente conlleva a un aumento en la distancia entre parches.

La Tabla 5.78 presenta las métricas del escenario actual de estos ecosistemas, las cuales son área, tamaño y densidad.

Tabla 5.78 Métricas del paisaje en el escenario SIN proyecto

CLASE	INDICES POR TIPO ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	87,31	87,31
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	57,72	57,72
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	19,43	3,89
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	14,42	4,81
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	6,29	1,57
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	10,10	1,26
Total	**22**	**195,25**	**156,56**
NP: Número de parches de la clase en el paisaje			
CA: Área total (ha) de clase			
MPS: Tamaño promedio del parche (ha)			

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De acuerdo con lo anterior, el número total de parches es de 22 con un área de 195,25 ha en donde el ecosistema con mayor número de parches es Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con 8 parches y un área de 10,10 ha, le siguen el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, con 5 y 4 parches respectivamente

Según el tamaño promedio del parche (MPS), el ecosistema de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta el mayor valor de MPS (87,31

ha), por lo tanto, su densidad con respecto a los demás ecosistemas es mayor. Por otro lado, el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta el menor valor de MPS con 1,26 por lo tanto es el ecosistema que tiene la mayor fragmentación.

Índice de estado de conectividad SIN proyecto

Para la conectividad de los espacios naturales se tuvo en cuenta la ecuación de conectividad tomada del Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (agosto de 2012 MADS). En donde el "Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales. Para su valoración y especialización podrá emplearse la siguiente ecuación, teniendo como referencia base una franja de 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico.

$$CP = AN/ATF$$

Dónde:

CP: Contexto paisajístico
AN: Área natural dentro de la franja
ATF: Área total de la franja.

Para evaluar la fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de estudio, se toma la definición de (Lozano, B. L., A. F. Gómez y C. S. Valderrama, 2011) la cual indica que la fragmentación total del paisaje se estima a través de la relación del área del bosque y el área total. Esta definición hace referencia al contexto paisajístico definido anteriormente, por lo que se retoma esta información y con referencia a una franja de 500 metros alrededor de los fragmentos naturales, se determinó geográficamente la fragmentación del área de estudio. A mayor fragmentación menor es la conectividad.

La ponderación de las diferentes categorías de fragmentación se explica en la Tabla 5.79 en donde se asigna un valor de fragmentación extrema en aquellas áreas donde el contexto paisajístico toma valores de cero a 0,2, la fragmentación fuerte se da en aquellas áreas donde toma valores de 0,2 a 0,4 y así sucesivamente hasta llegar a una fragmentación mínima en donde el contexto paisajístico toma valores mayores de 0,8 hasta valores iguales a 1.

Fragmentación Extrema: Este tipo de afectación se presenta cuando los ecosistemas que presentaron una conectividad funcional alta cambian con la introducción del proyecto a una baja conectividad, debido a que su área interior fue afectada y no presentan conectividad con otro nodo. Este cambio de conectividad alta a baja podría afectar el flujo de energía y materiales en los ecosistemas.

Fragmentación Fuerte: Esta categoría se asignó a aquellos ecosistemas que con la introducción del proyecto pasaron de estar dentro de un radio de 500 metros alrededor de un área núcleo con conexión media a no tener ninguna conexión.

Fragmentación Moderada: Esta afectación la presentan los ecosistemas transformados, los cuales como tal presentan una fragmentación propia del paisaje.

Fragmentación Mínima: Esta categoría se asignó a aquellos ecosistemas naturales que por la presencia del proyecto no modifican su conectividad actual

A continuación, la, muestra los rangos del contexto paisajístico, los cuales indican el grado de fragmentación de los ecosistemas a evaluar

Tabla 5.79 Rango de valores de fragmentación

Nivel de fragmentación	Rango contexto paisajístico
Extrema	>0,2
Fuerte	0,2-0,4
Moderada	0,4-0,6
Moderada- mínima	0,6-0,8
Mínima	0,8≥CP≥1

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los valores asignados para la conectividad son los siguientes:

Alta conectividad: son aquellos fragmentos que se conectan en una franja de 500 m o menos y que tengan presencia de hábitat es decir que poseen un área con núcleo (NCA).

Media conectividad: son aquellos fragmentos cuya área no les permite tener hábitat (fragmentos sin core área NCA), pero que se encuentran inmersos dentro de la franja de los 500 m.

Baja conectividad: son aquellas áreas que presentan fricción para los flujos de materia y energía que se producen en los ecosistemas estas áreas no tienen en forma adyacente espacios naturales que permitan la conectividad de los fragmentos.

Muy baja conectividad: son aquellos espacios antrópicos como tejidos urbanos continuos (cabeceras municipales y corregimientos mayores de 0,8 hasta valores iguales a 1).

La Tabla 5.80 muestra los valores de conetividad del paisaje sin proyecto para los ecosistemas.

Tabla 5.80 Contexto paisajístico CP (Conectividad) SIN proyecto por ecosistema

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	87,31	546,89	0,16

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	57,72	546,89	0,11
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	19,43	546,89	0,04
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14,42	546,89	0,03
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,29	546,89	0,01
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10,10	546,89	0,02
Total	**195,25**	**546,89**	**0,36**
AN: Área natural dentro de la franja			
ATF: Área total de la franja.			
CP: Contexto paisajístico			

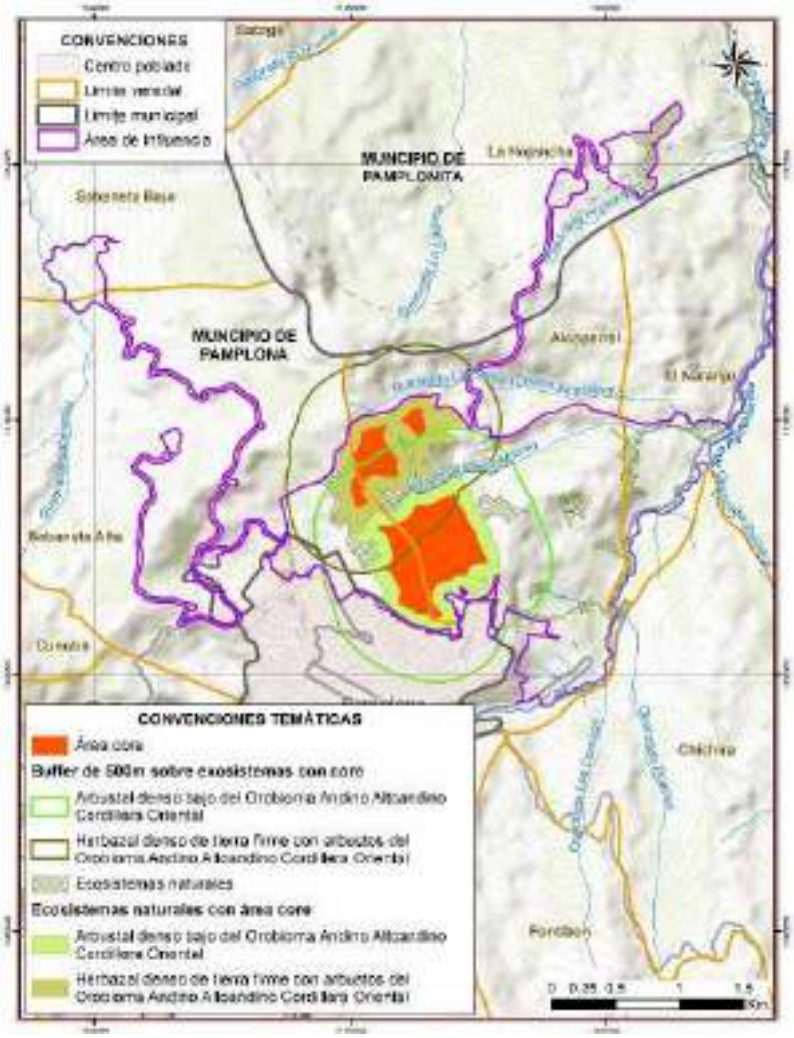
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Se puede observar que el valor del contexto paisajístico es de 0,36 el cual indica que la fragmentación del escenario SIN proyecto es fuerte, debido al alto grado de disturbio de las coberturas naturales. Los ecosistemas con mayor fragmentación son el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

En la Figura 5.90, se muestra los buffer de 500 m aplicados a áreas core los cuales se presentan en la figura de color naranja, es decir aquellos parches que por su dimensión se convierten en hábitats de especies especializadas para el grupo faunístico o especies que requieren de sombra para su desarrollo (esciófitas) para el caso de la flora; el análisis de conectividad se realizó sobre los buffer de 500 m teniendo en cuanta todas las coberturas de manera que se pueda ver la continuidad paisajística de los fragmentos en el área de estudio.

Se observa entonces que en el área de influencia se configuran 3 areas core, las cuales corresponden a los ecosistemas de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, esto indica que son los ecosistemas con mayores posibilidades de albergar alta diversidad además de tener mayor capacidad de amortiguacion a las posibles alteraciones.

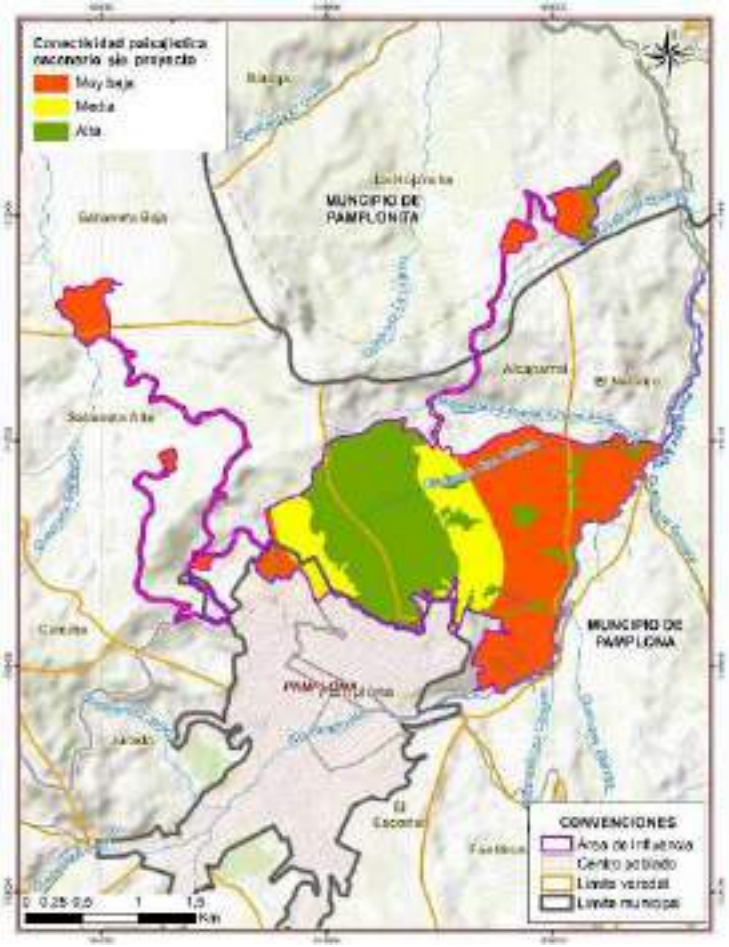
Figura 5.90 Buffer de conectividad del escenario SIN proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El mapa de conectividad del área de estudio SIN proyecto se presenta en la Figura 5.91 la cual muestra los polígonos de nula, moderada y muy alta conectividad. El análisis de conectividad se realizó sobre todos los ecosistemas de manera que se pueda ver la continuidad paisajística de los fragmentos en el área del proyecto. Se observa entonces que en concordancia con el análisis de areas core, los ecosistemas de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, son los que presentan mayor conectividad

Figura 5.91 Conectividad paisajística SIN proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Resultados para el escenario CON proyecto

Métricas por ecosistemas (clase) para la situación CON proyecto

La Tabla 5.81 muestra los resultados obtenidos por métricas de fragmentación en el escenario CON proyecto, en donde el número de parches es de 28 con un área de 191,76 ha.

Tabla 5.81 Métricas del paisaje en el escenario CON proyecto

CLASE	INDICES POR TIPO		
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	87,24	29,08
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	56,68	56,68

CLASE	INDICES POR TIPO ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	**NP**	**CA (ha)**	**MPS (ha)**
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	18,84	3,77
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	12,71	2,54
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	6,27	1,05
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	10,01	1,25
Total	**28**	**191,76**	**94,37**
NP: Número de parches de la clase en el paisaje			
CA: Área total (ha) de clase			
MPS: Tamaño promedio del parche (ha)			

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Se observa en la tabla anterior, que, con la ejecución del proyecto, se aumenta el número de parches de 22 a 26. Los ecosistemas afectados son el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, dado que, de tener 1 único parche, en el escenario CON proyecto, tendrá 3 parches, reduciéndose asi el MPS (Tamaño promedio del parche) en un 200%. Para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, la ampliación será a 5 parches y una reducción del MPS en un 46%.

El tercer ecosistema más afectado será el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, dado que el número de parches pasara de 4 a 5, reduciendo el MPS en 26%, para el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se aumentan los parches de 7 a 8 y se disminuye el MPS en un 11%.

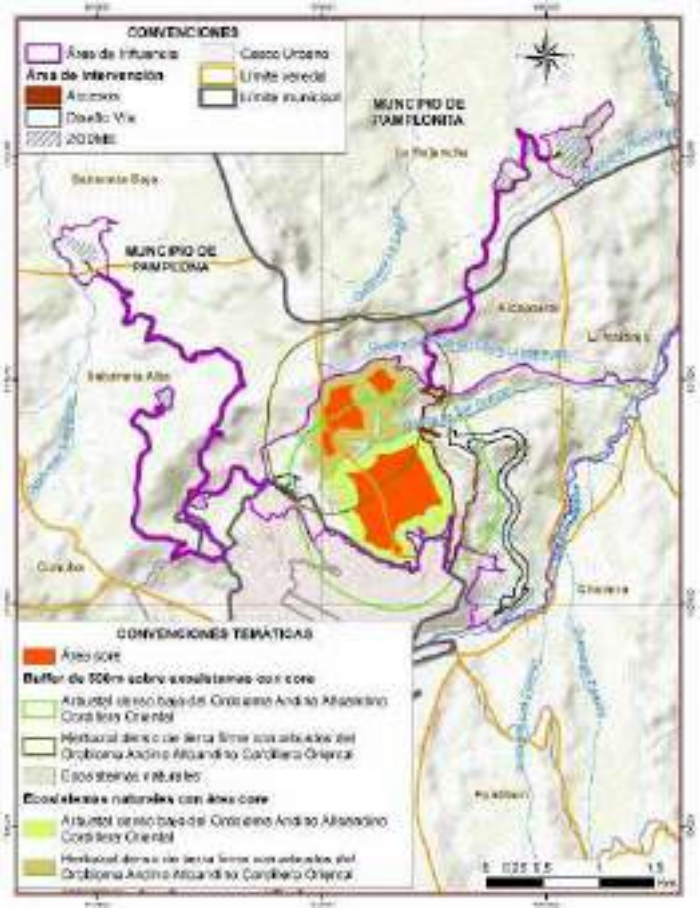
Los ecosistemas que evidencian una menor afectación son el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, con una reducción del MPS de 5% y 3%, respectivamente, pero sin afectación al número de parches, los cuales continúan en 1 y 5 respectivamente.

Referente a la relación entre el área y el número de parches, se tiene que con la ejecución del proyecto se genera una disminución de 5,17 ha, lo cual constituye una alteración a la conectividad de los ecosistemas naturales, frente al criterio de Tamaño promedio del parche, habrá una reducción de cerca del 40% de este criterio en el escenario SIN proyecto.

Índice de estado de conectividad CON proyecto

La Figura 5.92 muestra el estado de la conectividad con la ejecución del proyecto, en ella se puede observar que el trazado de la vía y las áreas asociadas a la ejecución del proyecto no afecta las áreas núcleo (core) de los ecosistemas, logrando reducir la modificación de la conectividad de los ecosistemas.

Figura 5.92 Buffer de conectividad del escenario CON proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Como se observa en la Tabla 5.82 el valor del contexto paisajístico es de 0,35 lo cual indica que la fragmentación de los ecosistemas continúa siendo fuerte. En la Figura 5.93 se presenta el mapa de conectividad paisajística con proyecto para el área de influencia

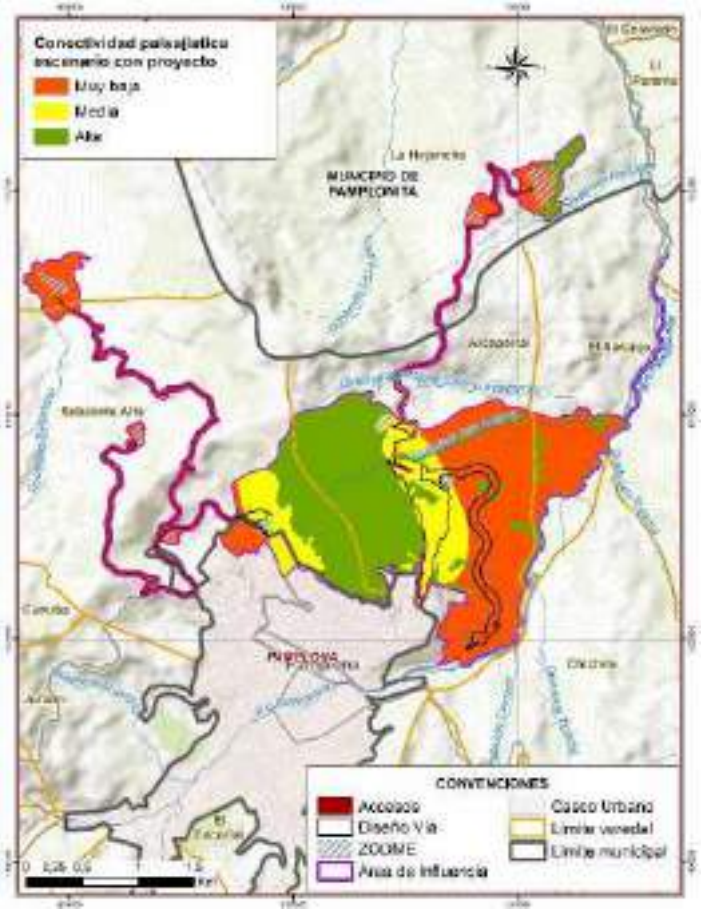
Tabla 5.82 Contexto paisajístico CP (Conectividad) CON proyecto por ecosistema

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	87,24	546,89	0,16
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	56,68	546,89	0,10
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	18,84	546,89	0,03
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	12,71	546,89	0,02
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,27	546,89	0,01

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10,01	546,89	0,02
Total	**191,75**		**0,35**
AN: Área natural dentro de la franja			
ATF: Área total de la franja.			
CP: Contexto paisajístico			

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 5.93 Conectividad paisajística CON proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La Figura 5.94 y Figura 5.95, permite tener una comparación del estado de la conectividad paisajística SIN y CON proyecto, en donde se puede observar que la fragmentación se incrementa ocasionando que la conectividad pase de ser Alta a muy baja en algunos sectores, (como se observa especialmente en la zona encerrada en el círculo) del área de influencia.

Figura 5.94 Conectividad paisajística SIN proyecto

Figura 5.95 Conectividad paisajística CON proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En comparación con los datos de conectividad obtenidos para los parches de vegetación entre los dos escenarios, se observa que los valores de contexto paisajístico no cambian significativamente (Ver Tabla 5.83), ya que las actividades de construcción se desarrollarán en su mayoría en unidades de pastos limpios (19,83 ha), arbolados (8,25 ha), cubriendo un área de 28,11 ha equivalentes al 56,90% del total del área de intervención, la cual es de 49,40 ha, teniendo en cuenta que no habrá intervencion en el área de túnel ni en la fraja de captacion. En contraste, las coberturas naturales suman una extensión de 3,52 ha es decir el 7,13% del área total de intervención del proyecto. Se puede entonces decir que los ecosistemas antropizados son en su mayoría los susceptibles a intervención; no obstante, si bien la afectación de la conectividad no es significativa, es necesario previo a las actividades de construcción y después de ejecutar el proyecto, la implementación de medidas que ayuden a aumentar la resiliencia de los ecosistemas naturales afectados por la ejecución del proyecto.

Tabla 5.83 Métricas de paisaje y conectividad en los escenarios SIN y CON proyecto

Tipo	Índice	Descripción	Resultado SP	Resultado CP
ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD	NP	Número de parches de la clase en el paisaje	22	28
	CA	Área total (ha) de clase	195,25	191,76
	MPS	Tamaño promedio del parche (ha)	156,56	94,37
CONECTIVIDAD	CP	Contexto paisajístico	0,36	0,35
NP: Número de parches de la clase en el paisaje				
CA: Área total (ha) de clase				
MPS: Tamaño promedio del parche (ha)				
CP: Contexto paisajístico				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En conclusión, se puede observar que el área de influencia presenta un alto grado de fragmentación de los ecosistemas naturales, la construcción de la variante Pamplona UF1, afectará la conectividad de los ecosistemas remanentes en el área de influencia, mostrando una reducción en el índice de contexto paisajístico de 0,36 a 0,35. A pesar de que la variación del índice de contexto paisajístico es de 2,8%, frente al escenario sin proyecto, se asume un alto impacto sobre los ecosistemas de Arbustal denso alto y Bosques de galería, dadas las condiciones actuales.

5.2.1.2. Fauna

La fauna silvestre representa uno de los componentes de mayor significado en el patrimonio natural de Colombia, colocando al país a nivel global, en el primer lugar de especies de aves, en el segundo respecto a anfibios, tercero en reptiles y cuarto respecto a mamíferos (Maldonado, 1999; Ramírez-Chaves & Suárez-Castro, 2014). Además de su valor intrínseco (o de existencia), la fauna silvestre es un componente clave de la biodiversidad y de la dinámica de los sistemas naturales ya que intervienen en ciclos de materia y energía en todos los ecosistemas, tanto los naturales como los intervenidos. Además, la fauna es fuente de ingresos económicos y de captación de divisas, desempeñando un papel importante en el desarrollo del país (Maldonado, 1999).

La fauna asociada a las unidades vegetales puede verse afectada por las vías, la cuales pueden ser una importante causa de perturbación antropogénica y mortalidad de animales (Vargas-Salinas, Delgado-Ospina, & López- Aranda, 2011), ya que generan impactos directos sobre la biodiversidad debido a la fragmentación del hábitat, muerte de animales por atropellamiento y la deforestación (De la Ossa, De la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohóquez, 2015) (Arroyave, y otros, 2006). Adicionalmente, impactos indirectos derivados de la intensidad de uso por la carretera, como la contaminación química, contaminación sonora y la apertura de frentes de colonización, pueden ocasionar que la fauna evite áreas próximas, dejando hábitats adyacentes inhabilitados para algunas especies y afectando la estructura del ecosistema, erosionando el suelo y alterando las condiciones hidrológicas (De la Ossa, De la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohóquez, 2015) (Arroyave, y otros, 2006)

Debido a lo anterior, la identificación y aproximación al conocimiento de la composición y estructura de la fauna silvestre, conlleva al fortalecimiento de las medidas de manejo de esta, como respuesta a los impactos potenciales que pueden ser generados sobre sus hábitats por el desarrollo de proyectos de infraestructura, por lo que se hace necesario la descripción del componente faunístico dentro del área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona.

Para la caracterización de la fauna del Área de Influencia, se siguió la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente V. y., 2010), el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villarreal, y otros, 2006), así como los términos de referencia señalados en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos.

5.2.1.2.5. Especies potenciales

Antes de iniciar con la caracterización de las especies faunísticas potenciales para el AI de la UF1, se presenta el análisis de Alertas Tempranas de la Biodiversidad, mediante la implementación de la herramienta Tremarctos Colombia –TCo3.0-. Según esta herramienta, el área de influencia del proyecto no se encuentra dentro de áreas de distribución de especies sensibles; por lo tanto, el área de influencia tiene una afectación Baja (Anexo 5.2.2.1. Reporte áreas de distribución de especies sensibles, Tremarctos Colombia –TCo3.0).

Ahora bien, a continuación, se presenta la descripción de las comunidades de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) con distribución probable en el AI de la UF1 Variante Pamplona.

5.2.1.2.5.5. Anfibios

Colombia cuenta en la actualidad con 812 especies de anfibios reportados para el país (Acosta Galvis A. R., 2017), donde la mayor diversidad se encuentra concentrada en las tierras bajas (por debajo de los 500 altitudinales) y en la región andina está la mayor cantidad de especies endémicas (Bernal & Lynch, 2008). A pesar de la gran riqueza de la fauna anfibia del país, Norte de Santander es uno de los departamentos donde menos se ha estudiado la herpetofauna en Colombia, lo cual ha generado un bajo número de registros y sólo algunas descripciones (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009).

Del listado de anfibios para Colombia de Acosta-Galvis (2017) se reportan para Norte de Santander 31 especies; las localidades en las que se obtienen estos reportes se encuentran en la vertiente oriental y occidental de la Cordillera Oriental, el Municipio de Pamplona, el Parque Nacional Natural Tamá y la región del Catatumbo (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009) señalan que: “a pesar de que se han realizado colectas de anfibios en Norte de Santander son muy pocas las publicaciones hechas al respecto, existe poca información disponible y en algunos casos se cuenta con datos incompletos o poco confiables”. Del estudio de 2009 a la fecha el estado del conocimiento no ha cambiado mucho, se registran algunas ampliaciones de distribución que incluyen el territorio del departamento y algunos cambios taxonómicos.

Composición y riqueza de especies

De los listados de (Acosta Galvis A. R., 2017), (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009), se filtraron un total de 21 especies de probable presencia en el área de influencia de la UF1 del proyecto de la Autopista Cúcuta-Pamplona, que se encuentra en un rango altitudinal que comprende entre los 2200-2600 metros (Tabla 5.84).

Tabla 5.84 Especies potenciales de anfibios reportadas para el área de influencia

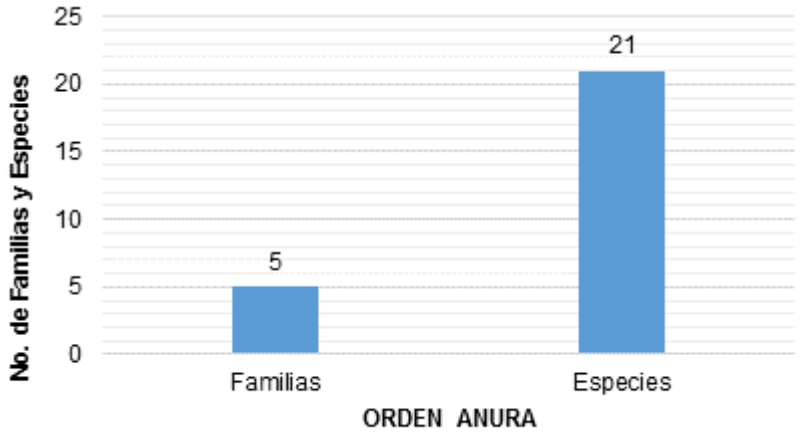
Especie	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
ANURA				
FAMILIA: BUFONIDAE				
Rhinella horribilis	Sapo	0-2200	Aah, Pa	1, 3
FAMILIA: CENTROLENIDAE				
Centrolene daidaleum	Rana de cristal	1600 - 2060	Bos	1, 3, 9
FAMILIA: CRAUGASTORIDAE				
Pristimantis anolirex	Rana	1800-3550	Bos, Avha	1, 2, 5, 9
Pristimantis batrachites	Rana	2180-2250	Bos, Avha	1, 8
Pristimantis frater	Rana	900-3000	Bos, Avha	1, 3
Pristimantis gryllus	Rana	2100-2700	Bos, Avha	1, 6

Especie	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
Pristimantis nicefori	Rana	2500-4170	Bos, Avha	1
Pristimantis melanoproctus	Rana	2100 -2700	Bos, Avha	1, 2, 4
Pristimantis mondolfii	Rana	2100 -2700	Bos, Avha	1, 2, 4
Pristimantis tubernasus	Rana	1000-2400	Bos, Avha	1, 2
Tachiramantis douglasi	Rana	1630-2670	Bos, Avha	1, 5, 6
Tachiramantis lentiginosus	Rana	1390-2300	Bos, Avha	1, 6
Tachiramantis prolixodiscus	Rana	1810-2550	Bos, Avha	1, 6
Strabomantis ingeri	Rana	1380-3320	Bos, Avha	1, 2, 4
FAMILIA: HEMIPHRACTIDAE				
Gastrotheca nicefori	Rana	400-2500	Bos	1, 2, 4
Gastrotheca helenae	Rana	2300 -3600	Bos	1
FAMILIA HYLIDAE				
Boana xerophylla	Rana	0-2400	Avha, Aah	1, 2
Dendropsophus meridensis	Rana	2200-3400	Bos	1, 7
Dendropsophus molitor	Rana	1600-4200	Avha, Aah	1, 4
Dendropsophus pelidna	Rana	2200-3000	Aah	1
Hyloscirtus lascinius	Rana	1730-1960	Bos	1, 4
Coberturas asociadas al hábitat: Bos: Bosques, **Avha**: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pa:** Pastos.				
Referencias Bibliografícas: 1. (Acosta Galvis A. R., 2017); **2.** (Albornoz-Espinel, Cáceres-Martínez1,, & Acevedo-Rincón, 2017); **3.** (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009); **4.** (Bernal & Lynch, 2008); **5.** (Gutiérrez-Lamus, Serrano, & Ramírez-Pinilla, 2004) **6.** (Heinicke, Barrio-Amorós, & Hedges, 2015); **7.** La Marca, E. 2004; **8.** Lynch, J. 2003; **9.** (Suárez-Badillo & Ramírez-Pinilla, Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimetal y Demostrativa el Rasgón (Santander, Colombia)., 2004)				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para el AI se registran como potenciales 21 especies de anfibios del orden Anura distribuidos en cinco (5) familias (Figura 5.96). La familia más diversa es Craugastoridae con el 57% de las especies (12 spp), seguida de Hylidae con el 23.8% (5 spp). Para la región andina, en el rango altitudinal de la UF1 (2200-2600 msnm), el género *Pristimantis* (familia Craugastoridae) es el que tiene el mayor número de especies (Bernal & Lynch, 2008) y eso explica por qué contiene más de la mitad de la diversidad potencial para la zona de estudio. La familia Hylidae le sigue en diversidad, tanto en la zona de estudio como en la región.

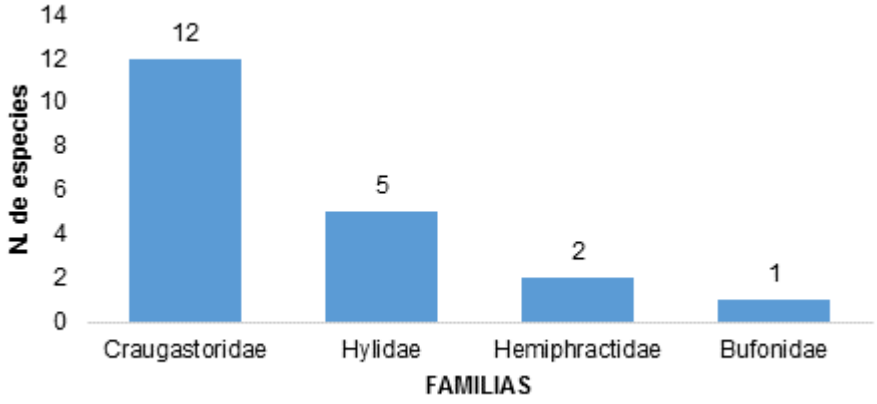
Figura 5.96 Número de familias y especies de anfibios potenciales reportadas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las familias potenciales restantes: Hemiphractidae, Bufonidae y Centrolenidae suman el 19.04% de las especies. En el caso de Hemiphractidae y Centrolenidae son especies que usan vegetación boscosa, no suelen ser conspicuas, ni abundantes. El representante de Bufonidae es *Rhinella horribilis*, el sapo común, cuya distribución altitudinal conocida limita con el rango inferior del área del proyecto (Figura 5.97).

Figura 5.97 Familias de anfibios potenciales reportadas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies en categorías de amenaza

Dentro de las especies de anfibios potenciales para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se encontraron cuatro (4) especies con algún grado de amenaza de acuerdo con la categorización de la IUCN (2017), una (1) incluida en

la Resolución 1912 de 2017 así como en los libros rojos. No hay anfibios incluidos en vedas nacionales ni regionales (Tabla 5.85).

Al analizar el documento respuesta por parte de CORPONOR (radicado No.13933 del 30 de octubre de 2017 y No. 14213 el 7 de noviembre de 2017) del POMCA 2014 del río Pamplonita, no se encuentran registros de especies de anfibios en categoría de amenaza para la zona de Pamplona.

Tabla 5.85 Especies de anfibios potenciales reportadas en alguna categoria de amenaza

Especie	Nombre Común	Categoría de Amenaza			Vedas Nacionales o regionales
		Global	Nacional	Nacional	
		IUCN	Resolución No. 1912 /2017	Libros Rojos	
ORDEN: ANURA					
FAMILIA: CENTROLENIDAE					
Centrolene daidaleum	Rana de Cristal	VU	LC	LC	NA
FAMILIA: CRAUGASTORIDAE					
Tachiramantis douglasi	Rana de lluvia	VU	LC	LC	NA
Strabomantis ingeri	Rana de lluvia	VU	VU	VU	NA
FAMILIA: HYLIDAE					
Dendropsophus meridensis	Rana	EN	DD	LC	NA

Categorías de amenaza: VU: Vulnerable, **EN:** En peligro, **LC:** Mínima preocupación, **DD:** Datos deficientes, **NA:** No Aplica.

Convenciones: Categorías de amenaza: **VU=** Vulnerable, **EN=** En peligro.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las ranas Centrolene daidaleum, Tachiramantis douglasi y *Strabomantis ingerí* se encuentran en categoría Vulnerable (VU) por IUCN (2017), porque se señala que tienen una distribución restringida, fragmentada y sus poblaciones decrecen debido a la pérdida de hábitat (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017). *Dendropsophus meridensis* aparece en categoría En Peligro (EN) por IUCN (2017) aunque cabe anotar que lo señalan como restringido a Venezuela, sin embargo, fue incluido en el listado de especies potenciales de (Acosta Galvis A. R., 2017).

Especies de importancia comercial incluidas en CITES

Ninguna de las especies de anfibios presentes en el listado potencial se encuentra en alguna de los apéndices CITES, vigentes desde el 04 de octubre del 2017.

Especies endémicas

La fauna anfibia se caracteriza por ser más diversa y tener mayores rangos de distribución en las zonas bajas, albergando un mayor número de especies y a medida que aumenta la

altitud se reduce la cantidad de especies y se incrementa el endemismo; (Bernal & Lynch, 2008). De las 21 especies potenciales, seis (6 spp equivalente al 28% de los taxones reportados) son endémicas (Tabla 5.86), lo cual representa un porcentaje considerable.

Tabla 5.86. Especies potenciales de anfibios endémicos y casi endémicos reportadas para el área

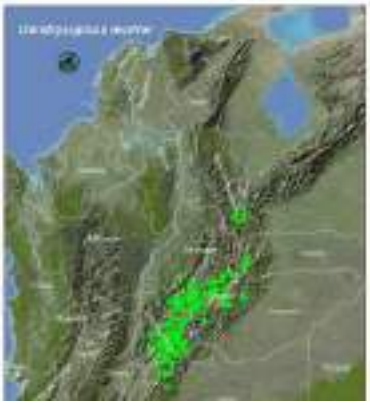
Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
ANURA		
FAMILIA: CENTROLENIDAE		
Centrolene daidaleum	Rana de Cristal	End
FAMILIA: HYLIDAE		
Dendropsophus molitor	Rana	End
FAMILIA: CRAUGASTORIDAE		
Pristimantis batrachites	Rana	End
Pristimantis frater	Rana	End
Tachiramantis douglasi	Rana	End
Strabomantis ingeri	Rana	End
Tipo de Distribución: E: Endémico, **C- End:** Casi endémico		

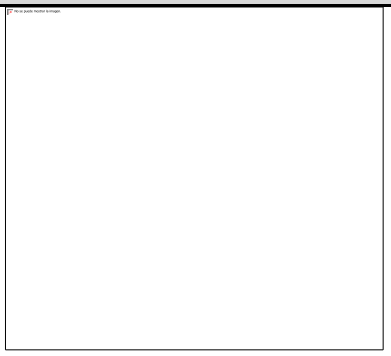
Convenciones: Tipo de Distribución: E: Endémico, **C- end:** Casi endémico

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se relaciona la distribución de cada una de las especies endémicas en Colombia (Tabla 5.87)

Tabla 5.87 Fichas de las especies endémicas potencialmente reportadas

Centrolene daidaleum **(Rana de cristal)**	
Se encuentra en la vertiente occidental de la cordillera Oriental en los bosques andinos de los departamentos de Boyacá, Cesar, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander entre los 1600-2060 msnm (Acosta Galvis A. R., 2017).	
Dendropsophus molitor **(Rana)**	
Rana de amplia distribución en Colombia. Se encuentra en los bosques andinos, altoandinos, subpáramos y páramos, en ambas vertientes de la cordillera oriental. Se reporta en Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander y Meta entre los 1600-4200msnm (Acosta Galvis A. R., 2017).	
Pristimantis batrachites **(Rana)**	
Se distribuye en los bosques andinos de la Vertiente oriental de la Cordillera Oriental en el Departamento de Norte de Santander entre los 2180-2250 (Acosta Galvis A. R., 2017).	

***Pristimantis frater* (Rana)**	
Es posible encontrarla desde los bosques subandinos hasta los páramos de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental. Está en los departamentos de Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Meta y Norte de Santander entre los 877-3000 msnm (Acosta Galvis A. R., 2017).	
***Tachiramantis douglasi* (Rana)**	
Se ha registrado en los bosques andinos de la vertiente occidental de la Cordillera Oriental en los departamentos de Santander y Norte de Santander entre los 1630-2670 msnm (Acosta Galvis A. R., 2017).	
***Strabomantis ingeri* (Rana)**	
Ha sido reportada en los bosques subandinos hasta los páramos de las dos vertientes de la Cordillera Oriental en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander entre los 1380-3320 msnm (Acosta Galvis A. R., 2017).	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Especies migratorias

El texto oficial de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), define especie migratoria como “el conjunto de la población o toda parte de ella geográficamente aislada, de cualquier especie o grupo taxonómico inferior de animales silvestres, de los que una parte importante franquea cíclicamente y de manera previsible, uno o varios límites de jurisdicción nacional” (Naranjo & Espinel, 2009).

Bajo los lineamientos de estos criterios, a nivel de anfibios, no se ha establecido que existan especies migratorias en esta región del país.

5.2.1.2.5.6. Reptiles

Colombia posee una gran riqueza de reptiles a nivel mundial con más de 500 especies aproximadamente (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015). Dicha riqueza se debe a la gran diversidad de ambientes, producto de la la interacción de procesos bióticos y otros factores como la posición geográfica, la pluviosidad y la complejidad orográfica presente en el país, los cuales han generado una alta gama de hábitats óptimos para el desarrollo de estos vertebrados. Sin embargo, aún se puede notar que la composición de los animales de este grupo, el área de distribución y su estado de conservación son aspectos desconocidos para la mayoría de las especies del país (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009).

El departamento de Norte de Santander no se escapa a este patrón y también carece de estudios específicos. Recientemente se resalta el estudio realizado por (Armesto, Esteban, & Torrado., 2009) para la región de Cúcuta donde registran 34 especies de reptiles entre los 250-650 msnm.

- **Composición y riqueza de especies**

En el listado de los reptiles de Colombia (Sánchez, Castaño, & Cárdenas., 1995), reportaron 27 especies para el departamento de Norte de Santander, que contempla rangos altitudinales que van desde el nivel del mar, hasta cerca de los 3000msnm. Se filtraron un total de 21 especies de reptiles de probable presencia en el área de influencia de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, que se encuentra en un rango altitudinal que comprende entre los 2200-2600 metros (Tabla 5.88). Teniendo en cuenta que los reptiles tienen más movilidad, el filtro altitudinal se hizo más amplio, entre los 2000-2600 msnm.

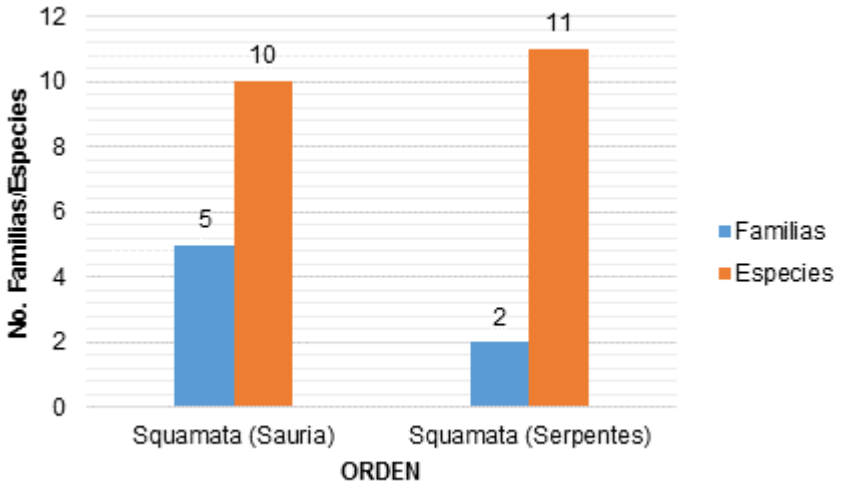
Tabla 5.88 Especies potenciales de reptiles reportadas para el área de influencia

Especie	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
ORDEN SQUAMATA (SAURIA)				
FAMILIA: DACTYLOIDAE				
Anolis heterodermus	Camaleón	1700-3200	Bos, Avha	1, 2
Anolis jacare	Camaleón	1400-2200	Bos, Avha	1, 2, 3
Anolis nicefori	Camaleón	2000-2600	Bos, Avha	1, 2
FAMILIA: GYMNOPHTHALMIDAE				
Anadia pamplonensis	Lagartija	1423-2340	Bos, Avha	1, 2, 3, 4
Bachia heteropa	Culebra guacamaya	2300	Bos, Avha	1, 2,
Pholidobolus vertebralis	Lagartija rayada	700-2500	Bos, Avha	1, 2, 3
FAMILIA: SCINCIDAE				
Mabuya zuliae	Lisa	1100-2300	Avha, Pas	5
Mabuya meridensis	Lisa	2000-3200	Avha, Pas	5, 6
FAMILIA: SPHAERODACTYLIDAE				
Gonatodes vittatus	Salamanqueja	0-2800	Bos, Avha, Aah	1, 2
FAMILIA: TROPIDURIDAE				
Stenocercus trachycephalus	Lagarto collarejo	1900-3200	Bos, Avha	1, 2, 6
ORDEN SQUAMATA (SERPENTES)				
FAMILIA: COLUBRIDAE				
Atractus pamplonensis	Cazadora	2300	Bos, Avha	2, 3
Erythrolamprus aesculapii	Falsa Coral	0-2300	Bos, Avha, Aah	2, 6
Erythrolamprus epinephelus	Cazadora	2200-2600	Bos, Avha	2, 3
Erythrolamprus melanotus	Cazadora	0-2000	Bos, Avha, Aah	2, 3
Imantodes cenchoa	Bejuca café	0-2200	Bos, Avha	2, 6
Mastigodryas pleei	Cazadora	0-2000	Bos, Avha	2
Pseudoboa neuwiedii	Coral	0-2700	Bos, Avha, Aah	2
Sibon nebulatus	Cazadora	0-2600	Bos, Avha, Aah	2, 6
Spilotes pullatus	Tigra	0-2500	Bos, Avha, Aah	2
Stenorrhina degenhardtii	Cazadora	0-2750	Bos, Avha, Aah	2, 3
FAMILIA: ELAPIDAE				
Micrurus dumerilii	Coral	0-2133	Bos, Avha	2
Coberturas asociadas al hábitat: Bos: Bosques, **Avha**: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pa:** Pastos.				
1. Ayala, S. C. & Castro F. No publicado. **2** (Sánchez, Castaño, & Cárdenas., 1995) **3.** (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017) **4.** (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015) **5.** (Pinto-Sánchez , Calderón-Espinosa, Miralles, Crawford, & Ramírez-Pinilla, 2015) **6.** (Uetz P. F., 2017)				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las 21 especies potenciales de reptiles pertenecen en su totalidad al orden Squamata y se distribuyen en los subordenes Sauria, con cinco (5) familias y Serpentes con dos (2), ver (Figura 5.98).

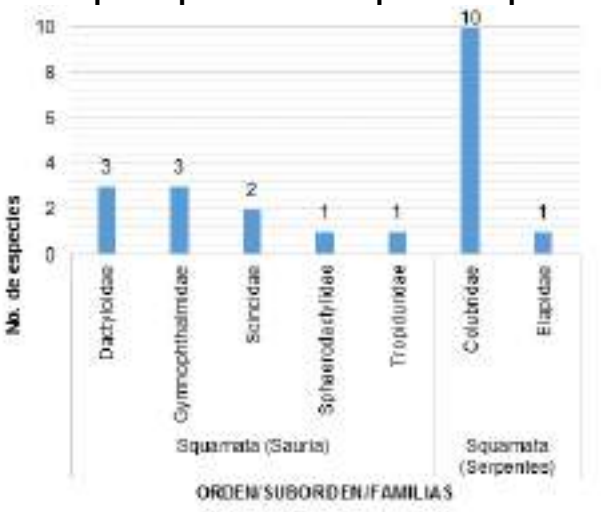
Figura 5.98 Número de familias y especies potenciales presentes en los Ordenes de reptiles reportados para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La familia más diversa dentro de los reptiles es Colubridae con el 47.62% de las especies (10 spp), seguida de Dactyloidae y Gymnophthalmidae (tres especies cada una) con el 28.57% (6 spp entre las dos, ver Figura 5.99). En el rango altitudinal del área de influencia (2200-2600 msnm), los géneros más diversos son *Anolis* (Sauria) y *Erythrolamprus* (Serpentes) con tres (3) especies cada uno. Figura 5.99.

Figura 5.99. Familias de reptiles potenciales reportadas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies en categorías de amenaza**

Dentro de las especies de reptiles potenciales, se encontró que la Lagartija (*Anadia pamplonensis)* está dentro de la categorización de la (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017), en la Resolución 1912 de 2017 y en el Libro rojo de reptiles (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015) como en peligro (EN). No hay reptiles incluidos en las vedas.

Al analizar el documento respuesta por parte de CORPONOR (radicado No.13933 del 30 de octubre de 2017 y No. 14213 el 7 de noviembre de 2017) del POMCA 2014 del río Pamplonita, no se encuentran registros de especies de reptiles en categoría de amenaza para la zona de Pamplona.

La lagartija (*Anadia pamplonensis),* se encuentra En Peligro (EN) debido a que tiene un área de distribución restringida, la localidad individual está definida por amenazas de expansión agrícola y declinación continua en la calidad y cantidad del hábitat en la que fue descrita originalmente la especie.

- **Especies de importancia comercial incluidas en CITES**

Ninguna de las especies de reptiles presentes en el listado potencial se encuentra en alguno de los apéndices CITES, vigentes a partir del 04 de octubre del 2017.

- **Especies endémicas**

Los reptiles se caracterizan por tener mayores rangos de distribución en las zonas bajas y a medida que aumenta la altitud se reduce la cantidad de especies y se incrementa el endemismo. De las 21 especies potenciales, ocho (8, que equivalen al 38%) tienen una distribución geográfica restringida, una es endémica: *Stenocercus trachycephalus*, y las siete (7) restantes se consideran casi endémicas (33,33%), ver Tabla 5.89.

Tabla 5.89 Especies potenciales de reptiles endémicas y casi endémicos reportadas para el área

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
ORDEN SQUAMATA (SAURIA)		
FAMILIA: DACTYLOIDAE		
Anolis heterodermus	Camaleón	C-End
Anolis jacare	Camaleón	C-End
Anolis nicefori	Camaleón	C-End
FAMILIA: GYMNOPHTHALMIDAE		
Anadia pamplonensis	Lagartija	C-End
FAMILIA: SCINCIDAE		
Mabuya zuliae	Lisa	C-End
Mabuya meridensis	Lisa	C-End
FAMILIA: TROPIDURIDAE		

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
Stenocercus trachycephalus	Lagarto collarejo	End
ORDEN SQUAMATA (SERPENTES)		
FAMILIA: COLUBRIDAE		
Atractus pamplonensis	Cazadora	C-End
Tipo de Distribución: E: Endémico, **C- End:** Casi endémico		

Tipo de Distribución: End: Endémico, **C- end:** Casi endémico

Fuente: (Uetz P. , 2018), (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2018).

A continuación, se relaciona la distribución del Lagarto (Stenocercus trachycephalus) en Colombia (Tabla 5.90 Ficha especie endémica: *Stenocercus trachycephalus)*

***Stenocercus trachycephalus* (Collarejo)**	
Este lagarto tiene una distribución relativamente amplia en el país, ha sido registrado en la Cordillera Oriental, en los departamentos de Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander. Altitudinalmente está entre los 1,749-3,800 msnm.	

Fuente: (Caicedo et al. 2015, (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017)).

- **Especies migratorias**

El texto oficial de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), define especie migratoria como “el conjunto de la población o toda parte de ella geográficamente aislada, de cualquier especie o grupo taxonómico inferior de animales silvestres, de los que una parte importante franquea cíclicamente y de manera previsible, uno o varios límites de jurisdicción nacional” (Naranjo & Espinel, 2009).Bajo los lineamientos de estos criterios, a nivel de reptiles, no se ha establecido que existan especies migratorias en esta región del país.

En cuanto al área de influencia del proyecto no se registran probables especies de reptiles migratorias.

5.2.1.2.5.7. Aves

En el ámbito mundial, entre los vertebrados, las aves ocupan el primer lugar, con alrededor de 10507 especies conocidas (Del Hoyo, Collar, Christie, Elliott, & Fishpool, 2014). Lo anterior, se explica debido en parte a las diferentes adaptaciones físico-morfológicas que le han permitido a este grupo de animales habitar la gran mayoría de los ecosistemas del planeta.

Por su parte, Colombia es el país con mayor diversidad de aves en el mundo, con alrededor de 1911 especies descritas en la actualidad (Salaman, Donegan, & Caro, 2008), cifra que corresponde a cerca del 20% de las especies globales y al 56,9% de las aves de Sudamérica (Ramírez Chávez & Suarez Castro, 2014). Esta riqueza, se debe en parte a la posición estratégica de Colombia en el contexto geográfico, lo que da lugar al establecimiento de diferentes zonas biogeográficas, altas tasas de endemismos, especies restringidas a biomas específicos y además ofrece hábitats y recursos variados para las aves migratorias que tienen rutas por el territorio nacional (Naranjo L. G., Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Este grupo se distribuye ampliamente en las cinco regiones biogeográficas del país, en donde la eco-región Caribe cuenta con cerca de 710 especies, la vertiente Pacífica con 646 especies, los Andes con 812 especies, en la Amazonía se registran 768 especies y la Orinoquía con 420 especies. Así mismo, el 73% de las aves se encuentran por debajo de los 1000 metros de altitud sobre el nivel de mar, 616 especies entre los 1000 y 2000 metros y 538 por encima de los 2000 metros de elevación y cerca de 1429 especies dependen o están restringidas al bosque húmedo (Salaman, Donegan, & Caro, 2008).

Con base en lo anterior y entrando en contexto, el departamento de Norte de Santander cuenta con diversos ecosistemas, que van desde los bosques secos tropicales de tierras bajas hasta los ambientes de páramo; sin embargo, son escasos los inventarios de avifauna realizados en dichos ecosistemas (e.g. Avendaño, 2012), por lo que se considera como una zona poco explorada. La información con la que se cuenta se concentra en el área urbana de Cúcuta, incluyendo el tramo del río Pamplonita que la atraviesa, para la cual se registra 100 especies de aves aproximadamente (J. B, Torrado, & Armesto, 2006).

En lo concerniente al área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, solo se cuenta con la información relacionada en el catálogo “Aves de Pamplona” (Gallardo, Sequeda Zuleta, & Peña, 2013) en el cual se reportan 83 registros de especies de aves.

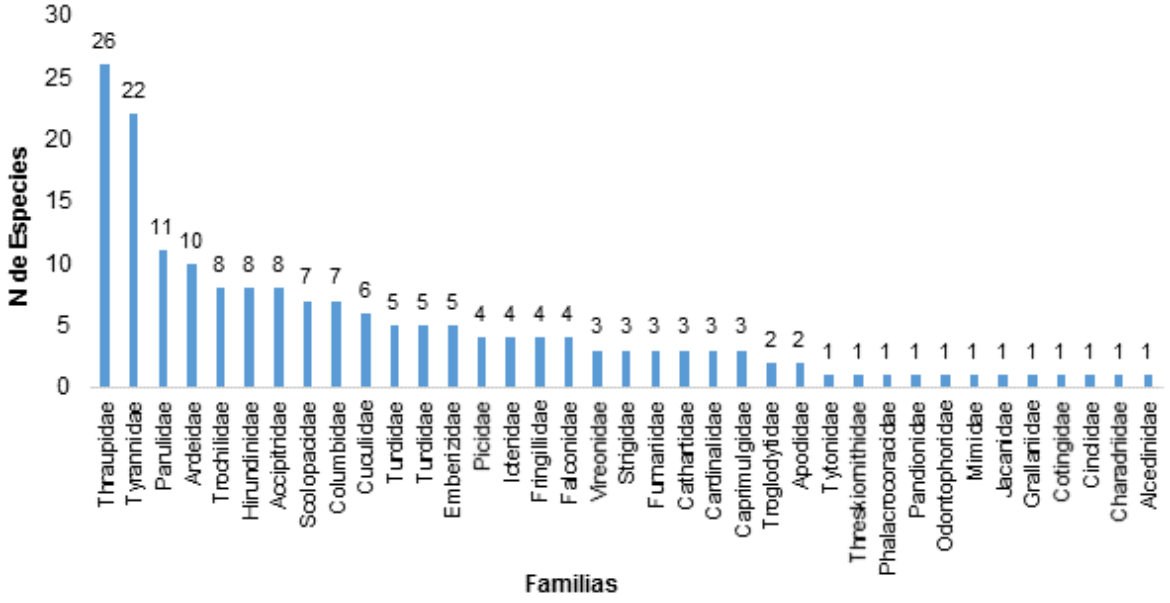
Ahora bien, por medio de revisión de información secundaria, utilizando como fuente la Guía de las Aves de Colombia (Hilty & Brown, 1986), y (Ayerbe, 2018) se complementaron los datos antes mencionados, generando así el listado de especies de aves con posible presencia en el área de influencia del proyecto, teniendo como criterios de selección la distribución geográfica y altitudinal (entre los 2200 al 2600 msnm) de las especies.

- **Composición y riqueza de especies**

Para el departamento de Norte de Santander, a pesar de contar con diversos hábitats que van desde bosques de tierras bajas hasta páramo, no se cuenta con información ornitológica publicada, apenas existen registros de Cúcuta (Armesto, Torrado, & 2013., 2013); a pesar de esto se tiene para el departamento un estimado de aproximadamente 382 especies (SIB., 2017); por tal motivo el listado potencial para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 sector Pamplona se obtuvo de las guías (Restall, Rodner, & Lentino, 2007) y (McMullan & Donegan, 2014), teniendo en cuenta las especies con distribución altitudinal entre 2200 y 2600. De este análisis se reportó 175 especies pertenecientes a 37 familias de 15 órdenes (Anexo 2.2.2.2 Especies de fauna potencial).

La familia más diversa es Thraupidae con 26 especies, seguida de Tyrannidae con 22 especies y Parulidae con 11 especies (Figura 5.100).

Figura 5.100 Riqueza de familias de aves potenciales reportadas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los tiránidos y traúpidos, están ampliamente distribuidos en el neotrópico, ocupan hábitats heterogéneos; no obstante, alcanzan mayor diversidad y abundancia en zonas bajas. Se resalta que los atrapamoscas esperados para la zona son típicos de franjas medias y particularmente se encuentran especies tanto de zonas boscosas, bordes, como de áreas abiertas. En contexto, todas las familias dominantes poseen características en cuanto a nicho, hábitos y formas de vida muy afines, y constituyen un importante eslabón en el mantenimiento de los bosques, por su imprescindible papel ecológico en el control de posibles plagas, así como en la polinización y dispersión de semillas.

Estas familias hacen parte del orden Passeriformes, (también conocidos como aves de percha), son el mayor y más diverso clado comúnmente reconocido de las aves, el cual contiene a los pájaros cantores y se distribuyen alrededor de todo el mundo, con representación en todos los continentes excepto en la Antartida, alcanzando su mayor diversidad en los trópicos (Fjeldså & Krabbe, 1990) y son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan, Serrano, & Aparicio, 1996).

- **Especies en categorías de amenaza**

Se registró a *Patagioneas subvinacea* en estado vulnerable (VU) a nivel global por pérdida de su ecosistema boscoso (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017). Ninguna de las especies registradas potencialmente se encuentra en alguna categoría de amenaza nacional (Renjifo, y otros, Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica., 2014); (Renjifo, Amaya-Villareal, Burbano-Girón, & Velásquez-Tibatá., 2016) ((MADS)., 2017). Se aclara que según Resolución No. 849 de 1973, del INDERENA, todas las especies de aves en Colombia tienen veda de cacería a nivel nacional.

Ahora bien, según el listado de especies en peligro y/o vulnerables de flora y fauna que se encuentren en estado de veda (radicado No.13933 del 30 de octubre de 2017 y No. 14213 el 7 de noviembre de 2017) de CORPONOR, listado que fue actualizado por esa institución de acuerdo con los resultados obtenidos en la actualización del POMCA del río Pamplonita (2014); enlista varias especies de aves que no tienen registros históricos para Pamplona, estas son:

Podiceps andinus: Es una especie endémica extinta para Colombia desde 1977 y que habitaba los humedales altoandinos Cundiboyacenses (Hilty & Brown, A Guide to the Birds of Colombia., 1986), (Renjifo, Amaya-Villareal, Burbano-Girón, & Velásquez-Tibatá., 2016), por lo tanto su registro en la zona de Pamplona o río Pamplonita es improbable.

Crax daubentoni: Se encuentra distribuida en las tierras bajas al oriente de la cordillera oriental y serranía de Perijá (Hilty & Brown, A Guide to the Birds of Colombia., 1986), (Renjifo, Amaya-Villareal, Burbano-Girón, & Velásquez-Tibatá., 2016), por lo tanto, su registro en la zona de Pamplona o río Pamplonita es improbable.

- **Especies de importancia comercial incluidas en CITES**

Con respecto a la importancia comercial, según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES, se reportan 25 especies de aves con posible distribución en el área de influencia del proyecto incluidas en el Apéndice II, vigente desde el 04 de octubre del 2017 (Tabla 5.91)

Tabla 5.91 Especies de aves potenciales de aves incluidos en los ápendices CITES

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	CITES	Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	CITES
ORDEN: Apodiformes			**Orden: Accipitriformes FAMILIA: Accipitridae**		
FAMILIA: Trochilidae			*Accipiter bicolor*	Azor Bicolor	II
Colibri cyanotus	Colibrí Verdemar	II	*Rupornis magnirostris*	Gavilán Caminero	II
Colibri coruscans	Colibrí Chillón	II	*Buteo albonotatus*	Gavilán Gallinazo	II
Heliangelus amethysticollis	Ángel Gorgiamatista	II	*Buteo platypterus*	Gavilan Aliancho	II
Lesbia victoriae	Cometa Colinegro	II	**ORDEN: Strigifromes**		
Metallura tyrianthina	Metallura Colirroja	II	**FAMILIA: Tytonidae**		
Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	II	*Tyto alba*	Lechuza Común	II
Coeligena helianthea	Inca Buchirosado	II	**FAMILIA: Strigidae**		
Campylopterus falcatus	Ala de sable Lazulita	II	*Megascops choliba*	Currucutú	II
ORDEN: Accipitriformes			*Bubo virginianus*	Búho Real	II
FAMILIA: Pandionidae			*Asio stygius*	Búho Orejudo	II
Pandion haliaetus	Águila Pescadora	II	**ORDEN: Falconiformes**		
FAMILIA: Accipitridae			**FAMILIA: Falconidae**		
Elanoides forficatus	Aguililla Tijereta	II	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Reidor	II
Elanus leucurus	Gavilan Maromero	II	*Caracara cheriway*	Caracara Moñudo	II
Rostrhamus sociabilis	Caracolero Común	II	*Milvago chimachima*	Pigua	II
Ictinia plumbea	Aguililla Plomiza	II	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	II

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Como se puede observar en la
Tabla 5.91 teniendo en cuenta que casi todas las especies registradas se incluyen en el Apéndice II, se hace útil mencionar lo que se define puntualmente en el Apéndice II de CITES, para tener mayor exactitud al respecto:

"En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies

cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación".

Por consiguiente, en dicho apéndice se incluyen las especies de estas familias que en general han sido sometidas a la presión de caza y/o comercio legal e ilegal. De esta manera, actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de aves silvestres debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES y en el territorio nacional mediante las autoridades ambientales (MADS y CARS). En consecuencia, se resalta que la Convención CITES aplica internacionalmente; entre tanto, en el ámbito nacional aplica la normatividad descrita en el Decreto 1608 y corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y Departamentos Administrativos de Medio Ambiente, exigir su cumplimiento como autoridades ambientales competentes.

- **Especies endémicas**

Por medio de revisión secundaria, se reportó para el área de influencia del proyecto nueve (9) especies casi endémicas (Tabla 5.92).

Tabla 5.92 Especies potenciales de aves casi endémicas reportadas

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
ORDEN: Apodiformes		
FAMILIA:Trochilidae		
Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	C-End
Coeligena helianthea	Inca Buchirosado	C-End
Campylopterus falcatus	Ala de sable Lazulita	C-End
ORDEN: Passeriformes		
FAMILIA:Vireonidae		
Cyclarhis nigrirostris	Verderón Piquinegro	C-End
FAMILIA:Thraupidae		
Conirostrum rufum	Conirrostro Rufo	C-End
Tangara vitriolina	Tangara Rastrojera	C-End
FAMILIA:Emberizidae		
Atlapetes pallidinucha	Gorrión-Montés Cabeciblanco	C-End
FAMILIA:Parulidae		
Myioborus ornatus	Abanico Cariblanco	C-End
FAMILIA:Fringillidae		
Spinus spinescens	Jilguero Andino	C-End
Tipo de Distribución: C- End: Casi endémico		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación se presentan las distribuciones geográficas de las nueve (9) especies de aves potenciales para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 sector Pamplona (Tabla 5.93 a

Tabla 5.101).

Tabla 5.93 Ficha especie Casi endémica: *Chlorostilbon poortmani*

***Chlorostilbon poortmani* (Esmeralda colicorta)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** Se distribuye ente 500 a 2800m; en la mayoría de las regiones, entre los 1000 a los 2400m. Es habitante de la Vertiente oeste de la Cordillera Oriental desde Santander hasta el Huila, en el Parque Nacional Cueva de los Guácharos. Además, es hallado en la pendiente este de la Cordillera Oriental; en el sur hasta el oeste del Meta en Cubarral (a 500m). También al suroeste de Villavicencio, al oeste de Venezuela (Andes) y al noreste de Colombia (Palacio R. , 2011) .	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.94 Ficha especie Casi endémica: *Coeligena helianthea*

***Coeligena helianthea* (Inca Ventirrojo)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** Se encuentra en el norte y los Andes orientales de Colombia y el noroccidente de Venezuela. En Colombia se encuentra desde 1900 hasta 3300 m de altura sobre el nivel del mar (principalmente desde 2400 a 2900m) en la Serranía de Perijá y también en ambas vertientes de la cordillera Oriental desde el norte de Santander hasta Cundinamarca (área de Bogotá) (Palacio R. , 2011) .	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.95 Ficha especie Casi endémica: *Campylopterus falcatus*

***Campylopterus falcatus* (Ala de sable violeta)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** Se encuentra principalmente desde 900 hasta 2600 m de altura sobre el nivel del mar en la Serranía del Perijá, en la vertiente norte de la Sierra nevada de Santa Marta, en la vertiente oriental de la cordillera Oriental desde el extremo sur hasta el departamento del Caquetá y en la vertiente occidental hasta cabeceras del río Magdalena a la altura de San Agustín. También se encuentra en ambas vertientes de la cordillera Oriental desde Norte de Santander hasta Cundinamarca y ha sido registrada en la Reserva Natural Bremen en el municipio de Filandia-Quindío y el extremo noroccidental de la cordillera Occidental abajo del Parque Nacional Natural Paramillo. Probablemente también en el extremo norte de la cordillera Central (Palacio R. , Ala de Sable Violeta (Campylopterus falcatus)., 2018).	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.96 Ficha especie casi endémica: *Cyclarhis nigrirostris*

***Cyclarhis nigrirostris* (Vireón piquinegro)**	
 Fuente:Keulemans, 1887 **Distribución en Colombia:** Según el mapa de distribución de esta especie (BirdLife I. , 2018), se encuentra en la Región Andina	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.97 Ficha especie casi endémica: *Conirostrum rufum*

***Conirostrum rufum* (Mielerito rufo)**	
Fuente: HBW Alive, 2017	Fuente: BirdLife International, 2018
Distribución en Colombia: El Mielerito Rufo es una especie casi-endémica (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba, & Sua-Becerra., 2013) a la cordillera Oriental de Colombia y a la Sierra Nevada de Santa Marta. Se distribuye por los Andes, desde el occidente de Venezuela, en el extremo sur de Táchira, hacia Colombia, desde Norte de Santander, en el Páramo de Guerrero, hasta la latitud de Bogotá en Cundinamarca (Hilty & Brown, 2001)	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.98 Ficha casi especie endémica: *Tangara vitriolina*

***Tangara vitriolina* (Tángara Rastrojera)**	
Fuente: HBW Alive, 2017	Fuente: BirdLife International, 2018
Distribución en Colombia: Se distribuye entre 500 y 2200 m de altura sobre el nivel del mar en los valles interandinos de los ríos Magdalena, Cauca, Dagua y Patía. También en Norte de Santander, Valle del Cauca y más al sur del país a través de Nariño. En general en toda la región Andina a excepción de la vertiente oriental de la cordillera Oriental (Arango, 2014).	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.99 Ficha casi especie endémica: *Atlapetes pallidinucha*

***Atlapetes pallidinucha* (Atlapetes Cabeciblanco)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** Esta especie se encuentra desde el occidente de Venezuela y a través de los Andes hasta el norte de Perú. En Colombia se distribuye entre 2400 y 3600 m de altura sobre el nivel del mar en el departamento de Norte de Santander hacia el sur hasta Cundinamarca. También en la cordillera Central desde el suroriente del departamento de Antioquia hasta Nariño (Arango, Atlapetes Cabeciblanco (Atlapetes pallidinucha)., 2014).	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.100 Ficha casi especie endémica: *Myioborus ornatus*

***Myioborus ornatus* (Abanico cariblanco)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** Se encuentra en Venezuela y Colombia. En este último país habita entre 1800 y 3400 m sobre el nivel del mar en las cordilleras Occidental, Central y desde el sur de la Cordillera Oriental hasta Bogotá (Palacio R. , 2012)	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.101 Ficha casi especie endémica: Spinus spinescens

***Spinus spinescens* (lúgano iberoamericano andino)**	
 Fuente: HBW Alive, 2017 **Distribución en Colombia:** El Jilguero Andino se distribuye en Colombia hasta el norte de Ecuador. Se han descrito tres subespecies: S. s. spinicens (Bonaparte, 1851) distribuida en el noreste de Colombia y oeste de Venezuela, S. s. capitanea (Bonaparte, 1851) en la Sierra Nevada de Santa Marta y C. s. nigricauda, (Chapman, 1912) en la cordillera Central y Oriental de Colombia, y norte del Ecuador (ABO, Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo., 2000; Hilty & Brown, A guide to the Birds of Colombia, 1986). En Colombia la especie se distribuye en la cordillera Oriental, desde el norte del Tolima, hasta la zona centro del departamento del Cesar. También se encuentra en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la cordillera Central en toda su extensión, en la cordillera Occidental en el sur desde el Cauca hasta el Valle del Cauca y nuevamente se encuentra sobre la cordillera Oriental en Antioquia y norte de Chocó (Restall, Rodner, & Lentino, 2007).	 Fuente: BirdLife International, 2018

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies migratorias**

Según el estatus de residencia, se estima que cerca de 275 especies de aves son consideradas como migratorias para Colombia, alrededor de 173 presentan poblaciones invernantes no reproductivas (INR), 40 especies presentan poblaciones invernantes que se reproducen en el país ocasionalmente o de forma regular (IRP) y 67 especies residentes que presentan movimientos locales o altitudinales (RNI). Para otras especies se desconoce si los cambios estacionales en el número de individuos se deban a migraciones locales o visitas de una subespecie migratoria (Naranjo L. , Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento., 2012). Se registraron potencialmente para el área influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, 37 especies migratorias latitudinales (migratorias del norte); pero también se registraron 11 especies migratorias altitudinales y locales, las cuales se mueven entre el territorio según oferta de alimento y temporada de lluvias (Ver Tabla 5.102

).

Tabla 5.102 Especies potenciales de aves migratorias reportadas

Orden	Familia	Especie	Tipos de Migración				
			Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	x	--	--	--	--
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	x	--	--	--	--
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri cyanotus*	--	--	x	--	--
		Colibri coruscans	--	--	x	--	--
		Lesbia victoriae	--	--	x	--	--
		Metallura tyrianthina	--	--	x	--	--
		Campylopterus falcatus	--	--	x	--	--
Charadriiformes	Charadriidae	*Calidris melanotos*	x	--	--	--	--
		Gallinago delicata	x	--	--	--	--
		Actitis macularius	x	--	--	--	--
		Tringa solitaria	x	--	--	--	--
		Tringa melanoleuca	x	--	--	--	--
		Tringa flavipes	x	--	--	--	--
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	--	--	x	--	--
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	--	--	x	--	--
		Butorides virescens	x	--	--	--	--
		Bubulcus ibis	--	--	x	--	--
		Ardea herodias	x	--	--	--	--
		Ardea alba	--	--	x	--	--
		Egretta thula	--	--	x	--	--
		Egretta caerulea	--	--	x	--	--
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	x	--	--	--	--
	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	x	--	--	--	--
		Buteo platypterus	x	--	--	--	--
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	--	--	--	--	x
		Empidonax virescens	x	--	--	--	--
		Contopus cooperi	x	--	--	--	--
		Contopus sordidulus	x	--	--	--	--
		Contopus virens	x	--	--	--	--
		Tyrannus savana	x	--	--	--	--
		Tyrannus tyrannus	x	--	--	--	--
		Myiarchus crinitus	x	--	--	--	--
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	x	--	--	--	--
	Hirundinidae	*Progne tapera*	x	--	--	--	--
		Progne subis	x	--	--	--	--
		Riparia riparia	x	--	--	--	--
		Hirundo rustica	x	--	--	--	--
		Petrochelidon pyrrhonota	x	--	--	--	--
	Turdidae	*Catharus ustulatus*	x	--	--	--	--
		Catharus minimus	x	--	--	--	--
	Cardinalidae	*Piranga rubra*	x	--	--	--	--
		Pheucticus ludovicianus	x	--	--	--	--

Orden	Familia	Especie	Tipos de Migración				
			Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	x	--	--	--	--
		Mniotilta varia	x	--	--	--	--
		Leiothlypis peregrina	x	--	--	--	--
		Geothlypis philadelphia	x	--	--	--	--
		Setophaga fusca	x	--	--	--	--
		Setophaga striata	x	--	--	--	--
		Setophaga pitiayumi	--	--	--	--	x
		Setophaga petechia	x	--	--	--	--
Tipos de migración: Lat: Latitudinal, **Lon**: Longitudinal, **Alt:** Altitudinal, **Trans:** Transfronteriza, **Loc:** Local (Naranjo L., Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento., 2012).							

Fuente: (Naranjo & Amaya - Espinel, 2009)

5.2.1.2.5.8. Mamíferos

Colombia es considerada como un país megadiverso debido a su riqueza de especies. La cordillera de los Andes en Colombia es una de las áreas menos estudiadas para los mamíferos en Colombia, sin embargo, potencialmente, una de las más diversas en el país (Cáceres-Martínez, Acevedo Rincon, & González-Maya, 2016). Siendo el sexto país más diverso en mamíferos a nivel mundial con al menos 518 especies (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & J.González-Maya, 2016), Colombia tiene la responsabilidad de conocer y proteger la mastofauna de su territorio y ver que sufra la menor afectación posible, combinando el desarrollo de país con la sostenibilidad necesaria para proteger la flora y fauna de su territorio.

Los mamíferos son importantes dentro de los ecosistemas tropicales por diferentes razones, juegan un papel fundamental en la regeneración y mantenimiento de los bosques, a través de aspectos claves como la dispersión de semillas, la polinización, la folivoría, la herbivoría y la frugivoría (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda,, & Cadena, 2004), (Terborgh, Maintenance of diversity in tropical forests., 1992). También son animales que por sus características físicas y de comportamiento, son parte integral de la cultura, la economía y la religión de muchas sociedades humanas (Novaro, Funes, & Walker, 2000), y frecuentemente son utilizados como alimento, mascotas, medicina y/o aspectos ornamentales, entre otros usos.

En materia de conservación, los mamíferos han sido utilizados ampliamente como especies sombrilla, en especial muchos primates y felinos son buenos modelos para promover acciones de este tipo en ecosistemas tropicales (Cuarón, 2000). La zona de estudio se ubica en el área de influencia del proyecto de doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, localizada en la cordillera oriental, de los Andes colombianos cerca de la frontera con Venezuela, comprendiendo un rango altitudinal entre los 2200 a 2600 msnm.

Se muestra a continuación la composición y riqueza de las especies de mamíferos con presencia potencial el área influencia del proyecto.

- **Composición y riqueza de especies**

Con base en información secundaria, se obtuvo un listado con 39 especies de mamíferos de presencia potencial en el área de influencia, correspondientes a 18 familias y 7 órdenes taxonómicos (Tabla 5.103 y Anexo 5.2.2.2 Especies de Fauna Potencial /Mamíferos).

Tabla 5.103 Especies de mamíferos potenciales reportadas para el área de influencia

Especie	Nombre común o vernáculo	Rango altitudinal	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
ORDEN DIDELPHIMORPHIA				
FAMILIA: DIDELPHIDAE				
Chironectes minimus	Chucha de agua	0-2600	Bos, Avha	5,6,10,13
Didelphis marsupialis	Chucha de oreja negra	0-2500	Bos, Avha, Aah, Pa, Zi	5,6,10,13
Didelphis pernigra	Chucha de oreja blanca	2000-3900	Bos, Avha,, Aah, Pa, Zi	2,5,6,10,13
ORDEN CINGULATA				
FAMILIA: DASYPODIDAE				
Dasypus novemcinctus	Armadillo común, armadillo de nueve bandas	0-3100	Bos, Avha, Aah, Pa	2,5,6,10,13,14
ORDEN CHIROPTERA				
FAMILIA: PHYLLOSTOMIDAE				
Carollia brevicauda	Murciélago	265-2760	Bos, Avha,Aah, Pa	5,6,7,8,10,13
Desmodus rotundus	Vampiro	0-3100	Bos, Avha,Aah, Pa	5,6,7,8,10,13
Anoura cultrata	Murciélago Trompudo del Tacarcuna	1050-2360	Bos, Avha,	5,6,7,8,10,13
Anoura geoffroyi	Murciélago	500-3600	Bos, Avha,	1,5,6,7,8,10,13
Micronycteris megalotis	Murciélago Orejipeludo	25-2400	Bos, Avha, Aah	5,6,7,8,10,13
Artibeus lituratus	Murciélago Frugívoro Grande	0-2600	Bos,Avha	5,6,7,8,10,13
Dermanura bogotensis	M. Frugívoro de cuatro Incisivos	1100-2600	Bos,Avha	5,6,7,8,10,13
Enchisthenes hartii	Murciélago Frugívoro de Hart	0-2475	Bos,Avha	5,6,7,8,10,13
Platyrrhinus albericoi	Murciélago de nariz ancha de alberico	650-2500	Bos,Avha	5,6,7,8,10,13
Platyrrhinus nigellus	Murciélago peruano de nariz ancha	620-2750	Bos,Avha	5,6,7,8,10,13
FAMILIA: VESPERTILIONIDAE				
Lasiurus blossevillii	Murciélago Migratorio Rojizo	500-2600	Bos,Avha	1,5,6,8,10,13
Myotis nigricans	Murciélaguito	0-2800	Bos,Avha, Aah	5,6,8,10,13
Myotis riparius	Murciélaguito	0-2500	Bos,Avha,Avha	5,6,8,10,13

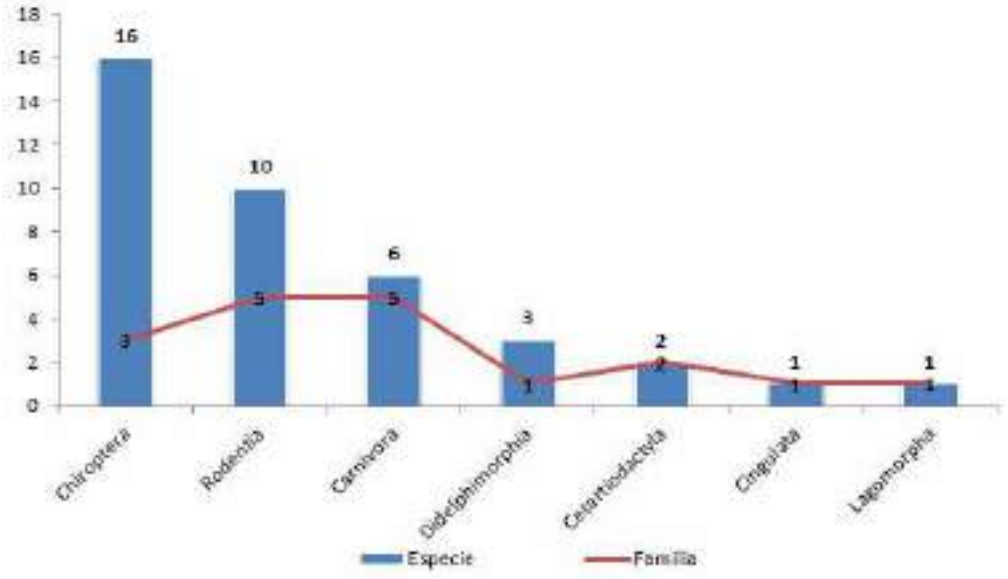
Especie	Nombre común o vernáculo	Rango altitudinal	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
FAMILIA: MOLOSSIDAE				
Eumops glaucinus	Murciélago	0-2800	Bos,Avha	5,6,8,10,13
Nyctinomops macrotis	Murciélago	0-2600	Bos,Avha	5,6,8,10,13
Tadarida brasiliensis	Murciélago	240-2600	Bos,Avha	1,5,6,8,10,13
ORDEN CARNIVORA				
FAMILIA: FELIDAE				
Leopardus pardalis	Canaguaro	0-2400	Bos,Avha	3,6,9,10,12
FAMILIA: CANIDAE				
Cerdocyon thous	Zorro perruno	0-3400	Bos, Avha,Aah, Pa	2,3,6,10,13
FAMILIA: MEPHITIDAE				
Conepatus semistriatus	Mapurito, Zorrillo	0-3100	Bos,Avha	2,6,10,13
FAMILIA: MUSTELIDAE				
Eira barbara	Taira, Ulama	0-3200	Bos,Avha	6,10,13
Mustela frenata	Comadreja común	0-3600	Bos,Avha	2,6,10,13
FAMILIA: PROCYONIDAE				
Procyon cancrivorus	Mapache norteño	0-2350	Bos,Avha	6,10,13
ORDEN CETARTIODACTYLA				
FAMILIA: TAYASSUIDAE				
Pecari tajacu	Saino	0-2800	Bos,Avha	3,6,10,13
FAMILIA: CERVIDAE				
Mazama rufina	Venado chonta, soche de paramo	1500-4000	Bos,Avha	2,6,10,13
ORDEN RODENTIA				
FAMILIA: SCIURIDAE				
Notosciurus granatensis	Ardita, ardilla colorada	0-3800	Bos, Avha,Aah	2,3,5,6,14
FAMILIA: CRICETIDAE				
Melanomys columbianus	Ratón arrocero prieto	900-2400	Bos, Avha,Aah	6,10,13
Nephelomys meridensis	Ratón arrocero	1100-2440	Bos, Avha,Aah	6,10,13
Rhipidomys fulviventer	Ratón trepador de vientre leonado	2400-3100	Bos, Avha	6,10,13
Rhipidomys latimanus	Ratón Trepador del Chimborazo	1000-3300	Bos, Avha,Aah	6,10,13
Sigmodon hirsutus	Ratón Sabanero Rechoncho Norteño	0-3000	Bos, Avha,Aah	6,10,13
Thomasomys hylophilus	Ratón montañero de Tamá	2500-3200	Bos, Avha	6,10,13
FAMILIA: ERETHIZONTIDAE				
Coendou pruinosus	Puerco Espín Carirrosado	1800-2500	Bos,Avha	2,3,5,6,14
FAMILIA: CUNICULIDAE				

Especie	Nombre común o vernáculo	Rango altitudinal	Coberturas asociadas al hábitat	Referencias Bibliográficas
Cuniculus taczanowskii	Boruga de páramo, Borugo, Tinajo	1700-3700	Bos,Avha	2,6,10,13
FAMILIA: DASYPROCTIDAE				
Dasyprocta punctata	Guatin, Ñeque	0-3200	Bos, Avha,Aah	2,6,10,13
ORDEN LAGOMORPHA				
FAMILIA: LEPORIDAE				
Sylvilagus brasiliensis	Conejo de monte	0-3800	Bos,Avha	6,10,13
Coberturas asociadas al hábitat: Bos: Bosques, **Avha:** Áreas con vegetación herbácea y arbustivas, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pa:** Pastos, **Zi:** Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación, **Ac:** Aguas continentales.				
Referencias Bibliografícas: 1. (Amaya-Espinel, J. D. & L. A. Zapata. 2014) **2.** (Cáceres-Martínez CH, Acevedo Rincón AA & González-Maya JF. 2016). **3.** (CITES, 2017). **4.** (Defler, T.R, 2010). **5.** (Gardner A. L. 2008). **6.** (IUCN 2017). **7.** (Mantilla-Meluk H, Jimenez-Ortega AM, Baker RJ. 2009). **8.** (Muñoz, J. 2001). **9.** (Payan-Garrido, E., & C. Soto-Vargas. 2012). **10.** (Ramírez-Chaves H., Suárez-Castro F., González-Maya J.F. 2016). **11.** (Resolución 1912 de 2017). **12.** (Rodríguez-Mahecha, J. V., M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson. 2006). **13.** (Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J.V. Rodríguez-Mahecha, T.R. Defler, H.E. Ramírez- Chaves & F. Trujillo, 2013). **14.** (Superina, M., Brieva R., C., Aguilar, R.F. & Trujillo, F. 2014).				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El orden con mayor número de especies es Chiroptera (Murciélagos) con 16 especies (42%), seguido por Rodentia (Roedores) con 10 especies (26%), Carnívora (Felinos, Cánidos, Osos, Comadrejas, Nutrias, Mapaches) con 6 especies (16%); Didelphimorphia (Chuchas, Zarigüeyas) con 3 especies cada uno (8%), Cetartiodactyla (zainos y ciervos) con 2 especies (5%) y por último los órdenes Cingulata (Armadillos) y Lagomorpha (Conejos) con una (1) especie cada uno (3%), (Figura 5.101).

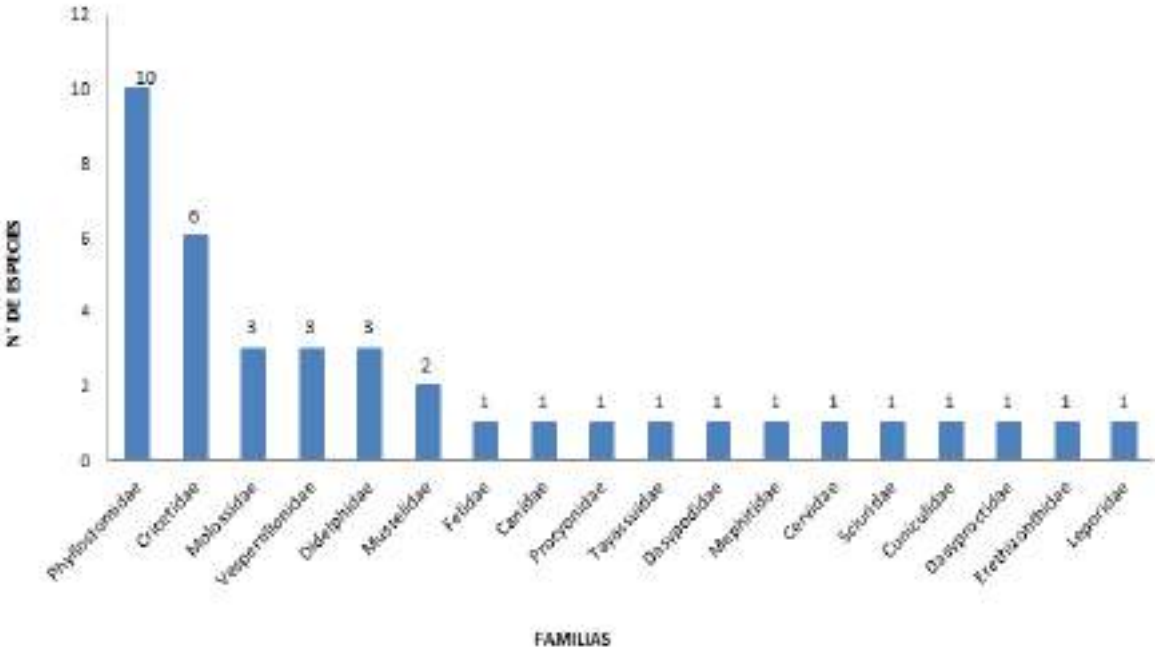
Figura 5.101 Riqueza de especies para los órdenes de mamíferos potenciales reportados para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De las 18 familias de mamíferos reportadas como potenciales para el área de influencia, Phyllostomidae estuvo representada por 10 especies (26%), es la de mayor riqueza de especies, seguida por Cricetidae con seis (6) especies (16%), Molossidae, Vespertilionidae y Didelphidae presentan tres (3) especies (8%) cada una, Mustelidae presenta dos (2) especies (5%) y finalmente, Felidae, Canidae, Procyonidae, Tayassuidae, Dasypodidae, Mephitidae, Cervidae, Sciuridae, Cuniculidae, Dasyproctidae, Erethiznotidae y Leporidae estuvieron representados por una (1) especie (2%) cada una (Figura 5.102).

Figura 5.102. Riqueza de especies para las familias de mamíferos potenciales reportadas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies en categorías de amenaza**

A continuación, se presenta información sobre las especies potenciales de mamíferos que registran algún grado de amenaza nacional según la Resolución 1912 de 2017 del MAVDT, el libro rojo de los mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006) y vedas de entidades nacionales, e internacional (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017)

En este caso, el listado se compone de ocho (8) especies pertenecientes a tres (3) órdenes de mamíferos, que corresponden al 21% del total de especies con presencia potencial en el área de influencia. El listado tuvo en cuenta los siguientes criterios: 1) que se encontrara en alguna de las siguientes categorías de amenaza; CR: En peligro crítico; EN: En peligro; y VU: Vulnerable en el libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006), la resolución 1912 de 2017, en la base de datos de la IUCN y/o presente en vedas nacionales o regionales (Tabla 5.104).

Tabla 5.104 Especies de mamíferos potenciales reportadas en alguna categoría de amenaza

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Amenaza			Vedas Nacionales o regionales
		Global	Nacional	Nacional	
		IUCN	Res 1912/2017	Libros Rojos	
ORDEN: Carnívora					
FAMILIA: Felidae					
Leopardus pardalis	Canaguaro, Tigrillo, Gatosolo, Cunaguaro, Tigre serranero	LC	--	NT	Nacional
FAMILIA: Canidae					
Cerdocyon thous	Zorro perruno, Zorro baya	LC	--	--	Nacional
FAMILIA: Mephitidae					
Conepatus semistriatus	Mapurito, Mapuro, Mapurite, Mapurito, Mofeta, Zorrillo	LC	--	--	Nacional
FAMILIA: Mustelidae					
Eira barbara	Ulamá, Comadreja, Mama, Umba, Melero, Ulamá, Tayra	LC	--	--	Nacional
Mustela frenata	Comadreja común	LC	--	--	Nacional
FAMILIA: Procyonidae					
Procyon cancrivorus	Mapache Norteño	LC	--	--	Nacional
ORDEN: Cetartiodactyla					
FAMILIA: Tayassuidae					
Pecari tajacu	Saíno, Cerrillo, Báquiro, Puerco de Monte, Marrano de Monte	LC	--	--	Nacional
FAMILIA: Cervidae					
*Mazama rufina**	Soche de páramo, Soche, venado chonta	*Mazama rufina bricenii* VU	--	--	--
ORDEN: Rodentia					
FAMILIA: Cricetidae					
Thomasomys hylophilus	Ratón Montañero de Tamá	EN	--	--	--

Categorías de amenaza: IUCN- Resolución 1912/2017 y Libro Rojo: CR: En peligro crítico, **EN:** En peligro**, VU**: Vulnerable, **NT:** Casi amenazado, **DD**: Datos deficientes, **LC:** Preocupación menor
****Mazama rufina bricenii***, se considera actualmente subespecie de ***Mazama rufina***, sin embargo, para la IUCN es considerado una especie aparte ***Mazama bricenii***

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En el caso de vedas, se encontraron siete (7) especies vedadas por el Instituto de desarrollo de los recursos naturales renovables -INDERENA, por medio de la resolución No. 848 de 1973 que prohíbe por tiempo indefinido en todo el territorio jurisdiccional del INDERENA la

caza de algunas especies pertenecientes al orden Carnívora y la Resolución No. 849 de 1973, que prohíbe la caza comercial de saínos.

Al analizar el documento respuesta por parte de CORPONOR cuando se le solicita el listado de especies en peligro y/o vulnerables de flora y fauna que se encuentren en estado de veda (radicado No.13933 del 30 de octubre de 2017 y No. 14213 el 7 de noviembre de 2017) y cuya respuesta es que dicho listado fue actualizado de acuerdo con los resultados obtenidos en la actualización del POMCA del río Pamplonita, 2014.

Se encontró que el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*), especie que se encuentra como vulnerable (VU) y que aparece como registrada para la zona según el POMCA del río Pamplonita, 2014, no se reporta como especie potencial en el presente trabajo, debido a que su rango altitudinal va desde los 0-2000 msnm y esta especie no tiene registros en el Departamento de Norte de Santander (Ramírez- Chávez et al, 2016; Solari et al, 2013).

De las nueve (9) especies reportadas como amenazadas o en veda, se destaca *Mazama rufina bricenii* o venado soche o candelillo, es un ciervo mediano que habita entre Colombia y Venezuela, en alturas superiores a los 1500 msnm. Se encuentra catalogado como vulnerable (VU) por la UICN, debido a la rápida desaparición y fragmentación de su hábitat natural, principalmente por la expansión de la frontera agrícola y la ganadería extensiva, así como cultivos ilegales de coca y minería a lo largo de su área de distribución. Es cazado ocasionalmente por los pobladores locales como carne de monte o para uso medicinal. Sus principales depredadores naturales son los Pumas (*Puma concolor*), sin embargo, especies introducidas como los perros ferales o asilvestrados representan una amenaza para los venados soches y contribuyen a su desaparición.

El ratón (*Thomasomys hylophilus*) que se encuentra catalogado por la UICN en categoría En peligro (EN), porque su distribución está muy fragmentada, y hay una disminución continua en la extensión y calidad de su hábitat forestal. Esta especie ocurre en un área que es políticamente inestable y donde los cultivos ilícitos y la guerra de guerrillas tienen efectos desconocidos (UICN, 2018).

- **Especies de importancia comercial incluidas en CITES**

Del listado de las 38 especies potenciales, sólo tres (3) de ellas se encuentran en los apéndices I o II de la CITES, vigentes a partir del 04 de octubre del 2017 (Tabla 5.105). En el apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este apéndice se encuentran reportadas dos (2) especies potenciales de mamíferos; el zorro (*Cerdocyon thous*) y el pecarí (*Pecari tajacu*).

En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Se reporta una (1) especie, el ocelote (*Leopardus pardalis*).

Tabla 5.105 Especies potenciales de mamíferos incluidos en los ápendices CITES reportadas para el área de influencia.

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	CITES
ORDEN: CARNIVORA		
FAMILIA: FELIDAE		
Leopardus pardalis	Canaguaro, Tigrillo, Gatosolo, Cunaguaro, Tigre serranero	I
FAMILIA: CANIDAE		
Cerdocyon thous	Zorro perruno, Zorro baya	II
ORDEN: CETARTIODACTYLA		
FAMILIA: TAYASSUIDAE		
Pecari tajacu	Saíno, Zahino, Cerrillo, Báquiro, Puerco de Monte, Marrano de Monte	II
CITES: Apéndice I: I, **Apéndice II:** II, **Apéndice III:** III		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De las tres (3) especies presentes en los apéndices I y II de la CITES, la mayoría presenta amenazas similares, destrucción y fragmentación de hábitats, contaminación, ampliación de la frontera agrícola y ganadera y por su puesto el tráfico ilegal de estas especies.

El ocelote (*Leopardus pardalis*) y el zorro (*Cerdocyon thous*) fueron cazados y traficados durante muchas décadas por sus valiosas pieles o por sus supuestas propiedades medicinales. Sin embargo, estos animales son cazados frecuentemente en la actualidad por los conflictos que representan para los ganaderos y finqueros en Colombia. Muchas veces como retaliación de ataques de estos mamíferos a ganado doméstico, aves de corral, mascotas o peces, o simplemente como trofeos de caza.

La principal amenaza de los pecaríes (*Pecari tajacu*), es la cacería de subsistencia que, sumado a la destrucción y fragmentación de sus hábitats, hace que sean más fáciles de encontrar por los cazadores.

- **Especies endémicas**

Las especies endémicas son aquellas que restringen su distribución a un determinado país o zona geográfica, información que resulta útil para establecer prioridades y esfuerzos en su conservación.

La importancia de las especies endémicas radica en que no se pueden encontrar en ninguna otra parte del mundo, por lo que su conservación y la de las especies que interactúan con ellas es fundamental como aporte al buen funcionamiento del ecosistema y de la biodiversidad de los lugares que habitan, además al tener áreas de distribución tan restringidas resultan útiles como bioindicadores de la calidad del ambiente al que pertenecen, aspectos que le dan un valor agregado a las especies en el momento de establecer áreas prioritarias de conservación (Olson, y otros, 2001).

De acuerdo con (Stiles F. G., 1998), una especie es considerada como casi-endémica cuando presenta la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos.

En la Tabla 5.106 se relacionan las especies de mamíferos potenciales endémicas y casi endémicas reportadas para el área de influencia.

Tabla 5.106 Especies potenciales de mamíferos casi endémicas reportadas

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
ORDEN: Artiodactyla		
FAMILIA: Cervidae		
Mazama rufina bricenii	Venado soche, candelillo	C-End
ORDEN RODENTIA		
FAMILIA: CRICETIDAE		
Nephelomys meridensis	Ratón arrocero	C-End
Rhipidomys latimanus	Ratón Trepador del Chimborazo	C-End
Thomasomys hylophilus	Ratón Montañero de Tamá	C-End
Tipo de Distribución: E: Endémico, **C- End:** Casi endémico		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Se identificaron cuatro (4) especies casi endémicas para el área de estudio, ninguna endémica totalmente para territorio colombiano, sino que se comparten poblaciones con Venezuela debido a la cercanía de la frontera del área de estudio. Sólo *Mazama rufina bricenii* está reportada como vulnerable (VU), dentro de este grupo de especies casi endémicas de Colombia y Venezuela. Aunque cabe resaltar que, en este grupo, los roedores (Rodentia) no cuentan con estudios suficientes para establecer categorías de estado de conservación.

- **Especies migratorias**

De acuerdo con la guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas (2014), se reportan seis (6) especies de mamíferos migratorios de presencia probable (Tabla 5.107).

Tabla 5.107 Especies potenciales de mamíferos migratorios

Especie	Tipos de Migración				
	Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
ORDEN CHIROPTERA					
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE					
Anoura geoffroyi		X		X	X
Enchisthenes hartii			X		X
Sphaeronycteris toxophyllum		X		X	X
FAMILIA VESPERTILIONIDAE					
Lasiurus blossevillii	X				
Desmodus rotundus	X	X	X	X	X
FAMILIA MOLOSSIDAE					

Especie	Tipos de Migración				
	Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
Tadarida brasiliensis	X				
Tipos de migración: Lat: Latitudinal, Lon: Longitudinal, Alt: Altitudinal, Trans: Transfronteriza, Loc: Local (Saavedra- Rodriguez C & Rojaz- Díaz V, 2009)					

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los murciélagos son los únicos mamíferos con la capacidad de volar, esta característica sumada a su capacidad de ecolocalización permite que muchas especies de este grupo puedan desplazarse grandes distancias en busca de alimento o refugio.

Se puede decir que existen tres tipos de migración estacional entre los murciélagos migratorios reportados como potenciales para el área de estudio. En primer lugar, aquellas que tienen que ver con desplazamientos latitudinales y que cubren grandes distancias, es el caso de *Lasiurus blossevillii* y de *Tadarida brasiliensis* quienes vienen desde Norteamérica y el Norte de Centroamérica, presumiblemente a causa del invierno. El segundo tipo de migración es vertical, donde las especies se mueven a lo largo de gradientes altitudinales como es el caso de *Enchisthenes hartii*, probablemente debido a la búsqueda de alimento. Finalmente, un tercer tipo de migración longitudinal, que incluso puede llegar a ser transfronteriza relacionada con la disponibilidad de recursos, como es el caso de *Desmodus rotundus*, *Anoura geoffroyi*, y *Sphaeronycteris toxophyllum*.

5.2.1.2.6. Especies registradas

La caracterización de la fauna para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se realizó entre el 11 y el 14 de noviembre de 2017 abarcando una época de transición entre lluvias y temporada seca, según las metodologías definidas para la caracterización de fauna (ver Capítulo 2 Generalidades, Anexo 1 Cartografía_D_PDF_Mapa VAPA_028_EIA_MB_MF_001_SIG y gdb), amparadas en el permiso para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales otorgado por Resolución 00168 del 13 de febrero de 2017 Anexo 5.2.1 Flora (E- Permiso de colecta).

El área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se caracteriza por la presencia de las coberturas de Bosque de galería y ripario, Arbustal denso bajo, Arbustal denso alto, Herbazal denso de tierra firme con arbustos, Mosaico de pastos con espacios naturales, Mosaicos de pastos y cultivos, cultivos permanentes arbustivos, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Pastos limpios, Tejido urbano discontinuo, Zonas comerciales, Construcciones rurales, Red vial y Rio.

Siendo así las cosas, para realizar los muestreos de fauna silvestre se agruparon dichas coberturas en: Zonas urbanizadas y Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación (conformados por Tejido urbano discontinuo, Construcciones Rurales Red vial y Zonas comerciales); Pastos y Áreas agrícolas heterogéneas (conformados por Pastos limpios, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Mosaico de pastos y cultivos y Mosaico de pastos con espacios naturales, respectivamente); Bosques (Bosque de galería y ripario)

y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Arbustal denso bajo, Arbustal denso alto, Herbazal denso de tierra firme con arbustos).

Ahora bien, en relación con las coberturas vegetales denominadas Zonas urbanizadas y áreas agrícolas heterogéneas no se realizaron muestreos en ellas, ya que dichas coberturas de la tierra en el área de estudio tienen una representatividad muy baja.

5.2.1.2.6.5. Anfibios

La caracterización de los anfibios para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se realizó desde el 11 al 13 de noviembre de 2017, teniendo en cuenta la metodología de encuentros libres (VES) para la búsqueda de anfibios y reptiles (Heyer et al. 1994, Angulo et al. 2006) (ver Capítulo 2 Generalidades) en las coberturas vegetales presentes en el área de influencia,

Los muestreos se hicieron en sitios claves para el encuentro de los anfibios, realizando recorridos en siete (7) puntos de observación.

- **Esfuerzo de muestreo**

El esfuerzo de muestreo realizado para la caracterización del grupo de anfibios en el área de influencia directa fue de 24 horas-hombre, que corresponde a ocho (8) horas diarias de muestreo, durante tres (3) días por una (1) persona, tiempo en el cual se contabilizaron seis (6) individuos, obteniéndose un éxito de captura que corresponde al 0.0416 individuos/hora-hombre (Tabla 5.108).

Tabla 5.108 Esfuerzo de muestreo para anfibios

Método de muestreo	Fórmula	Esfuerzo de muestreo
Transectos	#Horas x #Tiempo invertido x #Hombres	24 horas-hombre

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Dentro de sus hábitos normales los anfibios son animales nocturnos y por su fisiología requieren de cuerpos de agua y una humedad alta para sus actividades reproductivas, el área de muestreo exhibe diferentes grados de perturbación, como los pastos para ganadería, lo cual también incide en la riqueza, y patrones de abundancia de las especies de la zona.

- **Efectividad de muestreo**

Los estimadores se ven afectados por la riqueza, las abundancias y la duración del muestreo, por lo que el valor resultante es una muestra de los datos obtenidos de acuerdo a lo realizado en campo dado el tiempo invertido y la riqueza encontrada. Para medir numéricamente la representatividad del muestreo se utilizaron los estimadores Chao2, ICE,

Jack1, Jack2, y Bootstrap, arrojando valores entre el 67.26 y 100% de efectividad (Tabla 5.109).

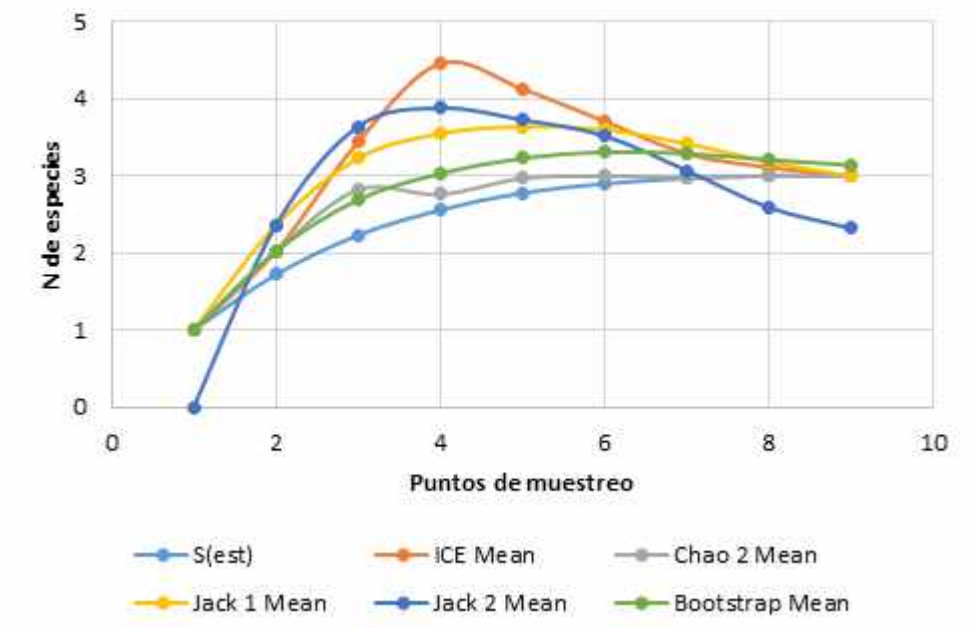
Tabla 5.109. Valores de representatividad mediante estimadores de riqueza no paramétricos para el muestreo de anfibios

Estimadores	Representatividad		
	Especies esperadas	Especies observadas	Porcentaje
Chao 2	3	3	100%
ICE	4.46	3	67.26%
Jack 1	3.64	3	82.41%
Jack 2	3.88	3	77.31%
Bootstrap	3.31	3	90.63%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De acuerdo con el esfuerzo empleado y la cantidad de especies encontradas durante el tiempo de muestreo (tres (3) especies), la curva de acumulación muestra que en el área de estudio sería posible registrar entre tres (3) y cinco (5) especies (Figura 5.103). La mayoría de los estimadores evidencian la representatividad del muestreo arrojado valores mayores al 80%.

Figura 5.103. Curva de acumulación de anfibios



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Composición y riqueza de especies**

La riqueza de especies registradas el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se puede considerar baja, ya que se reportaron tres (3) de las 21 especies listadas como potenciales, y la abundancia también fue baja (6 individuos). El total de los anfibios registrados (Tabla 5.110), corresponden al 14.28% de las especies de probable ocurrencia, siendo dos (2) de ellas endémicas, una (1) con rango de distribución relativamente amplio en el país (*Dendropsophus molitor*) y otra (*Tachiramantis douglassi)* con distribución conocida más restringida. La Rana (*Pristimantis gryllus)* no es endémica.

Posiblemente el grado de intervención antrópica al que se han visto expuestas las coberturas naturales vinculado con la altitud han desplazado o impedido la presencia de una mayor riqueza de especies en el área de influencia del proyecto.

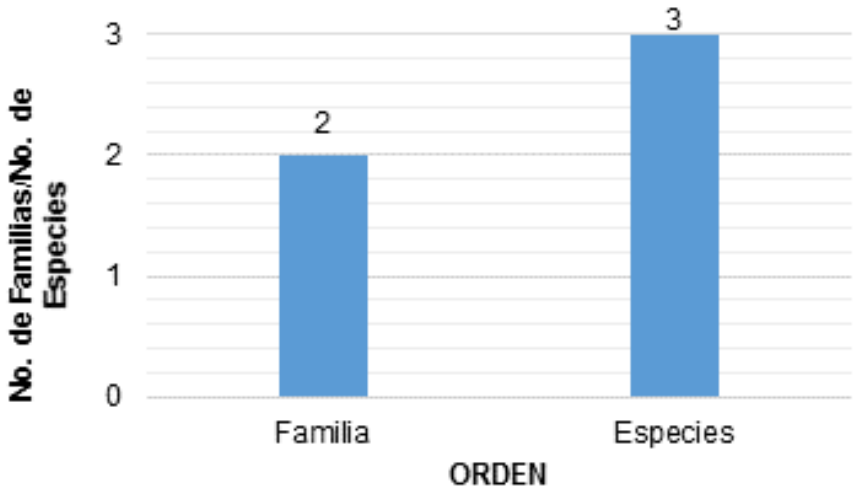
Tabla 5.110 Especies de anfibios registradas para el área de influencia

Especie	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat
ANURA		
FAMILIA: CRAUGASTORIDAE		
Pristimantis gryllus	2100-2700	Avha
Tachiramantis douglasi	1630-2670	Avha
FAMILIA HYLIDAE		
Dendropsophus molitor	1600-4200	Avha
Coberturas asociadas al hábitat: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Aavh)		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las tres (3) especies de anfibios registrados pertenecen al orden Anura (ranas) y están repartidas en dos (2) familias: Craugastoridae e Hylidae, las más representativas por su diversidad en la región andina (Figura 5.104).

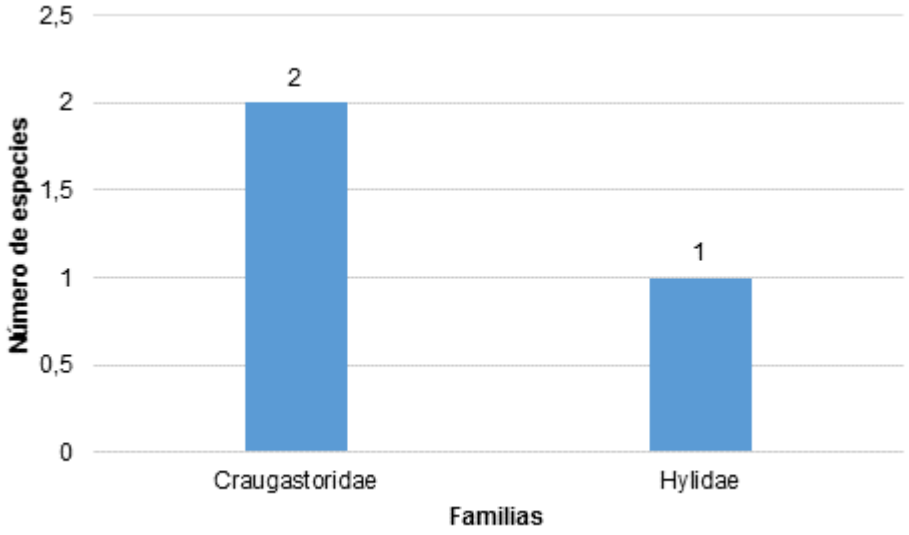
Figura 5.104 Ordenes, número de familias y especies de anfibios registradas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se observa la composición a nivel de familias de los anuros registrados (Figura 5.105), resultado que concuerda con los valores de diversidad reportados para la región andina.

Figura 5.105 Familias de anfibios registradas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Diversidad alfa (α)**

A pesar de que en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona fueron reportadas varias coberturas, los individuos de las diferentes ranas fueron registrados únicamente en las zonas con vegetación arbustiva (Avha). Por este motivo no se presentan los índices de diversidad: número de especies bajo, abundancia baja y que se observaron en una sola cobertura, lo cual no permite establecer algún tipo de comparación o hacer una afirmación basada en los índices, más allá de entender que los espacios con diversidad son las Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

- **Relaciones ecológicas entre las especies**

Dentro del área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se identificaron entre otras las siguientes coberturas: Bosques (Bos), Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva (Avha), Áreas agrícolas heterogéneas (AaH) y Pastos (Pa), (Fotografía 5.39 y Fotografía 5.40). Todos los individuos fueron reportados en Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva (Avha), en los diferentes puntos de muestreo del recorrido. Las zonas con vegetación predominantemente arbustiva en las Avha tienen una particularidad, y es que ofrecen distintos estratos de altura sobre el suelo, lo cual permite a las ranas explotar más sitios de percha y de refugio. Así mismo resguarda a los individuos tanto de las bajas temperaturas como de la deshidratación y les permite camuflarse de manera más efectiva para escapar de sus predadores.

Fotografía 5.39 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

Coordenadas: Este: 1158607; Norte: 1309405.
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Fotografía 5.40 Pastos

Coordenadas: Este: 1159363; Norte: 1308933.
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Los anfibios son importantes dentro de los ecosistemas debido a que prestan un gran servicio ambiental, ya que son los principales controladores de plagas porque consumen toneladas de insectos a diario (Galvis et al 2011, Rueda et al 2008, Rueda et al 2004). Su ubicación dentro de la cadena trófica es considerada como relativamente desventajosa, ya que sirven de alimento a una gran diversidad de animales que van desde los insectos, pasando por los reptiles de mediano tamaño, las aves, hasta las serpientes.

Todas las especies reportadas son de hábitos arborícolas e insectívoros. Teniendo en cuenta las características ecológicas de las ranas reportadas, tanto de la familia Craugastoridae (*Pristimanits* spp. y *Tachiramantis* spp.) se podría predecir que es posible encontrarlas en todas las coberturas naturales identificadas. Estas ranas pertenecen al grupo que algunos investigadores denominan Terrarana: anuros de desarrollo directo (no tienen renacuajos de vida libre o acuáticos) y anatómicamente poseen cintura escapular arciferal, es decir, que están adaptados para escalar y usar estratos arbustivos y arbóreos (Heinicke, Barrio-Amorós, & Hedges, 2015). La más abundante y que se observó vocalizando fue *Pristimantis gryllus* (Fotografía 5.41).

Fotografía 5.41 *Pristimantis gryllus*

Coordenadas: Este: 1158607; Norte: 1309405.
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En el caso de la especie registrada de la familia Hylidae (*Dendropsophus molitor)*, usa ambientes con áreas abiertas cercanos a vegetación arbustiva, ocasionalmente es posible observarla en charcas. Es una especie común en toda la cordillera Oriental (Acosta Galvis A. R., 2017).

Fotografía 5.42 *Dendropsophus molitor*

Coordenadas: Este: 1158607; Norte: 1309405.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Todos los anfibios registrados dentro del área de influencia son de hábitos insectívoros.

- **Diversidad Beta (β)**

Teniendo en cuenta el volumen de datos y los registros obtenidos no es posible hacer un análisis estadístico de diversidad beta. Dadas las características de la vegetación en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, las

coberturas con algún grado de estrato arbustivo o arbóreo (Bosques y Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva) poseen la misma diversidad de anfibios: *Pristimantis* spp. y *Tachiramantis* spp. para *Dendropsophus molitor*, que fue registrada al lado de algunas Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha), se cree que puede ser hallada en algunas de las zonas de Pastos (Pas).

En las zonas con Bosques (Bos) potencialmente se hubieran obtenido ranas de las familias Hemiphractidae y Centrolenidae; sin embargo, el estado de las coberturas está muy disminuido, ya que en la zona la tierra tiene un uso primordialmente productivo: ganadería y agricultura.

- **Potenciales presiones existentes sobre los anfibios**

Los anfibios en el área de estudio se pueden ver afectados por actividades como la ganadería y la agricultura, que les quitan la cobertura de vegetación original. Estas prácticas son reconocidas en general como amenazas en el país, debido a que ocurren de forma acelerada, les quitan los ambientes y afectan la humedad, dos factores críticos para la presencia de los anfibios en algunos lugares específicos.

- **Especies en categorías de amenaza**

Los análisis de la herramienta Tremarctos en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, muestran una afectación baja y no registran especies de anfibios en alguna categoría de amenaza.

En el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona se reportó a *Tachiramantis douglasi*, categorizada como Vulnerable (VU) por la IUCN debido a que su área de distribución es menor a 12,845 km^2. Esta especie se encuentra en el sotobosque de los bosques de niebla, a veces cerca de arroyos, se extiende hasta los ambientes de páramo y bosques secundarios, pero hasta ahora no ha sido observada en áreas abiertas o intervenidas, por lo que se señala que su mayor amenaza es la pérdida constante de coberturas boscosas (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017), (Tabla 5.111).

Tabla 5.111 Ficha informativa de *Tachiramantis douglasi*

***Tachiramantis douglasi* (Lynch, 1996)**	
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.	Fuente: (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017)
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Craugastoridae
Especie	*Tachiramantis douglasi*
Nombre común	Rana
Estado de amenaza	VU (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017)
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Se ha registrado en los bosques andinos de la vertiente occidental de la Cordillera Oriental en los departamentos de Santander y Norte de Santander (Acosta Galvis A. R., 2017).
Distribución altitudinal	Desde los 1800 hasta los 3112 m.s.n.m.
Densidad de la especie	No hay datos sobre la densidad de la especie
Estado poblacional	Decreciendo. El tamaño de la población no se ha cuantificado, pero se presume que debido a la pérdida de hábitat sus poblaciones se encuentran amenazadas.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie se encuentra en el sotobosque de los bosques de niebla, a veces cerca de arroyos, se extiende hasta los ambientes de páramo y bosques secundarios.
Sitios de observación en campo	En el área de influencia directa del proyecto la especie fue registrada en Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva. Localidad: Alcaparral, Pamplona, Norte de Santander Cobertura: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva. Coordenadas: Este: 1158607; Norte: 1309405

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies de importancia ecológica**

En cuanto a la importancia ecológica, siempre es importante resaltar que el servicio ecosistémico más relevante que llevan a cabo los anfibios (como grupo taxonómico) es el de control de insectos, el cual beneficia directamente a las comunidades humanas porque los insectos que causan impacto son perjudiciales para los cultivos o directamente sobre la salud por ser vectores de enfermedades (Rueda-Almonacid, Lynch, & Amézquita, 2004).

- **Especies de importancia económica**

De las especies de anfibios registradas en las diferentes coberturas, se estableció que ninguna hace parte de alguno de los apéndices del Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres en vigor a partir del 4 de octubre de 2017.

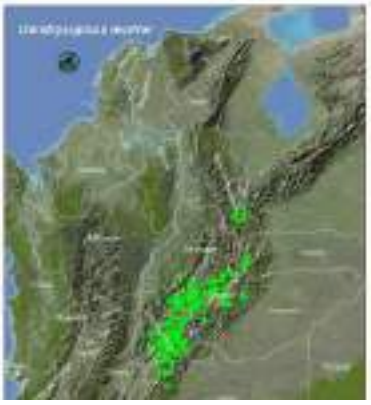
- **Usos dados por la comunidad**

No se reporta por parte de la comunidad algún tipo de uso de los anfibios.

- **Especies endémicas**

En la región andina la fauna anfibia se caracteriza por tener mayores niveles de endemismos (Bernal & Lynch, 2008). De las tres (3) especies encontradas dos (2) especies (66.6%) son endémicas: *Dendropsophus molitor (*Tabla 5.112*) y Tachiramantis douglasi (*Tabla 5.113*).*

Tabla 5.112 Ficha informativa de *Dendropsophus molitor*

***Dendropsophus molitor* (Schmidt, 1857)**	
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.	 Fuente: (Acosta Galvis A. R., 2017)
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Hylidae
Especie	*Dendropsophus molitor*
Nombre común	Rana

***Dendropsophus molitor* (Schmidt, 1857)**	
Estado de amenaza	LC (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017)
Distribución en Colombia	Rana de amplia distribución en Colombia. Se encuentra en los bosques andinos, altoandinos, subpáramos y páramos, en ambas vertientes de la cordillera oriental. Se reporta en Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander y Meta (Acosta Galvis A. R., 2017)
Distribución altitudinal	Desde los 1600-4200msnm
Densidad de la especie	Especie común y muy abundante
Estado poblacional	Las poblaciones de esta especie se consideran abundantes.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie habita páramos, charcas, pastizales, zonas urbanas, y jardines. Se reproduce en charcas y estanques.
Sitios de observación en campo	En el área de influencia directa del proyecto, la especie fue registrada para las siguientes localidades y ecosistemas: Localidad: Alcaparral, Pamplona, Norte de Santander Cobertura: Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva Coordenadas: Este1158789; Norte:1309384 Localidad: Alcaparral, Pamplona, Norte de Santander Cobertura: Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva. Coordenadas: Este:1158607; Norte:1309405

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.113 Ficha informativa de *Tachiramantis douglasi*

***Tachiramantis douglasi* (Lynch, 1996)**	
 Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2018)	

	Fuente: (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015)
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Craugastoridae
Especie	*Tachiramantis douglasi*
Nombre común	Rana
Estado de amenaza	VU (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015)
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Se ha registrado en los bosques andinos de la vertiente occidental de la Cordillera Oriental en los departamentos de Santander y Norte de Santander entre los 1630-2670 msnm (Acosta Galvis A. R., 2017)
Distribución altitudinal	Desde los 1800 hasta los 3112 m.s.n.m.
Densidad de la especie	No hay datos sobre la densidad de la especie
Estado poblacional	Decreciendo. El tamaño de la población no se ha cuantificado, pero se presume que debido a la pérdida de hábitat sus poblaciones se encuentran amenazadas.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie se encuentra en el sotobosque de los bosques de niebla, a veces cerca de arroyos, se extiende hasta los ambientes de páramo y bosques secundarios
Sitios de observación en campo	En el área de influencia directa del proyecto la especie fue registrada en Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva Localidad: Alcaparral, Pamplona, Norte de Santander Cobertura: Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva. Coordenadas: Este: 1158607; Norte:1309405

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies migratorias**

El grupo de los anfibios presenta desplazamientos muy cortos dadas sus condiciones morfológicas por tal razón se encuentran circunscritos a una zona conocida como el ámbito de hogar, lo que quiere decir que dependen mucho de su entorno para la obtención de alimento refugio y para la reproducción, manejándose en lugares a escala de microhábitat.

5.2.1.2.6.6. Reptiles

La caracterización de la reptiles para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se realizó desde el 10 al 12 de noviembre de 2017, teniendo en cuenta la metodología de encuentros libres (VES) para la búsqueda de reptiles (Heinicke, Barrio-Amorós, & Hedges, 2015) (ver Capítulo 2 Generalidades) en las coberturas vegetales presentes en el área de influencia.

Los muestreos se hicieron en sitios claves para el encuentro de los reptiles, realizando recorridos en ocho (8) puntos de observación, sin embargo, solo fueron efectivos dos (2) puntos los cuales se presentan en la GDB

- **Esfuerzo de muestreo**

El esfuerzo de muestreo realizado para la caracterización de los reptiles en el área de influencia fue de 24 horas-hombre, que corresponde a ocho (8) horas diarias de muestreo, durante tres (3) días por una (1) persona, tiempo en el cual se contabilizaron 3 individuos, obteniéndose un éxito de captura que corresponde al 0.02 individuos/hora-hombre (Tabla 5.114).

Los reptiles son primordialmente diurnos, tienen una alta movilidad, lo que los hace animales poco conspicuos para registrar y capturar, la baja probabilidad de ver reptiles y el hecho de que no tengan un comportamiento gregario como los anfibios, contribuyó a que se registraran pocos individuos.

Los reptiles son primordialmente diurnos, tienen una alta movilidad, lo que los hace animales poco conspicuos para registrar y capturar, la baja probabilidad de ver reptiles y el hecho de que no tengan un comportamiento gregario como los anfibios, contribuyó a que se registraran pocos individuos.

Tabla 5.114 Esfuerzo de muestreo para reptiles

Método de muestreo	Fórmula	Esfuerzo de muestreo
Transectos	#Horas x #Tiempo invertido x #Hombres	24 horas-hombre

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Efectividad de muestreo**

Los estimadores numéricos se ven afectados por los valores de riqueza, por las abundancias y la duración del muestreo, y basado en esto, el valor resultante es una muestra de los datos obtenidos de acuerdo con lo realizado en campo dado el tiempo invertido y la riqueza encontrada. Se consideró prudente no llevar a cabo los análisis estadísticos de la diversidad de reptiles, ya que las abundancias de cada una de las especies se reducen a una sola por especie. Para medir numéricamente la representatividad del muestreo no se utilizaron los estimadores Chao2, ICE, Jack1, Jack2, y Bootstrap, debido a que la cantidad de datos no permitieron correr el programa.

Dadas las características de la vegetación en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona y las encuestas realizadas, la comunidad no identifica muchas más especies de reptiles diferentes a las observadas durante los recorridos. Aunque la diversidad de reptiles en las zonas medias y altas no se destaca por

tener grandes números, teniendo en cuenta la lista de especies potenciales cabe la posibilidad de que se puedan registrar algunas especies más; sin embargo, hay que tener muy en cuenta el alto grado de intervención antrópica que se registra en el área de influencia del proyecto.

- **Composición y riqueza de especies**

La riqueza de especies registradas en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona es baja. Se reportaron tres (3) de las 21 especies listadas como potenciales, de las que se observó un individuo por cada especie, dos (2) lagartos (*Anolis jacare* y *Mabuya zuliae)*, y una (1) culebra (*Atractus pamplonensis)*, las tres (3) especies son casi endémicas (Tabla 5.115).

Tabla 5.115 Especies registradas de reptiles para el área de influencia

Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat
ORDEN SQUAMATA (SAURIA)			
FAMILIA: DACTYLOIDAE			
Anolis jacare	Camaleón	1400-2200	Avha
FAMILIA: SCINCIDAE			
Mabuya zuliae	Lisa	1100-2300	Avha
ORDEN SQUAMATA (SERPENTES)			
FAMILIA: COLUBRIDAE			
Atractus pamplonensis	Cazadora	1400-2300	Avha
Avha= Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva			

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las especies encontradas pertenecen a los subordenes Sauria (2 spp) y Serpentes (1 spp), de las cuales cada una pertenece a una familia: Dactyloidae, Scincidae y Colubridae.

Fotografía 5.43 Mabuya zuliae (Lisa)

Coordenadas: Este 1158607; Norte: 1309405.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 5.44 *Atractus pamplonensis* (Cazadora)

Coordenadas: Este: 1158607; Norte: 1309405.
Vereda Alcaparral. Pamplona

Fotografía 5.45 *Anolis jacare* (lagartija)

Coordenadas: Este: 1158481; Norte: 1309429.
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Diversidad alfa (α)**

Todas las especies de reptiles encontrados estuvieron ubicados en la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha) en diferentes puntos del área de muestreo, aunque los pobladores dicen que estas especies son capaces de ocupar diferentes tipos de ambientes. Al no tener la certeza acerca de los registros directos por observación o captura, se describe la diversidad como que la totalidad de los organismos están asociados a las Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha). Esta cobertura se caracteriza por tener gran cantidad de arbustos, vegetación herbácea y zonas de suelo desnudo con rocas sueltas, lo cual es ideal para los reptiles, para exponerse al sol y activar su metabolismo, y para refugiarse fácilmente.

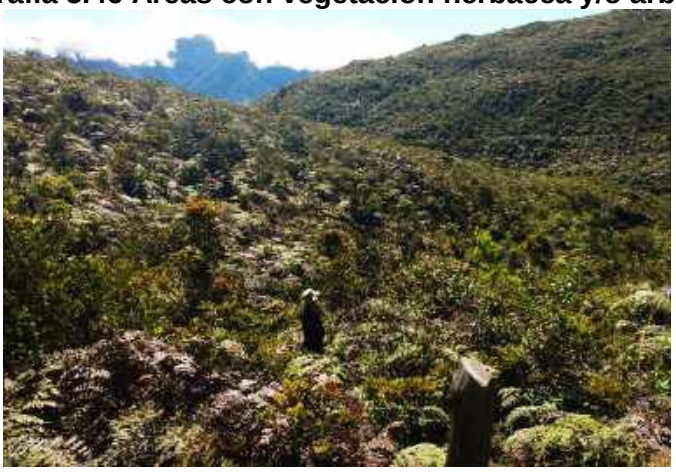
- **Relaciones ecológicas entre las especies**

Las tres (3) especies encontradas estuvieron asociadas a Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha) (

Fotografía 5.46).

De acuerdo a las características ecológicas de las especies se puede esperar que la oferta de estratos verticales que ofrecen las coberturas de arbustos y árboles (Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y los Bosques) permita encontrar animales de hábitos arbóreos como el Camaleón (*Anolis jacare)* o incluso otros relacionados a este lagarto, mientras que la Serpiente cazadora (*Atractus pamplonensis)* y la Lisa (*Mabuya zuliae)* que son de hábitos terrestres exploten zonas más abiertas en términos de vegetación (Pastos y las Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva).

Fotografía 5.46 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva



Coordenadas: Este: 1158723; Norte: 1309413.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La amplia gama que exhiben los reptiles en lo relacionado a su dieta está ligado a su gran capacidad de desplazamiento, por lo que han desarrollado una mayor adaptabilidad para explotar los ambientes disponibles en el medio físico y estructural (Rueda–Almonacid, Velásquez, Galvis–Peñuela, & Gualdrón–Duarte, 2008). Dependiendo del grupo de reptiles, se pueden observar diferencias importantes en cuanto a la especialización de las presas que consumen (Rueda–Almonacid, Velásquez, Galvis–Peñuela, & Gualdrón–Duarte, 2008).

El grupo de los consumidores secundarios suele estar dominado por las lagartijas de pequeño tamaño. Son especies que se alimentan principalmente de artrópodos y otros invertebrados; dentro de ellos están las lisas (*Mabuya zuliae*) y el camaleón (*Anolis jacare*). Los hábitos ecológicos de estas especies varían bastante, porque mientras la lisa mostró tener la posibilidad de estar cerca de las áreas habitadas, los camaleones son más frecuentes en las zonas con coberturas boscosas o de vegetación secundaria (Rueda–Almonacid, Velásquez, Galvis–Peñuela, & Gualdrón–Duarte, 2008)

Caracterizados como consumidores de tercer orden, están los carnívoros. Dentro de este grupo se incluyen las especies de reptiles que se alimentan principalmente de vertebrados. Estos siempre incluyen a las serpientes de Familia Colubridae (*Atractus pamplonensis*) que son cazadores activos, diurnos y nocturnos, de varias especies de artrópodos, anuros y roedores.

- **Diversidad Beta (β)**

Teniendo en cuenta el volumen de datos y los registros obtenidos, no es posible hacer un análisis estadístico de diversidad beta de los reptiles. Como se describió en la Asociación de las especies a las coberturas vegetales en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se espera que haya una relación en términos de diversidad de reptiles en las coberturas con algún grado de estrato arbustivo o arbóreo (Bosques, Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva), a diferencia de las áreas con espacios abiertos o expuestos, tales como los Pastos.

Adicionalmente lo que puede marcar la diferencia entre riqueza y abundancia de reptiles, de acuerdo con lo que señalan las personas de la zona no es tanto lo relacionado con las coberturas como la altitud, ya que hacia las zonas más bajas del rango evaluado es más frecuente ver otro tipo de reptiles.

- **Potenciales presiones existentes sobre los reptiles**

La principal presión que hay sobre los reptiles está relacionada con el miedo que producen las serpientes, ya que son percibidos como animales dañinos porque potencialmente son venenosos y pueden causar accidentes a la población. El otro impacto que afecta a los reptiles se da a nivel ecosistémico, ya que la ampliación de las fronteras agrícola y ganadera desplazan las poblaciones y las afectan directamente (Lynch J. , 2012).

- **Especies en categoría de amenaza**

Los análisis de la herramientaTremarctos para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, muestran una afectación baja y no registran especies de reptiles en categoría de amenaza afectadas.

Dentro de las especies de reptiles para el área de influencia no se encontró alguna dentro de la categorización de la (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017), en la Resolución 1912 de 2017 o en el Libro rojo de reptiles (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock., 2015). Adicionalmente no hay reptiles incluidos en las vedas.

- **Especies de importancia ecológica**

La función de los reptiles en los ecosistemas es valiosa, ya que mantienen el equilibrio. Los lagartos registrados son esencialmente insectívoros y la serpiente es ocasionalmente insectívora y carnívora. No se reportan grandes especies, pero las encontradas hacen parte fundamental de la comunidad faunística, además porque les sirven de alimento a las aves y algunos mamíferos; además de que son integrantes indispensables en el flujo energético del ecosistema.

- **Especies de importancia económica**

Se estableció que ninguna de las especies de reptiles registradas para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, hace parte de alguno de

los apéndices del Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

- **Usos dados por la comunidad**

Los resultados obtenidos al realizar encuestas semi-estructuradas a los lugareños muestran que el único uso que se le da a los reptiles de la región es de tipo Paisajístico, manifiestan contemplar en especial a los lagartos en sus fincas y cultivos, aunque con bajas abundancias.

Así mismo se evidencia un temor generalizado a la mordedura de serpientes, razón por la cual cada vez que avistan una serpiente ésta es sacrificada.

- **Especies endémicas**

Las tres (3) especies encontradas tienen una distribución geográfica restringida, y son consideradas como Casi endémicas, compartiendo su distribución con Venezuela. La cercanía con Venezuela y la extensión de la Cordillera de Oriental que pasa al costado del vecino país permite la conexión de la fauna de los reptiles, a pesar de la depresión del Táchira, que es una barrera física y climática. Las especies reportadas no fueron abundantes en el muestreo, pero los pobladores señalan que son comunes en ciertas épocas del año (Tabla 5.116).

Tabla 5.116 Especies registradas de reptiles casi endémicos para el área de influencia del proyecto

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	Tipo de distribución
ORDEN SQUAMATA (SAURIA)		
FAMILIA: DACTYLOIDAE		
Anolis jacare	Camaleón	C-End
FAMILIA: SCINCIDAE		
Mabuya zuliae	Lisa	C-End
ORDEN SQUAMATA (SERPENTES)		
FAMILIA: COLUBRIDAE		
Atractus pamplonensis	Cazadora	C-End
Tipo de Distribución: E: Endémico, C- End: Casi endémico		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies migratorias y rutas de migración**

En el caso de los reptiles se reconoce que algunas especies migran, en su mayoría marinas, teniendo como base la definición de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), que es “el conjunto de la población o toda parte de ella geográficamente aislada, de cualquier especie o grupo taxonómico inferior de animales silvestres, de los que una parte importante franquea cíclicamente y de manera previsible, uno o varios límites de jurisdicción nacional” (Naranjo & Espinel, 2009), para el presente estudio no se reportan especies de reptiles migratorias.

5.2.1.2.6.7. Aves

La caracterización de la avifauna para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona, se realizó desde el 11 al 13 de noviembre de 2017, según las metodologías definidas para la caracterización de fauna (ver Capítulo 2 Generalidades) en las coberturas vegetales presentes en el área de influencia.

- **Esfuerzo de muestreo**

El esfuerzo de muestreo para redes de niebla se midió en horas-red, donde 1 hora-red equivale a una red de 12 x 2 metros abierta durante una hora. Para calcular el esfuerzo de muestreo se anotó el número total de metros de redes y el número total de horas durante las cuales permanecieron abiertas; este último, se calculó teniendo en cuenta la hora de apertura de las redes (hora en la cual se abre la última red) y la hora de cierre de las mismas (momento en que se cierra la primera red) (Villarreal, y otros, 2006) (Tabla 5.117).

Tabla 5.117 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de aves

Método de muestreo	Fórmula	Esfuerzo de muestreo
Redes de niebla	(Total metros redes/ 12 metros) * Total horas	40 horas -red
Recorridos de observación	Kilómetros*hora= ∑ [(L)*(t)].	168 km - hora

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El esfuerzo de muestreo para las observaciones se midió en horas totales de detección (visual y auditiva) por distancia total recorrida. Para calcularlo, se registró diariamente la distancia recorrida y la hora de inicio y final de detección (Villarreal, y otros, 2006).

Por otra parte, de los dos métodos implementados, los recorridos de observación presentaron el 99% de éxito de muestreo. Por el método de captura de redes de niebla, solo se registró un (1) individuo de una (1) especie, este bajo éxito de muestreo se debe al alto grado de antropización que presentan las coberturas vegetales naturales y a su poca representatividad en el AI.

- **Efectividad de muestreo**

Para calcular el número de especies esperadas en la comunidad, se graficó la curva de acumulación de especies del programa EstimateS. Se utilizaron los estimadores Chao2 el cual estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras), el estimador Jack 1, que considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra, además de las que ocurren solamente en dos muestras y el estimador denominado Bootstrap, que estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen cada especie (Villarreal, y otros, 2006).

Estos estimadores se utilizan para analizar datos de presencia-ausencia, de los cuales CHAO 2 es el más riguroso y menos sesgado, independientemente del tamaño de la muestra y otros posibles factores alineados (Magurran, 2004).

Teniendo en cuenta, la representatividad del muestreo, que es la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada. **C = Sob/Ses**, arrojó los siguientes resultados (Tabla 5.118).

Tabla 5.118 Valores de los estimadores de riqueza para el muestreo de aves

Estimadores de riqueza esperada	Chao 2	Jack 1	Bootstrap
Especies esperadas	44.64	44.64	37.08
Especies observadas	32	32	32
Porcentaje	69%	69%	83%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

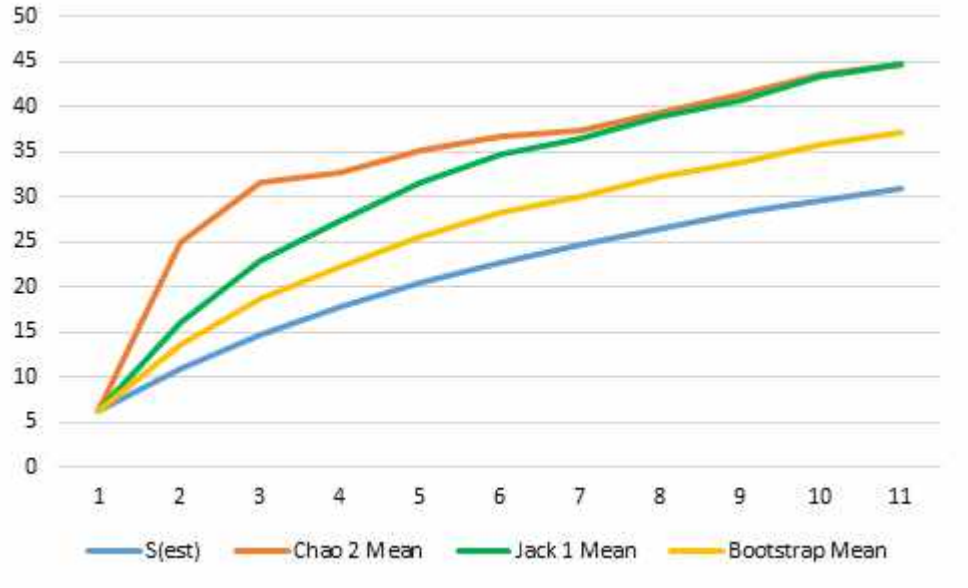
Si las curvas indican un valor por encima del 85% de las especies esperadas, el muestreo estaría casi completo (Villarreal, y otros, 2006), para esto al analizar el porcentaje de representatividad arrojado por los estimadores utilizados, se concluye que, según Bootstrap

y Chao 2, siendo este último el más riguroso, el valor está entre un 69 y 83% de las especies esperadas para el área de influencia del proyecto. La diferencia entre estos porcentajes estuvo influenciada por la temporalidad de las especies y la fuerte intervención antrópica presente en el área de influencia del proyecto.

Las curvas se construyeron a partir de los datos de campo y estimadores no paramétricos para determinar qué tan completo fue el muestreo, de acuerdo con la metodología que se ejecutó. (

Figura 5.106).

Figura 5.106. Curva de acumulación de especies de aves registradas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Composición y riqueza de especies**

Durante la caracterización de la avifauna para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se registraron 187 individuos de 32 especies, pertenecientes a 19 familias de siete (7) órdenes (Tabla 5.119). Todas las especies fueron registradas por observación directa y audición (Anexo 5.2.2.4 Especies de fauna registrada).

Tabla 5.119 Especies registradas de aves para el área de influencia

Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat	Abundancia
ORDEN Columbiformes				
FAMILIA: Columbidae				
Patagioenas fasciata	Paloma Collareja	600-3300	Bos, Avha, Pa	4
Zenaida auriculata	Torcaza Nagüiblanca	0-3000	Avha	4
ORDEN Cuculiformes				
FAMILIA: Cuculidae				
Crotophaga ani	Garrapatero Piquiliso	0-2600	Bos	2
ORDEN Apodiformes				
FAMILIA: Trochilidae				
Colibri coruscans	Colibrí Chillón	140-3500	Bos, Avha, Pas	5
Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	600-2500	Bos	1
ORDEN Cathartiformes				
FAMILIA: Cathartidae				
Coragyps atratus	Gallinazo Negro	0-3600	Bos, Avha, Pas	56
ORDEN Accipitriformes				
FAMILIA: Accipitridae				
Elanus leucurus	Gavilan Maromero	0-2800	Bos	2
Buteo platypterus	Gavilan Aliancho	0-2500	Avha	1
ORDEN Falconiformes				
FAMILIA: Falconidae				
Falco sparverius	Cernícalo Americano	0-3200	Bos	1
ORDEN Passeriformes				
FAMILIA: Furnariidae				
Synallaxis azarae	Chamicero Piscuís	1200-3300	Bos	2
FAMILIA: Tyrannidae				
Elaenia frantzii	Elaenia Montañera	600-3000	Bos, Avha	7
Mecocerculus leucophrys	Tiranuelo Gorgiblanco	2500-3600	Avha	2
Zimmerius chrysops	Mosquerito Caridorado	1000-2400	Avha	3
Tyrannus melancholicus	Sirirí Común	0-2800	Avha	2
FAMILIA: Vireonidae				
Vireo olivaceus	Verderón Ojirrojo	0-3400	Avha	2
FAMILIA: Hirundinidae				
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina Blanquiazul	0-3000	Avha	2

Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Distribución vertical (msnm)	Coberturas asociadas al hábitat	Abundancia
Orochelidon murina	Golondrina Plomiza	2000-3600	Avha	12
FAMILIA: Troglodytidae				
Troglodytes aedon	Cucarachero Común	0-3200	Bos, Avha, Pas	10
FAMILIA: Turdidae				
Turdus fuscater	Mirla Patinaranja	1800-4000	Bos, Avha, Pas	11
FAMILIA: Mimidae				
Mimus gilvus	Sinsonte Común	0-2600	Bos, Avha	5
FAMILIA: Thraupidae				
Anisognathus igniventris	Tangara Escarlata	2200-3400	Avha	1
Tangara vitriolina	Tangara Rastrojera	600-2600	Avha	1
Tangara cayana	Tangara Triguera	0-600	Avha	2
Tangara cyanoptera	Tangara Encapuchada	500-2000	Avha	2
Thraupis episcopus	Azulejo Común	0-2600	Avha	2
FAMILIA: Emberizidae				
Zonotrichia capensis	Copetón	800-3600	Bos, Avha	9
FAMILIA: Cardinalidae				
Piranga rubra	Piranga Abejera	0-3000	Avha	2
FAMILIA: Parulidae				
Myioborus miniatus	Abanico Pechinegro	600-2800	Avha	2
FAMILIA: Icteridae				
Quiscalus lugubris	Tordo Llanero	0-3000	Bos, Avha	8
Sturnella magna	Chirlobirlo	0-3700	Bos, Avha, Pas	10
Icterus chrysater	Turpial Montañero	0-2800	Bos, Avha, Pas	6
FAMILIA: Fringillidae				
Spinus psaltria	Jilguero Aliblanco	1000-3200	Bos, Avha	8
Coberturas asociadas al hábitat: Bos: Bosques, **Avha:** Áreas con vegetación herbáceo y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas; **Pa:** Pastos, **Zi:** Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación.				

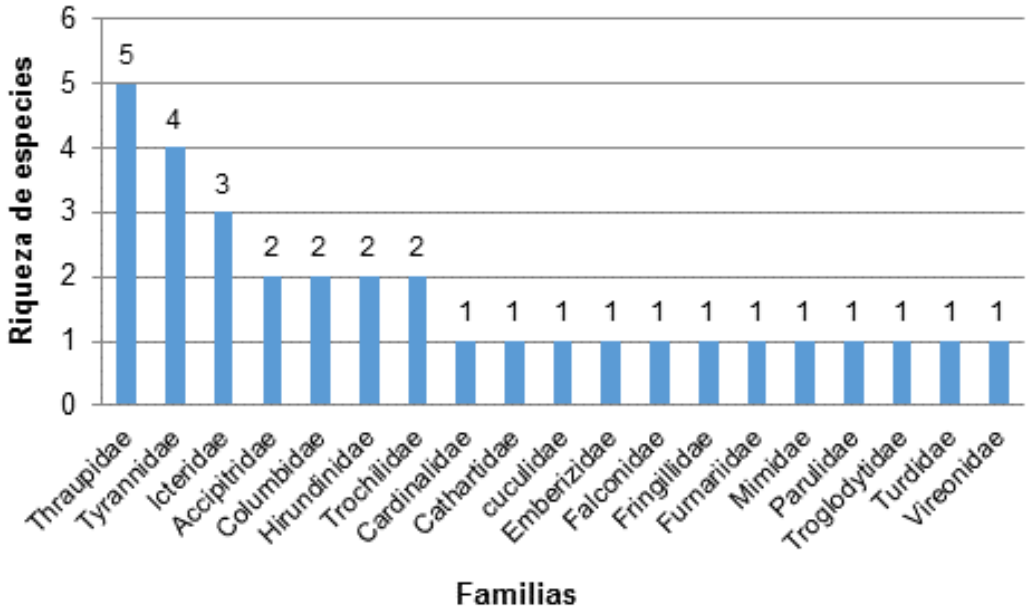
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El orden Passeriformes (Paseriformes, pájaros cantores, aves canoras) fue el mejor representado con 22 especies de aves, que se agrupan en seis (6) familias (Anexo 5.2.2.4 Especies de fauna registradas). Este orden reporta el mayor número de familias y especies del país, de alta diversidad y que se distribuye en variedad de hábitats (Hilty & Brown, 1986; McMullan & Donegan, 2014). Es de resaltar que los Passeriformes se encuentran entre los vertebrados con mayor éxito evolutivo, irradiando en una gran variedad y complejidad de

estrategias; cabe anotar que este orden abarca más de la mitad de las aves del mundo y esta diversidad también se presenta en Colombia (Hilty & Brown, 1986

Las familias más diversas fueron Thraupidae con cinco (5) especies y Tyrannidae, con cuatro (4), seguidas de Icteridae con tres (3) especies; estas familias hacen parte del orden Passeriformes, (Figura 5.107).

Figura 5.107 Riqueza de especies en las familias de aves registradas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Entre las especies registradas, que hacen parte de la familia Thraupidae, se encuentran la Tangara escarlata (*Anisognathus igniventris*), Tangara rastrojera (*Tangara vitriolina),* Tangara Encapuchada (*Tangara cyanoptera)* y el Azulejo común (*Thraupis episcopus*).

Fotografía 5.47 *Tangara vitriolina* (Tangara Rastrojera)

Coordenadas: Este: 1159773; N: 11309289.
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fotografía 5.48 *Tangara cyanoptera* (Tangara encapuchada)

Coordenadas: Este: 1159773; N: 1309289.
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Por otra parte, la familia Tyrannidae estuvo representada por la Elaenia montañera (*Elaenia frantzii*), Tiranuelo gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*), Mosquerito caridorado (*Zimmerius chrysops*) y Sirirí común (*Tyrannus melancholicus*). Así mismo, la familia Icteridae estuvo representada por el Tordo llanero (*Quiscalus lugubris*), Chirlobirlo (*Sturnella magna*) y el Turpial montañero (*Icterus chrysater*).

Fotografía 5.49 *Zimmerius chrysops* (Mosquerito caridorado)

Coordenadas: Este: 1159773; N: 1309289.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Diversidad alfa (α)**

Para medir la diversidad alfa se utilizó el índice de Simpson (tiene en cuenta las especies que están mejor representadas sin tener en cuenta las demás), el índice de Shannon (tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniforme se encuentra distribuida). Al analizar los resultados obtenidos, la mayor abundancia se presenta en Áreas con

vegetación herbácea y arbustiva (Avha) y Bosques (Bos); los Pastos (Pa) presentaron abundancias bajas (Tabla 5.120).

Tabla 5.120 Indices de diversidad de aves registradas por cobertura vegetal

	Bos	Avha	Pa
Riqueza (Número de especies)	16	27	7
Abundancia (Número de individuos)	59	104	24
Dominancia de Simpsom	0,8251	0,9464	0,8021
Diversidad de Shannon	2,256	3,093	1,77

Coberturas: Bos: Bosques, **Avha:** Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pa:** Pastos, **Acon:** Aguas continentales, **Zi:** Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los mayores valores del Índice de Simpson se obtuvieron para las Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Avha) y los Bosques (Bos); por lo tanto, la dominancia fue menor en dichas unidades vegetales. Por su parte, el comportamiento en los valores del índice de Shannon fue similar al del índice de Simpson, teniendo en cuenta que los resultados más altos se obtuvieron para estas coberturas, lo cual indica que los recursos ofrecidos por los Bosques y Áreas semi-naturales (Bosques y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva) se reparten de manera equitativa y se hace posible una mayor disponibilidad de los mismos, lo cual obedece a los periodos de floración, fructificación, que coincidieron con las fechas de muestreo para la caracterización de la avifauna del AI de la UF1.

- **Relaciones ecológicas entre las especies**

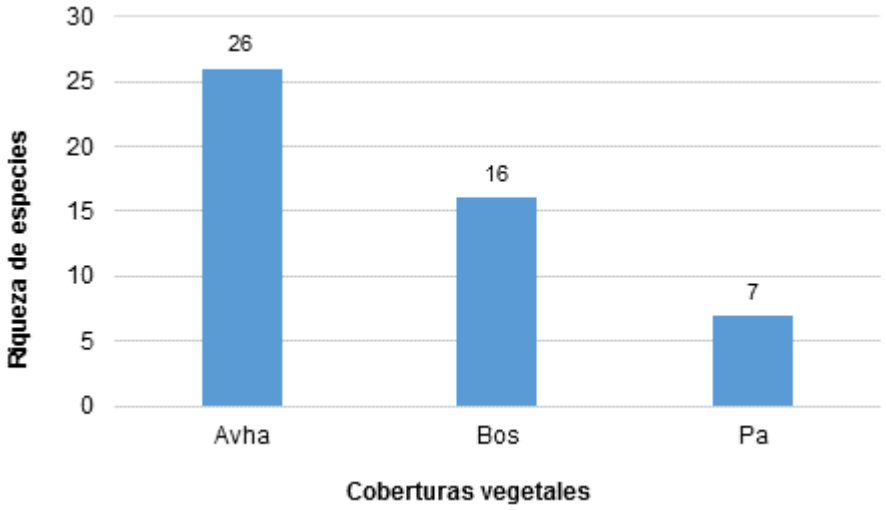
Las aves resultan ser muy útiles al momento de querer entender las dinámicas de transformación que sufren los ecosistemas por cuenta de la intervención antrópica (Martínez - Maldonado, 2015). Debido a que son muy diversas, se distribuyen en una amplia gama de ecosistemas, presentan hábitos y comportamientos muy heterogéneos y por ser uno de los grupos de vertebrados más estudiados, permite disponer de una excelente base teórica para la interpretación y análisis de las investigaciones llevadas a cabo con este grupo como modelo (Martínez - Maldonado, 2015). Uno de los aspectos más importantes es su reconocida sensibilidad a los cambios en los ecosistemas, pues estos pueden afectar su reproducción, comportamiento, alimentación, anidamiento y descanso reflejando (especies con un estrecho nicho ecológico y hábitos especialistas) con su presencia y desempeño o ausencia, la integridad o alteración ecológica de los ecosistemas (Koskimies, 1989; Ramírez, 2000; Villareal H. , y otros, 2006).

Ahora bien y teniendo en cuenta lo anterior, las relaciones ecológicas entre las especies se establecieron con el objeto de lograr una mayor aproximación al uso del hábitat por parte de la avifauna, teniendo en cuenta que la mayoría de estas no son exclusivas a determinada unidad de cobertura de la tierra sino que pueden hallarse indistintamente en dos o más coberturas, ya sea para consecución de alimento, refugio, reposo, percha o para llevar a cabo todo el proceso relacionado con la reproducción y sus etapas posteriores (anidación,

puesta, incubación, cuidado y alimentación de crías), así como la locomoción y desplazamiento, estableciendo conexiones entre coberturas.

De esta manera, el mayor número de especies se asoció a las coberturas de Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Avha) y Bosques (Bos), siendo la asociación a los Pastos (Pa) con la menor riqueza de especies registradas para el AI de la UF1 (Figura 5.108), este resultado se dió, ya que las especies buscan alimento y refugio en las áreas boscosas, mientras que los pastizales o zonas abiertas, son más utilizados como áreas de paso entre parches de vegetación.

Figura 5.108. Asociación de especies de aves registradas a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia



Coberturas: Bos: Bosques, **Avha:** Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pas:** Pastos, **Acon:** Aguas continentales, **Zi:** Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Entre las especies de aves que se asociaron a las áreas con vegetación herbácea y arbustiva, fueron: Piranga Roja (*Piranga rubra,,* Fotografía 5.50) Paloma collareja (*Patagioenas fasciata*), Tordo llanero (*Quiscalus lugubris*), Chirlobirlo (*Sturnella magna*), Mirla patinaranja (*Turdus fuscater*), Tangara escarlata (*Anisognathus igniventris*), Gallinazo negro (*Coragyps atratus*), Elaenia montañera (*Elaenia frantzii*), Tiranuelo gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*), entre otras (Anexo 5.2.2.4 Especies de fauna registradas).

Algunos investigadores mencionan la importancia de la cobertura y volumen de los arbustos y herbazales, la cual determina la composición y abundancia de especies de aves principalmente las especies que utilizan el sotobosque (Freemark & Merriam , 1986; Rollfinke B.F, Yahner, & Wakeley, 1990; Willson & Tallchief , 1996; Golet , Wang , Merrow, & DeRayon , 2000). Así mismo, estos tipos de cobertura vegetal permiten el movimiento de la avifauna (Naranjo L. G., 1992), provee un hábitat adecuado para numerosas especies nativas (Murgueitio & Calle, 1998; Lynch J. F., 1989) y reduce el efecto negativo de la formación de pastizales sobre las poblaciones de aves (Saab & Petit, 1992).

Fotografía 5.50 *Piranga Roja (Piranga rubra*)

Coordenadas: Este: 1159773; N: 1309289.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Por otra parte, las especies de aves asociadas a los bosques fueron: Jilguero aliblanco (*Spinus psaltria*, Fotografía 5.51), Esmeralda rabicorta (*Chlorostilbon poortmani*), Garrapatero Piquiliso (*Crotophaga ani*), Chamicero Piscuís (*Synallaxis azarae*), Colibrí Chillón (*Colibri coruscans* Fotografía 5.52) Cucarachero común (*Troglodytes aedon*), Copetón (*Zonotrichia capensis*), entre otras (Anexo 5.2.2.4 Especies de fauna registradas).

Fotografía 5.51 Jilguero aliblanco *(Spinus psaltria)*

Coordenadas: Este: 1159266; Norte: 1308564.
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fotografía 5.52 Colibrí Chillón (*Colibri coruscans*)

Coordenadas: Este: 1159266; Norte: 1308564.
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La distribución de las especies en las coberturas muestreadas, demuestran la importancia de los bosques, ya que son fundamentales para la conservación de la diversidad de avifauna en el área de influencia, a pesar de la alta presión que sufren dichas coberturas por la deforestación y fragmentación.

Desafortunadamente, esta diversidad se encuentra disgregada a través de un mosaico de áreas boscosas, inmersas en una matriz de territorios agrícolas y artificializados, la cual se mantiene gracias a los desplazamientos de las aves entre los fragmentos.

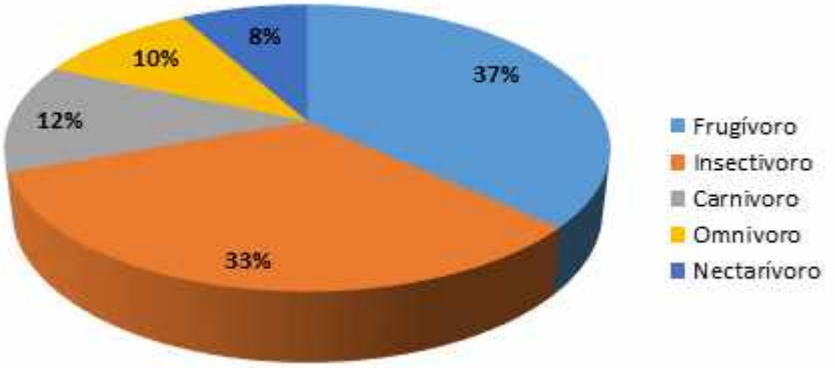
Estos resultados son semejantes a los obtenidos por (Sáenz, Villatoro, Ibrahim, Fajardo, & Pérez, 2006), en los cuales indican que en agropaisajes, tal y como se presenta en el área de influencia del proyecto, la presencia de cobertura boscosa es determinante para la riqueza de especies de aves. Así mismo, comentan que la heterogeneidad horizontal que presentan los bosques, son muy relevantes, ya que es posible que el número de nichos y/o el área de hábitat sustentable disponible para las especies de aves sean maximizados por la heterogeneidad horizontal, característica que no se presenta en parches abiertos (Sekercioglu 2002). Por tal razón, los remanentes de bosques en agropaisajes pueden ser fundamentales para mantener la avifauna de estos ecosistemas, porque proveen recursos para anidación y forrajeo distintos de las áreas localmente abiertas y homogéneas (Sáenz, Villatoro, Ibrahim, Fajardo, & Pérez, 2006).

Como se mencionó anteriormente, la asociación a las diferentes coberturas vegetales de las especies de aves presentes en el AI de la UF 1, se relaciona con la oferta y demanda de los recursos suministrados por estas, por ende, se observó una diversa composición de preferencias tróficas en el área de influencia.

Los gremios han sido definidos como grupos de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de manera similar; en estos, se agrupan especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (Lopez de Casenave, 2001). Consecuentemente, el alimento ha sido el recurso utilizado para agremiar las especies, ya que se ha considerado como el limitante que produce los patrones comunitarios al ser repartido entre éstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el 37 % de las aves registradas tienen preferencia insectívora, el 33% son frugívoros, el 2% tienen preferencia carnívora; los porcentajes restantes hacen referencia a omnívoros y nectarívoros (Figura 5.109)

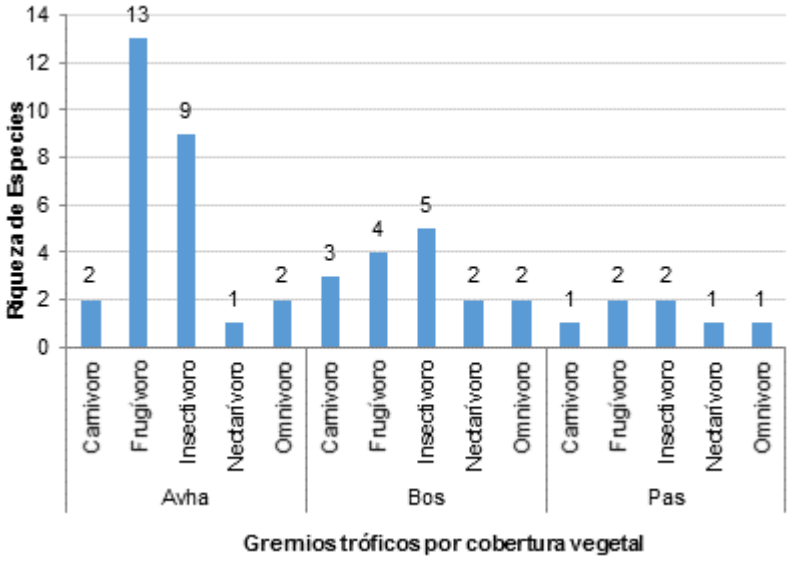
Figura 5.109 Preferencias tróficas de las especies de aves registradas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Ahora bien, analizando la distribución de los gremios tróficos de las especies registradas por cobertura vegetal, se evidenció que las áreas con vegetación herbácea y arbustiva el gremio trófico que obtuvo la mayor riqueza de especies fue el conformado por aves frugivoras, con el 48% (= 13 taxones) de las 27 de las especies de aves registradas para dicha cobertura (Figura 5.110)

Figura 5.110 Riqueza de especies de aves por gremios tróficos asociados a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Cabe resaltar que cada familia de aves frugívoras registradas, tienen diferentes estrategias; de hecho, se considera que el proceso de dispersión efectuada por aves depende de cómo el ave manipula el fruto, así como de la cantidad de frutos ingeridos, teniendo en cuenta

que pueden consumirse ya sea frutos enteros o trozos de estos. De igual manera, se ha documentado los efectos pos-ingesta sobre la germinación como lo son el comportamiento, tipo de manejo, la fisiología (longitud del tracto digestivo, tiempo de retención de las semillas) dentro del dispersor (Traveset & Richardson, 2006) y junto con la fuerza de degradación de los jugos gástricos, lo cual determinará si una especie de ave es o no un dispersor efectivo, evidenciándose en la cantidad y calidad de las semillas dispersadas (Velásquez, 2010; Schupp, 1993). Por consiguiente, se trata de especies de suma importancia para la conservación de los ecosistemas en donde residen (Roldan & Varela, 1999).

La matriz de territorios agrícolas y artificializados del paisaje del área de influencia puede condicionar la riqueza de especies frugívoras en los fragmentos de vegetación boscosa, ya que puede inhibir su movimiento (Graham, 2001), producir cambios en su estructura (Restrepo, Renjifo, & Marples, 1997) y afectar su persistencia por la necesidad de desplazarse, a través de grandes áreas, para encontrar su alimento (Loiselle & Blake, 1992).

Por otro lado, el 56 % de las aves insectívoras se asociaron a las áreas con vegetación herbácea y arbustiva), ya que un estrato arbustivo denso prevé sitios de forrajeo y anidación, así como protección contra depredadores y el clima (Freemark & Merriam , 1986; Rollfinke B.F, Yahner, & Wakeley, 1990; Willson & Tallchief , 1996; Golet , Wang , Merrow, & DeRayon , 2000).

Las aves que se agrupan en este gremio, son especialistas en la captura de insectos y otros artrópodos; por lo tanto, se mueven regularmente a través de muchas especies de árboles (Orjuela, Alvarez - Lopez, Benalcázar, & De Benalcázar, 1979), lo que permite inferir que se ven favorecidas por los recursos que ofrece la vegetación circundante y las condiciones del hábitat en los fragmentos de bosque.

Por ende, la avifauna residente permanente de los bosques, que tienen fluctuaciones muy marcadas en disponibilidad alimenticia, tienden a ser generalistas (estrategias abiertas y oportunistas), tanto en la utilización del espacio como del alimento (Orjuela, Alvarez - Lopez, Benalcázar, & De Benalcázar, 1979); razón por la cual, se ven favorecidas por el estadio sucesional de los bosques y acciones como las talas (en algunos casos) que generan la activación de una sucesión ecológica, que implica mayor disponibilidad de albergue a insectos y estados larvales, lo que a su vez facilita la presencia de aves insectívoras. Lo anterior, sustenta el registro de aves tales como *Elaenia frantzii* (Elaenia montañera), *Troglodytes aedon* (Cucarachero común), *Colibri coruscans* (Colibrí chillón), *Synallaxis azarae* (Chamicero piscuís) y *Chlorostilbon poortmani* (Esmeralda rabicorta) en los bosques presentes en el AI de la UF1.

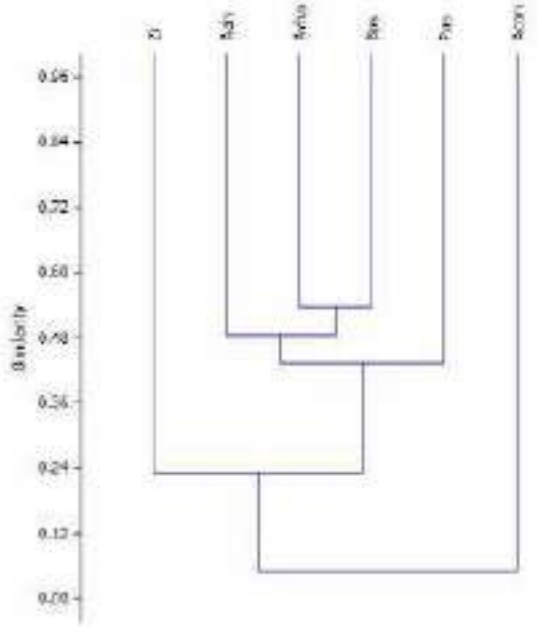
- **Diversidad Beta (β)**

Para medir la diversidad Beta se utilizó el estimador de similaridad de Bray-Curtis, el cual expresa el grado de cómo se complementa la composición entre dos o varias muestras considerando las especies exclusivas en relación con el número promedio o total y el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias entre dos muestras. El resultado indica una similaridad de especies entre las coberturas de Bosques (Bos) y Pastos (Pa) y una disimilaridad de especies entre estos con las Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Avha); es decir, muy pocas especies que usan los Bosques y Pastos utilizan las Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Figura 5.111).

De las especies de aves registradas que explotan los recursos naturales ofrecidos por los bosques y los pastos fueron: *Colibri coruscans* (Colibrí Chillón), *Troglodytes aedon* (Cucarachero Común*), Sturnella magna* (Chirlobirlo), *Coragyps atratus* (Gallinazo Negro) *y Turdus fuscater* (Mirla Patinaranja), ver Anexo 5.2.2.4. Especies de fauna registradas.

Ahora bien, de las especies mencionadas anteriormente, solo tres (3) se asociaron también a las Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, estas fueron: *Sturnella magna* (Chirlobirlo), *Coragyps atratus* (Gallinazo Negro) *y Turdus fuscater* (Mirla Patinaranja), ver Anexo 5.2.2.4. Especies de fauna registradas

Figura 5.111. Análisis de cluster con índices de similaridad de Bray Curtis



Coberturas: Bos: Bosques, Avha: Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, Aah: Áreas agrícolas heterogéneas, Pa: Pastos, Acon: Aguas continentales, Zi: Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De las 27 especies de aves registradas, 14 especies (*Anisognathus igniventris, Mecocerculus leucophrys, Orochelidon murina, Zenaida auriculata, Zimmerius chrysops,*

Tangara cyanoptera, Buteo platypterus, Tyrannus melancholicus, Thraupis episcopus, Piranga rubra, Tangara vitriolina, Myioborus miniatus, Vireo olivaceus y *Pygochelidon cyanoleuca*) fueron registradas solo en Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, razón por la cual esta cobertura vegetal presentó disimilitud de especies con respecto a las otras coberturas presentes en el AI de la UF1 (Anexo 5.2.2.4. Especies de fauna registradas).

- **Potenciales presiones existentes sobre la avifauna**

Las aves en el AI de la UF1 se pueden ver afectadas por actividades como ganadería y agricultura, ya que estas actividades remueven la cobertura de vegetación original, también pueden verse afectadas por cacería, ya que en las entrevistas las personas manifestaban que las rapaces son depredadores de pollos y gallinas (Anexo 5.2.2.5.5 Entrevistas fauna).

La pérdida o modificación del hábitat afectan las aves, ya sea reduciendo su área de hábitat necesario para subsistir, disminuyendo la disponibilidad de alimento y refugio, o afectando su dispersión (Noss & Cooperrider, 1994; Santos, Tellería, & Carbonell, 2002). Sin embargo, las respuestas de la avifauna a la modificación del hábitat dependen de los atributos de cada especie, ya que algunas no se ven afectadas si no beneficiadas (Lantschner & Rusch, 2007).

- **Especies en categoría de amenaza**

En el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, no se registró especies en categorías de amenaza a nivel global (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017), nacional (Renjifo, y otros, Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica., 2014), (Renjifo, Amaya-Villareal, Burbano-Girón, & Velásquez-Tibatá., 2016), ((MADS)., 2017). Todas las 31 especies registradas, según Resolución No. 849 de 1973, del INDERENA, tienen veda de cacería a nivel nacional.

- **Especies de importancia ecológica**

Los servicios ecosistémicos proveen múltiples beneficios a distintas escalas espaciales y temporales, y algunos de estos son relevantes a escalas locales y dentro de las dinámicas de las comunidades y ecosistemas, como es el caso de la dispersión de semillas por aves (Norberg, 1999).

La dispersión de semillas por aves se considera un servicio ecosistémico, por los beneficios hacia las plantas, las cuales son proveedoras de múltiples servicios ecosistémicos (regulación del clima e inundaciones, fijación de CO_2 y liberación de O_2 etc.), ya que no solo favorecen a sus rangos de distribución geográfica (dispersión), sino también a su capacidad de colonización después de un disturbio (sucesión) y a su crecimiento poblacional (demografía) (Jordano & Schupp , 2000; Howe & Miriti, 2004; Godinez & Jordano , 2007); teniendo en cuenta lo anterior, las especies frugívoras registradas para el área de influencia del proyecto juegan un papel muy importante en la restauración y conservación de los bosques presentes (Anexo 5.2.2.4. Especies de fauna registradas).

Así mismo, las aves también juegan un papel importante a la hora de controlar plagas. Por ejemplo, las aves rapaces son grandes depredadoras de diversas especies del orden Rodentia, lo que las convierten en inestimables aliadas del ser humano en sus prácticas de agricultura, en general, ya que muchas especies de roedores son perjudiciales para los cultivos, afectan graneros y acopios de cosechas o transmiten enfermedades al ser humano y al ganado doméstico (Muñoz-Pedreros, 2014). Por su parte, las áreas agrícolas heterogéneas, presentes en el área de influencia, ofrecen alimento, refugio y sitios de cría a aves insectívoras; las cuales pueden, por tanto, influir sobre las poblaciones de insectos que se encuentran en los diferentes tipos de cultivos (Miñarro & Dapena, 2008).

- **Especies de importancia económica y comercial incluidas en CITES**

Mediante la consulta, se evidenció que cinco (5) de las especies de aves registradas están catalogadas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES vigentes desde el 4 de octubre del 2017 (Tabla 5.121).

Tabla 5.121 Especies de aves registradas incluidos en los apéndices CITES

Nombre científico	Nombre Común o vernáculo	CITES
ORDEN: Apodiformes		
FAMILIA: Trochilidae		
Colibri coruscans	Colibrí Chillón	II
Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	II
ORDEN: Accipitriformes		
FAMILIA: Accipitridae		
Elanus leucurus	Gavilan Maromero	II
Buteo platypterus	Gavilan Aliancho	II
ORDEN: Falconiformes		
FAMILIA: Falconidae		
Falco sparverius	Cernícalo Americano	II
CITES: Apéndice I: I, **Apéndice II:** II, **Apéndice III:** III		

CONVENCIONES: Apéndice II: Comprende especies que no se hallan bajo amenaza de extinción, pero su comercialización indiscriminada puede resultar en una disminución de su viabilidad poblacional.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en lo anterior, se tiene en cuenta las especies de las familias citadas, se incluyen en el Apéndice II, independiente de si se encuentran amenazadas o no; por consiguiente, se hace útil destacar lo que se describe puntualmente el Apéndice II de CITES, para tener mayor claridad al respecto:

«*En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación*».

De esta manera, en el Apéndice II se incluyen las especies de estas familias que en general han sido sometidas a la presión de caza y/o comercio legal e ilegal históricamente y en varios países. Por ende, actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de aves silvestres, debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES y en el territorio nacional mediante las autoridades ambientales (MADS y CARS).

- **Usos dados por la comunidad**

Mediante la caracterización de la avifauna, no se evidenció ningún tipo de uso cultural o económico sobre este grupo biológico (Anexo 5.2.2.5.2_Entrevistas_Aves).

- **Especies endémicas**

La caracterización de la avifauna permitió los registros de dos (2) especies casi endémicas para Colombia (Tabla 5.122 y Tabla 5.123) y no se registró ninguna especie endémica.

Tabla 5.122 Ficha especie Casi endémica: *Chlorostilbon poortmani*

Esmeralda rabicorta ***Chlorostilbon poortmani***	
 Fuente: Hawrylyshyn, 2016	 Fuente: BirdLife International, 2017
Clase	Aves
Orden	Apodiformes
Familia	Trochilidae
Especie	*Chlorostilbon poortmani*
Nombre común	Esmeralda rabicorta
Estado de amenaza	LC (BirdLife I. , Chlorostilbon poortmani, 2016)
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia y Venezuela
Distribución en Colombia	Es habitante de la Vertiente oeste de la Cordillera Oriental desde Santander hasta el Huila, en el Parque Nacional Cueva de los Guácharos. Además es hallado en la pendiente este de la Cordillera Oriental; en el sur hasta el oeste del Meta en

Esmeralda rabicorta *Chlorostilbon poortmani*	
	Cubarral (a 500m). También al suroeste de Villavicencio, al oeste de Venezuela (Andes) y al noreste de Colombia. (Palacio R. , 2011)
Distribución altitudinal	Desde 500 a 2800 msnm
Densidad de la especie	El tamaño poblacional a nivel mundial no se encuentra cuantificado, sin embargo, esta especie se considera "común" (Stotz,, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, 1996)
Estado poblacional	El estado poblacional es estable (Stotz,, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, 1996)
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Bosques
Sitios de observación en campo	En el área de influencia del proyecto, la especie fue registrada para las siguientes localidades (ver Anexo cartográfico: Anexo 1 Cartografía_D_PDF_Mapa VAPA_028_EIA_MB_MF_001_SIG y GDB): Vereda: Alcaparral Cobertura vegetal: Bosques. Coordenadas: Este: 1159266; Norte: 1308564

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 5.123 Ficha especie Casi endémica: *Tangara vitriolina*

Tangará Rastrojera *Tangara vitriolina*	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2017)	 Fuente: BirdLife International, 2017
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Thraupidae
Especie	*Tangara vitriolina*
Nombre común	Tangará Rastrojera
Estado de amenaza	LC (BirdLife I. , 2016)

Tangará Rastrojera *Tangara vitriolina*	
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia y Ecuador
Distribución en Colombia	Se distribuye en general en toda la zona Andina (Valles interandinos de los ríos Magdalena, Cauca, Dagua y Patía) a excepción de la vertiente oriental de la cordillera Oriental. También se encuentra en Norte de Santander, Valle del Cauca y Nariño. (Moreno J. S., 2018)
Distribución altitudinal	Desde 600 hasta 2600 msnm
Densidad de la especie	El tamaño poblacional a nivel mundial no se encuentra cuantificado, sin embargo, esta especie se considera "común" (Stotz,, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, 1996)
Estado poblacional	El estado poblacional es estable (Stotz,, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, 1996)
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Áreas con vegetación herbácea y arbustiva
Sitios de observación en campo	En el área de influencia del proyecto, la especie fue registrada para las siguientes localidades (ver Anexo cartográfico: Anexo 1 Cartografía_D_PDF_Mapa VAPA_028_EIA_MB_MF_001_SIG y GDB): Vereda: Alcaparral Cobertura vegetal: Áreas con vegetación herbácea y arbustiva Coordenadas: Este: 1159773; Norte: 1309289

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En conclusión, puede afirmarse respecto al registro, que estas especies, son claves para centrar la atención en lo referente a generar las herramientas de manejo adecuado, necesarias en pro de la conservación de las mismas y de sus hábitats.

- **Especies migratorias y rutas migración**

La caracterización de la avifauna para el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona, coincidió con la época de migración latitudinal, destacando el registro de tres (3) especies que realizan movimientos latitudinales, lo cual indica que la zona a pesar de la alta antropización es un corredor importante de estas especies en su paso por el país hacia el sur o zonas con vegetación. También se registró una (1) especie que se mueven de manera altitudinal dependiendo la oferta de alimento (Tabla 5.124).

Tabla 5.124 Especies de aves migratorias registradas para el área de influencia

Orden	Familia	Especie	Tipos de Migración				
			Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
Accipitriformes	Pandionidae	*Buteo platypterus*	X			X	
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*			X		X

Orden	Familia	Especie	Tipos de Migración				
			Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	X			X	
	Cardinalidae	*Piaranga rubra*	X			X	
Tipos de migración: Lat: Latitudinal, **Lon**: Longitudinal, **Alt:** Altitudinal, **Trans:** Transfronteriza, **Loc:** Local.							

CONVENCIONES: Lat: Latitudinal, Lon: Longitudinal, Alt: Altitudinal, Trans: Transfronteriza, Loc: Local.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

De las cuatro (4) especies registradas, dos (2) de ellas realizan movimientos migratorios ya sean de tipo latitudinal o transfronterizo, pero son invernates con poblaciones reproductivas permanentes. Estas especies migratorias son: *Piranga rubra* y *Vireo olivaceus.* Por su parte, *Elaenia frantzii*, es una especie migrante local que realiza movimientos altitudinales

Fotografía 5.53. *Elaenia frantzii* (Elaenia montañera)

Coordenadas: Este: 1160176; Norte: 1309706. Vereda El Naranjo, Pamplona.
Fotografía tomada en el AI de la UF2
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Ahora bien, la especie de ave migratoria registrada no reproductiva fue *Buteo platypterus*

Fotografía 5.54 *Buteo platypterus* (Gavilán aliancho)

Coordenadas: Este: 1161132; Norte: 1312187. Verada Chichira, Pamplona
Fotografía tomada en el AI de la UF2
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Piranga rubra, Vireo olivaceus, Elaenia frantzii y *Buteo platypterus,* utilizan los Bosques y las Áreas agrícolas heterogéneas presentes en el área como zonas de cría, reproducción, alimentación, anidación; información que coinciden con la descripción de sus hábitats naturales (Palacio R. , 2012; Arango, 2012; Cisneros-Heredia, 2006; Palacio R. , 2012; Arango, 2017; Rubiano, 2010).

Ahora bien, todas las especies de aves migratoras se asociaron a los bosques y áreas semi naturales presentes en el área de influencia, por ende, estas coberturas vegetales cumplen la función de corredores de movimiento para estas especies. No se debe descartar que las áreas agrícolas heterogéneas por presentar arboles dispersos o con algún tipo de cobertura arbórea, también juegan un papel importante como zonas de paso, para las aves que fueron registradas en ellas (Anexo cartográfico: Anexo 1 Cartografía_D_PDF_Mapa VAPA_028_EIA_MB_MF_001_SIG).

5.2.1.2.6.8. Mamíferos

Durante el trabajo en campo para la caracterización de mamíferos del AI de la UF1, se muestrearon cuatro tipos diferentes de coberturas; Bosques (Bos), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha), Pastos (Pa) y Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (Zi), durante la época de lluvias en el mes de noviembre de 2017 entre los 2200 y 2600 metros sobre nivel del mar.

Fueron registradas siete (7) especies de mamíferos en total para la zona, a través de métodos directos (observación, rastros, capturas) e indirectos (encuestas) agrupadas en siete (7) géneros, siete (7) familias y cinco (5) órdenes, lo que equivale a un 18% de las especies reportadas (39) como de presencia probable en la zona y a un 1,4% del total de 518 mamíferos presentes en Colombia (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & J.González-Maya, 2016).

Las zonas muestreadas del AI de la UF1, presentaron niveles elevados de intervención y perturbación debido a actividades humanas asociadas principalmente a la agricultura y la ganadería, también, la cercanía al casco urbano hace que presente elevados niveles de contaminación, potrerización y deterioro ambiental. Las pocas zonas que presentan algunas coberturas vegetales seminaturales son pequeñas y no permiten la viabilidad de muchas especies de mamíferos propias de la zona, solo aquellas especies que logran adaptarse a ecosistemas urbanos o intervenidos pueden sobrevivir en estas condiciones.

- **Esfuerzo de muestreo**

Se registraron un total de siete (7) individuos, ninguno de ellos se registró a través de las redes de niebla o las trampas Sherman en ninguna cobertura. Por el contrario, se registraron cuatro (4) individuos en cámaras-trampa de dos (2) especies distintas y cinco (5) individuos de tres (3) especies por medio de los recorridos de observación.

Se utilizaron 50 trampas Sherman, durante 3 días, las trampas estuvieron activas durante todo el día (24 Horas), dando un total de 10800 Horas/ Trampas activas.

Se instalaron 7 cámaras trampa por 3 días consecutivos de muestreo, las cámaras estuvieron activas durante todo el día para poder obtener mayores registros de actividad de los mamíferos presentes en las coberturas asociadas acumulando un total de 1512 Horas/Cámaras activas.

Para el caso de las redes de niebla se instalaron 5 redes por noche, durante 3 noches consecutivas, las redes estuvieron abiertas de 3 a 4 horas diarias desde las 18:00 hasta las 22:00 acumulando un total de 180 Horas/Redes abiertas.

Se realizaron recorridos durante tres (3) días consecutivos de diez (10) horas cada uno, acumulando un total de 30 Horas /Hombre.

En el capítulo 2 se describen las metodologías utilizadas para la caracterización de la mastofauna en el área de estudio. En la Tabla 5.125 se describen los esfuerzos de muestreo para las diferentes metodologías aplicadas en campo a lo largo del muestreo de mamíferos

Tabla 5.125 Esfuerzo de muestreo para mamíferos

Método de muestreo	Fórmula	Esfuerzo de muestreo
Trampas Sherman	Número de trampas X número de horas activas en cada sitio de muestreo	10800 horas / trampas activas
Cámaras trampas	Número de cámaras X número de horas activas en cada sitio de muestreo	1512 horas / cámaras activas
Redes de niebla	Total redes X Total horas redes abiertas en cada sitio de muestreo	180 horas / redes abiertas
Recorridos	Total horas diarias X N° días X Investigador	30 horas / hombre

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

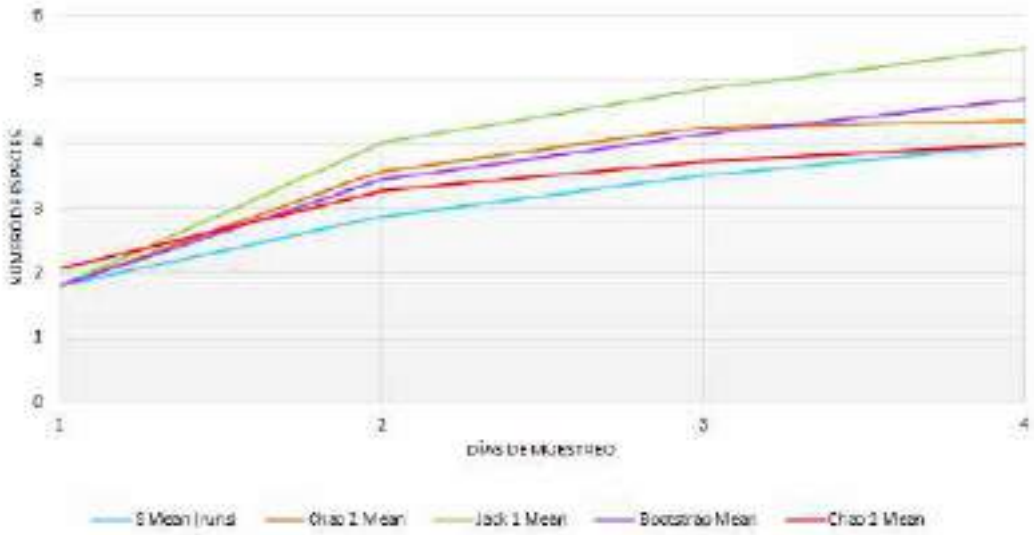
Mediante entrevistas realizadas a los pobladores locales se registraron siete (7) especies de mamíferos con presencia en la zona de estudio. Algunas de ellas registradas también por métodos directos. Si bien estas especies no se tienen en cuenta para los análisis estadísticos, son información valiosa para el EIA .

- **Efectividad de muestreo**

Con el propósito de estimar el número total de especies del área de estudio, se calcularon los valores de representatividad mediante estimadores de riqueza no paramétricos, correspondientes a Jack 1, Chao 1, Chao 2 y Bootstrap, a través de 100 carreras al azar (runs) en el programa estadístico EstimateS 9.1 (Colwell R. , 2013).

La curva de los muestreos señala una tendencia a estabilizarse, aunque no llega a la asíntota, lo que puede ser causado por sesgos en la obtención de los datos; sin embargo, a continuación, se observa que la mayoría de los estimadores usados demuestra una representatividad alta del levantamiento de información, contribuyendo a un inventario completo (Tabla 5.126 y Figura 5.112).

Figura 5.112. Curva de acumulación de mamíferos



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 5.126 Valores de representatividad mediante estimadores de riqueza no paramétricos para el muestreo de mamíferos

Estimadores	Representatividad		
	Especies esperadas	Especies Observadas	Porcentaje %
Jack1	5,55	4	73%
Bootstrap	4,7	4	85%
Chao 2	4,38	4	91%
Chao 1	4	4	100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los resultados de la Tabla 5.126, muestran que los estimadores con mayor representatividad fueron Chao 1 con un 100% de representatividad, aunque este índice es sesgado por los tamaños demuestra y porque está basado en la incidencia de las especies (Chazdon, 1998). Chao 2 con un 91% de representatividad, este estimador es relativamente poco sensible a los tamaños de muestra (Chazdon, et. al, 1998). Bootstrap con un 85% de representatividad, aunque este estimador es sesgado por los tamaños de muestra y Jackknife 1 fue el estimador que mostró menor representatividad de los muestreos con 73%, siendo el estimador menos sesgado a los tamaños de muestra (Chazdon, et. al, 1998). Esto indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para llegar a la completitud del inventario del AI, teniendo en cuenta el tiempo de muestreo y la escasa diversidad biológica de la zona, sobre todo en cuanto a mamíferos, es un resultado muy positivo.

La baja diversidad de la zona de estudio se debe a varios factores que en conjunto afectan la mastofauna. En primer lugar, son zonas muy intervenidas, de vocación residencial, agrícola y ganadera con pocas áreas naturales o coberturas nativas. Segundo, la contaminación, a esta altura el río Pamplonita luce bastante contaminado y no es apto para consumo humano o animal, el uso de pesticidas y quemas controladas, pueden hacer que

muchos animales migren a conseguir zonas menos intervenidas o haber desparecido completamente de la zona de estudio. Y, tercero, la época en la que se realizó el muestreo, debido a que muchas especies migratorias o crípticas pueden no ser encontradas y que la lluvia y los fenómenos de delincuencia común no permitieran realizar muestreos más efectivos. Todos estos factores combinados pueden resultar en una baja diversidad de mamíferos. Sin embargo, el muestreo es representativo de lo que se puede encontrar en el área de estudio.

- **Composición y riqueza de especies**

Se registraron en el área de estudio, siete (7) especies, cuatro (4) especies por observación directa y métodos indirectos y tres (3) especies por medio de encuestas, distribuidas en siete (7) familias y cinco (5) órdenes. Entre los órdenes, los más representativos fueron Carnívora y Rodentia, con dos (2) especies distribuidas en dos (2) familias cada uno, seguido por Lagomorpha, Cetartiodactyla y Didelphimorphia con una especie cada uno (Tabla 5.127).

Tabla 5.127 Especies registradas de mamíferos para el área de influencia

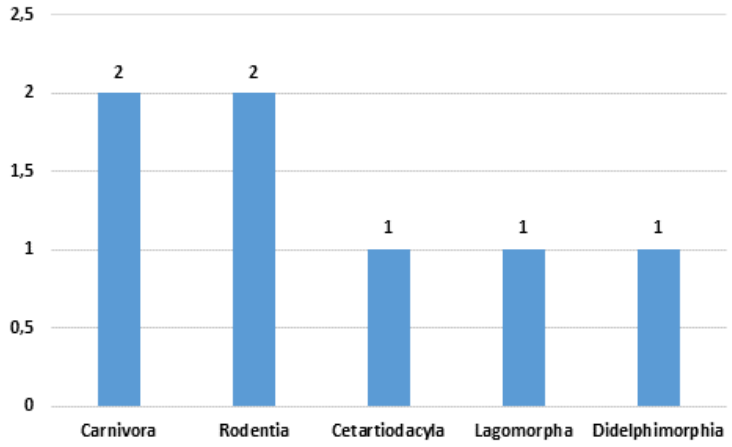
Nombre Científico	Nombre Común o Vernáculo	Distribución Vertical (msnm)	Coberturas de registro de especies	Abundancia	Tipo de Registro
ORDEN DIDELPHIMORPHIA					
FAMILIA: DIDELPHIDAE					
Didelphis marsupialis	Chucha de oreja negra, zorro chucha, chucho, fara, runcho	0 - 2500	Bos, Avha, Zi	4	Cam, Hue, Ras
ORDEN CARNIVORA					
FAMILIA: MUSTELIDAE					
Mustela frenata	Comadreja común	0 - 3600	Bos. Avha	-----	Enc
FAMILIA: CANIDAE					
Cerdocyon thous	Zorro perruno, Zorro baya	0 - 3400	Avha	2	Cam
ORDEN: RODENTIA					
FAMILIA: ERETHIZONTIDAE					
Coendou pruinosus	Puerco Espín Carirrosado	1800 - 2500	Bos	-----	Enc
FAMILIA: SCIURIDAE					
Notosciurus granatensis	Ardilla Colorada Común, Ardilla, Ardita, Ardilla colorada	0 - 3800	Avha, Zi	2	Od, Ras
ORDEN: CETARTIODACTYLA					
FAMILIA: CERVIDAE					
Mazama rufina	Soche de páramo, Soche, venado chonta	1500 - 4000	Bos. Avha	-----	Enc
ORDEN: LAGOMORPHA					

Nombre Científico	Nombre Común o Vernáculo	Distribución Vertical (msnm)	Coberturas de registro de especies	Abundancia	Tipo de Registro
FAMILIA: LEPORIDAE					
Sylvilagus brasiliensis	Conejo de Monte	0 - 3800	Bos. Avha	1	Ras
Coberturas vegetales asociadas a hábitats: Bos: Bosques, **Avha:** Areas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Pa:** Pastos, **Zi:** Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación. **Tipo de registro: OD:** Observación directa, **CAM:** Cámaras Trampa, **Hue:** Huellas, **Ras:** Rastro, **Enc**: Encuestas					

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De los 5 órdenes de mamíferos registrados para el área de estudio, los más diversos en número de especies fueron Rodentia (29%) y Carnivora (29%) con dos (2) especies cada uno, mientras que Cetartiodactyla (14%), Lagomorpha (14%) y Didelphimorphia (14%), solo estuvieron representados por una (1) especie, ver Figura 5.113

Figura 5.113 Riqueza de los órdenes de mamíferos registrados para el área de influencia

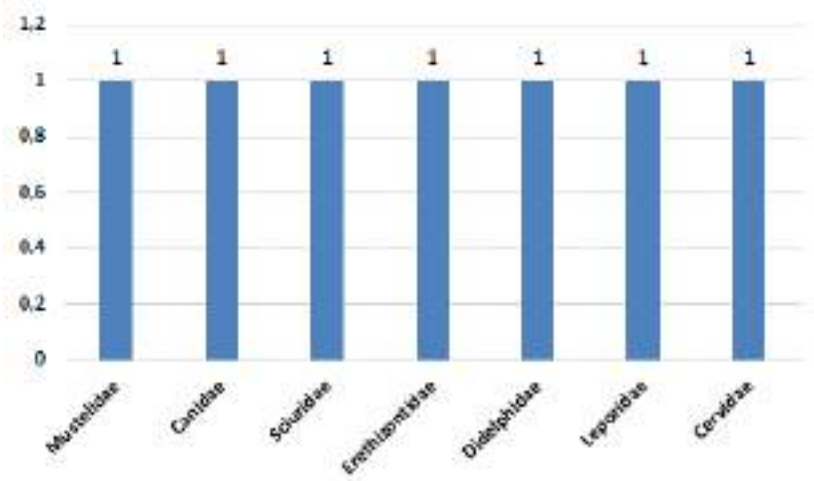


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

No se registraron mamíferos voladores presumiblemente por la altura y la baja disponibilidad de recursos para este grupo en la zona. Tampoco cayó ningún mamífero en las trampas Sherman.

Por otro lado, se registraron siete (7) familias para igual número de especies en el área de influencia del proyecto, Mustelidae, Canidae, Sciuridae, Erethizontidae, Didelphidae, Leporidae y Cervidae (Figura 5.114)

Figura 5.114 Riqueza de especies en las familias de mamíferos registradas para el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La mayoría de las especies encontradas en el área de estudio son generalistas, altamente adaptadas a entornos urbanos o periurbanos, que han sido capaces de tolerar la degradación ambiental, la falta de hábitats, la contaminación y la convivencia con seres humanos. Son especies que se destacan por ser relativamente comunes y cuyas habilidades les han permitido sobrevivir y habituarse a la continua presencia e influencia antrópica. A excepción de la especie de venado *Mazama rufina brice*nii, que presenta una mayor dependencia de ecosistemas conservados, con preferencia de hábitats montanos.

Los representantes del orden Carnívora fueron los Zorros (*Cerdocyon thous,* Fotografía 5.55),) y las comadrejas (*Mustela frenata*). Los Zorros son animales monógamos y territoriales, territorios que protegen y vigilan mediante aullidos y orina. Pueden habitar distintos tipos de ecosistema desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura, son oportunistas tróficos y se adaptan bien a la deforestación, hábitats perturbados o plantaciones (IUCN., 2017).

Su presencia en el área se debe principalmente al carácter generalista de los zorros y a la adaptabilidad de esta especie a hábitats intervenidos y paisajes agrícolas.

Por su parte, la Comadreja es otra especie de carnívoro que también puede tolerar ambientes degradados o paisajes agrícolas, se alimenta principalmente de roedores pequeños, e incluso se puede ver beneficiada por la presencia humana (IUCN., 2017). En ocasiones, genera conflicto con los pobladores locales en la zona de estudio por ser depredador de gallinas, pollos y huevos.

Fotografía 5.55 *Cerdocyon thous* (Zorro perruno)

Coordenadas: Este:1158433; Norte:1309460
Municipio de Pamplona. Vereda Alcaparral
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Se encontraron dos (2) especies de roedores en el área de estudio, la Ardilla (*Notosciurus granatensis,* (Fotografía 5.56 y el Puercoespín (*Coendou pruinosus*). La Ardilla es un animal común en la zona, son animales solitarios y diurnos que se alimentan principalmente de frutos y semillas y pueden adaptarse tanto a hábitats y bosques conservados o intervenidos y a plantaciones o áreas deforestadas (Morales-Jiménez, Sánchez, Poveda,, & Cadena, 2004), frecuentemente son encontradas entre los árboles pero también ocasionalmente pueden bajar al suelo y caminar, de hecho, uno de los animales reportados en este muestreo fue encontrado muerto en la carretera.

Fotografía 5.56. *Notosciurus granatensis* (Ardilla)

Coordenadas: Este: 1159244; Norte: 1309278.
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por otra parte, el Erizo o Puercoespín (*Coendou pruinosus*), fue reportada por los pobladores locales como de presencia probable y además fue posible ver un perro con marcas en su hocico de un encuentro desafortunado con un puercoespín días atrás. Son animales difíciles de observar y no hay mucha cobertura boscosa al interior de la UF1, según los pobladores a veces son encontrados en las casas y muchas veces se conservan como mascotas o son cazados como comida, aunque esta práctica no es común actualmente.

Las Zarigüeyas o Faras (Orden Didelphimorphia), son comunes a lo largo del área de estudio y desafortunadamente, con frecuencia se encuentran individuos atropellados en la carretera. Se registró la especie *Didelphis marsupialis* durante los muestreos conocida comúnmente como Chucha o Fara, esos animales son solitarios, omnívoros y oportunistas, es habitual que se coman las gallinas o incluso entren por comida a las casas. Pueden tolerar hábitats tanto disturbados como conservados, son nocturnos y pueden forrajear en los árboles como a nivel del suelo (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017).

Fotografía 5.57 *Didelphis marsupialis* (Fara)

Coordenadas: Este: 1158440; Norte: 1309472.
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Otra especie más críptica pero igualmente registrada a través de encuestas, fue el Venado (*Mazama rufina bricenii)*, conocido como Venado Soche o Candelillo, esta especie se encuentra catalogada como vulnerable (VU) por la IUCN, es casi endémica y a pesar que no se pudo registrar directamente, los pobladores locales afirman que se ven con frecuencia, esta especie prefiere habitas montanos como bosques altoandinos y aunque se sabe poco sobre esta especie, es solitaria, nocturna, ocupando pequeños territorios (IUCN., 2017).

Finalmente, se obtuvieron rastros de Conejos silvestres (*Sylvilagus brasiliensis*), estos animales pueden habitar bosques conservados, secundarios y pastizales, se asocian frecuentemente a hábitats altoandinos y cumple una función importante como presa de muchos predadores nativos.

- **Diversidad alfa (α)**

Para evaluar la diversidad alfa, se realizaron análisis a través del paquete estadístico PastProgram® 3.04 (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). La riqueza se analizó como el número de especies totales registradas por cobertura y no se tuvo en cuenta la cobertura de pastos (Pa) porque a pesar de ser muestreada, no se registró ninguna especie allí.

Según los índices de diversidad, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha) son las más diversas dentro del área de influencia, seguida por las zonas industriales o

comerciales y redes de comunicación (Zi) y por último los bosques (Bos) y las áreas agrícolas heterogéneas (Aah) con los valores más bajos. Esto se debe a que las coberturas de bosques y áreas agrícolas heterogéneas eran muy pequeñas en comparación con las otras dos, por lo tanto, la diversidad de especies fue mucho menor. Además, los relictos de bosque presentes en esta unidad funcional, no contaban con conexiones que permitieran tener poblaciones viables de mamíferos y la flora presente no contaba con frutos o suficientes sitios de refugio. Por otra parte, la cobertura más diversa (Avha) era considerablemente más grande que las otras y con algunos parches de cobertura vegetal que permitían el refugio y la alimentación de algunos animales. Finalmente, las zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (Zi) de la que hacen parte las vías, tuvieron infortunadamente algunos animales que se encontraron atropellados.

Adicionalmente los indices de dominancia y Simpson 1-D, muestran que la única cobertura en la que la distribución de sus abundancias presentó una equidad intermiedia, fue la de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha). Todas las demás coberturas se caracterizaron por índices de dominancia y Simpson que indican comunidades con distribución de sus abundancias desiguales (Ver Tabla 5.128)

Tabla 5.128 Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal

Coberturas Vegetales / Índices	Bos	Avha	Aah	Pa	Zi
Riqueza (Número de especies)	1	3	1	0	2
Abundancia (Número de individuos)	2	4	1	0	2
Dominance_D	1	0.375	1	0	0.5
Dominancia de Simpson	0	0.625	0	0	0.5
Diversidad de Shannon	0	1.04	0.6931	0	0.6931
Diversidad de Margalef	0	1.443	1.443	0	1.443

Coberturas vegetales: Bos: Bosques**, Avha:** Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pas:** Pastos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Relaciones ecológicas entre las especies**

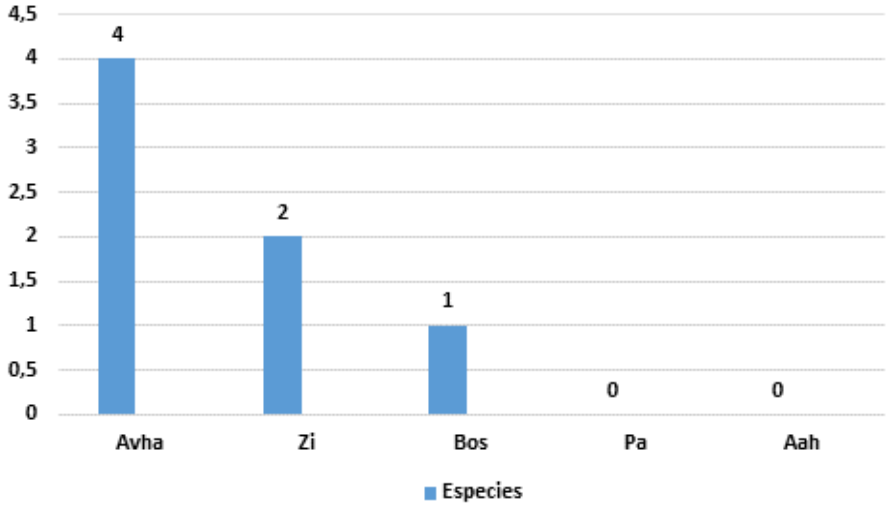
La relación entre un individuo y su entorno próximo es de suma importancia puesto que es aquí donde desarrolla gran parte de sus actividades diarias y es su hábitat, lo que le permite la supervivencia. Se realizaron muestreos en las coberturas de Áreas agrícolas heterogéneas (Aah), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha), Bosques (Bos), Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (Zi) y pastos (Pas).

Desafortunadamente, las coberturas naturales han sido reemplazadas por cultivos agrícolas, ganaderos y zonas residenciales, características que no hacen un hábitat ideal

para muchas especies de mamíferos, excepto para aquellas que puedan adaptarse a ambientes degradados o deforestados.

La Figura 5.115, muestra el número de especies encontradas por tipo de cobertura, donde las áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Avha), es la más rica en especies con cuatro (4), seguida por Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (Zi), con dos (2) y Bosques (Bos) con una (1), mientras que en Pastos (Pas) y Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) no se encontraron especies.

Figura 5.115. Asociación a coberturas vegetales de las especies de mamíferos registradas



Coberturas vegetales: Bos: Bosques, Avha: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, Aah: Áreas agrícolas heterogéneas, Pas: Pastos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En las áreas de vegetación arbustiva y/o herbacea se registró el mayor número de especies (4), principalmente especies generalistas y oportunistas tróficas que pueden vivir en hábitats degradados o altamente intervenidos. Mientras que en las zonas industriales y comerciales se registraron dos (2) especies frecuentemente atropelladas, como son la Ardilla (*Notosciurus granatensis*) y el Fara (*Didelphis marsupialis*), que usan las vías para atravesar, debido a que no hay conexiones artificiales o naturales que eviten los incidentes como arboles o pasos de fauna.

Fotografía 5.58 Chucha o fara (*Didelphis marsupialis)* atropellado

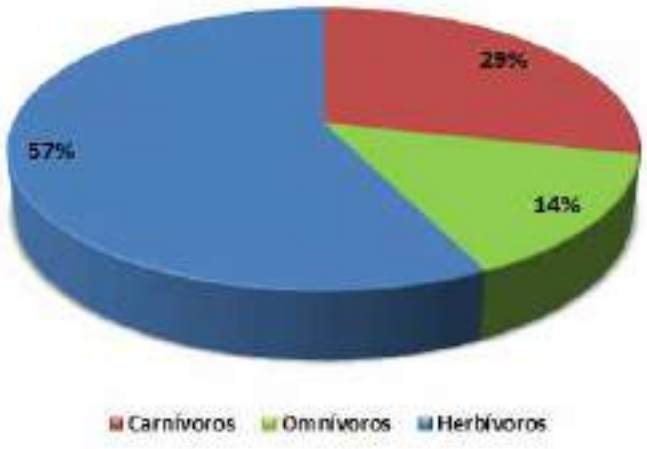
Coordenadas: Este: 1160209,317; Norte: 1309227,363
Vereda Alcaparral. Pamplona.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De las siete (7) especies registradas para el AI de la UF1, cuatro (4) son herbívoras, dos (2) carnívoras y una (1) omnívora (

Figura 5.116). Los roedores (*Notosciurus granatensis, Coendou pruinosus*), el Venado Soche (*Mazama rufina bricenii*) y el Conejo (*Sylvilagus brasiliensis*) se destacan por su consumo de plantas, mientras que el Zorro (*Cerdocyon thous*) y la Comadreja (*Mustela frenata*) son los carnívoros, aunque no son carnívoros estrictos y en ocasiones pueden complementar su dieta con frutas y plantas, y finalmente, una especie omnívora como la Fara (*Didelphis marsupialis*) que puede comer indistintamente carne o fruta. La falta de consumidores especialistas se debe principalmente a las condiciones ambientales, debido a que los hábitats presentes no se prestan para el consumo de una gran cantidad de recursos, las especies que están presentes son especies que tienen una dieta flexible y pueden adaptarse a hábitats degradados e incluso contaminados como los del área de influencia del proyecto.

Figura 5.116. Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las especies reportadas tienen, principalmente dos hábitos de vida, por una parte, la Fara (*Didelphis marsupialis*), la Ardilla (*Notosciurus granatensis*) y el Puercoespín (*Coendou pruinosus*) tienen hábitos semiarborícolas, mientras que los Zorros (*Cerdocyon thous*), la Comadreja (*Mustela frenata*), el Venado Soche (*Mazama rufina bricenii*) y el Conejo (*Sylvilagus brasiliensis*) son de hábitos terrestres. No se registraron mamíferos con hábitos de vida acuáticos o voladores, esto probablemente por la escasez de áreas con vegetación frondosa y bosques conservados, la falta de murciélagos y la contaminación del agua en la AI de la UF1.

- **Diversidad Beta (β)**

Para comparar qué tanto se parecen las diferentes coberturas se necesita realizar un análisis Clúster mediante el programa PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). Se utilizaron dos índices, el de Whittaker y el de Bray-Curtis.

El índice de Whittaker permite ver las similitudes entre las coberturas donde, a menor es el número, mayor es la similaridad. Se puede ver entonces que hay similitudes entre Zi y Bos, Zi y Aah (0,33), diferencias entre Avha y Zi (0,6), diferencias más marcadas entre Avha y bos y entre Avha y Aah (1), (Tabla 5.129).

Al ser tan pobre en riqueza de especies, la similaridad tiende a ser alta entre coberturas, compartiendo elementos de tipo generalista como las especies reportadas, ya que no tienen fidelidad de hábitat, sino que pueden adaptarse a varios tipos de cobertura, lo que no permite encontrar elementos propios en cada una de ellas.

Tabla 5.129 Similaridad entre coberturas según el estimador de Whittaker para las especies de mamíferos registrados

	Bos	Avha	Zi	Aah
Bos	0	1	0.33333	0
Avha	1	0	0.6	1
Zi	0.33333	0.6	0	0.33333
Aah	0	1	0.33333	0

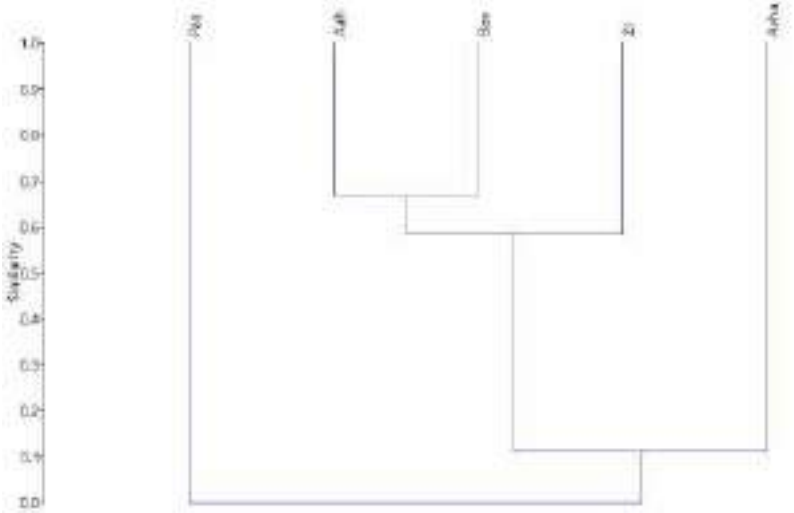
Coberturas vegetales: Bos: Bosques**, Avha:** Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pas:** Pastos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La gráfica realizada con el índice de Bray-Curtis muestra las similitudes entre los diferentes tipos de coberturas. Las coberturas con mayor grado de similitud fueron las Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) y Bosques (Bos), con un porcentaje cercano al 70%, a su vez estas coberturas presentaron una similaridad con la cobertura de zonas industriales, comerciales y redes de comunicación (Zi), de cerca del 60%. Este resultado parece dispar ya que las coberturas vegetales casi no tienen que ver con las especies encontradas en zonas con gran influencia antrópica con Zi, sin embargo, las especies reportadas para esta cobertura son de tipo generalista, oportunista y con gran adaptabilidad a ambientes urbanos o con influencia humana. Luego, este clúster presenta una similitud de cerca del 15% con las especies encontradas en Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha), lo que indica que las coberturas son disimiles en cuanto a su abundancia y composición. Por último, no

se encontró ninguna especie en Pastos (Pa) por lo tanto no presenta similitud con ninguna otra cobertura (Figura 5.117).

Figura 5.117. Análisis de cluster con índices de similaridad de Bray Curtis



Coberturas vegetales: Bos: Bosques**, Avha:** Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, **Aah:** Áreas agrícolas heterogéneas, **Pa:** Pastos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Potenciales presiones existentes sobre la mastofauna**

A nivel general, se destaca la extensión de la frontera agrícola y ganadera que ejerce presión sobre los relictos de zonas arbustivas o herbáceas que aún se mantienen y también sobre la escasa cobertura boscosa de la zona. Este crecimiento descontrolado, deteriora o destruye los hábitats de la fauna circundante, contamina y potencia el conflicto entre humanos y animales, donde generalmente pierden los animales En el caso de los mamíferos, la destrucción de hábitat deteriora potenciales sitios de alimentación, madrigueras, descanso o protección, lo que implica migraciones, extinciones locales y la fragmentación de sus poblaciones. Además, la expansión agrícola y ganadera, hace frecuentes los acercamientos entre personas y mamíferos silvestres, sobre todo carnívoros que depredan sobre especies domésticas y son capturados y asesinados en retaliación o de especies herbívoras que se alimentan de cultivos humanos y tienen el mismo desenlace (Fotografía 5.59).

Fotografía 5.59 Ganado vacuno en áreas de vegetación herbácea y arbustiva

Coordenadas: Este: 1158846; Norte: 1309245
Vereda Alcaparral. Pamplona.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Otra amenaza latente, no sólo para la mastofauna sino para varios grupos de vertebrados, son la gran cantidad de perros y gatos callejeros, muchos de ellos se convertidos en perros y gatos ferales dedicados a cazar fauna silvestre, disminuyendo sus poblaciones y con la potencialidad de ser un reservorio de enfermedades para cánidos y félidos silvestres. Las cámaras trampa ubicadas en las coberturas de la UF1, captaron varias fotografías de animales domésticos, incluso puede ser una de las razones por las que no se encuentra un gran número de especies de mastofauna en esta unidad funcional.

Fotografía 5.60 Perros y gatos callejeros y/o ferales

Coordenadas: Este: 1158433; Norte: 1309460 y Este: 1158440; Norte: 1309472.
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

También se evidenció el uso de productos químicos en las labores agrarias, sobre todo de pesticidas y herbicidas, estos venenos pueden afectar directamente la salud de los mamíferos que habitan esta zona directamente por la ingesta de ítems contaminados o por beber los lixiviados de aguas que contienen los agentes químicos (Fotografía 5.61)

Fotografía 5.61. Pesticidas y herbicidas encontrados

Coordenadas: Este: 1159179; Norte: 1308869
Vereda Alcaparral. Pamplona
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies en categoría de amenaza**

Dentro de las especies registradas en el área de influencia, sólo una especie se encuentra amenazada, se trata del Venado soche o candelillo (*Mazama rufina bricenii*), que según la UICN se cataloga como vulnerable (VU) por la fragmentación de sus hábitats, los cultivos de ilícitos de coca en el área de distribución y la cacería ilegal principalmente (IUCN., http://www.iucnredlist.org/, 2017).

A continuación, se presenta la ficha informativa correspondiente a *Mazama rufina (*Tabla 5.130), especie registrada en las áreas de muestreo por métodos indirectos y encuestas.

Tabla 5.130 Ficha informativa de *Mazama rufina bricenii.*

***Mazama rufina bricenii* Thomas, 1908**	
Fuente: (Duarte, s.f.)	

***Mazama rufina bricenii* Thomas, 1908**	
	Fuente: Gutiérrez et al (2015)
Clase	Mammalia
Orden	Cetartyodactila
Familia	Cervidae
Especie	*Mazama rufina bricenii*
Nombre común	Soche de páramo, Soche, venado chonta
Estado de amenaza	VU según IUCN
Tipo de distribución	Casi Endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Venezuela
Distribución en Colombia	En Colombia se encuentra en el Parque Nacional de Tamá en el departamento de Norte de Santander y, posiblemente, en el Parque Nacional Cocuy entre Boyacá, Arauca y Casanare. El límite en la distribución es desconocido. IUCN, 2017
Distribución altitudinal	Desde los 1.500 hasta los 4.000 m.s.n.m.
Densidad de la especie	Desconocida
Estado poblacional	Decreciendo. Creciente disminución de la población la cual se sospecha que será superior al 30%, en un período de tres generaciones (21 años) por pérdida de hábitat. IUCN, 2017
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Habitan bosques montanos y páramos. La ecología de la especie es desconocida (IUCN, 2017). Dentro del área de influencia, se consideran importantes para esta especie los microhábitats disponibles en las coberturas boscosas presentes en las veredas El Páramo y La Hojancha.
Sitios de observación en campo	En el área de influencia del proyecto, la especie fue registrada por medio de entrevistas.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Especies de importancia ecológica**

Las especies generalistas y oportunistas como las encontradas en el muestreo, son muy importantes puesto que pueden florecer y desarrollarse en hábitats disturbados, con presencia humana y su oportunismo puede hacer que sean al mismo tiempo regeneradores de bosque y depredadores. Su rol puede variar, pero por lo general estas especies no tienen problemas de adaptación a ecosistemas cambiantes y esto les da una ventaja adaptativa sobre las especialistas quienes tienden a extinguirse más fácilmente debido a su exclusividad.

- **Especies de importancia económica y comercial incluidas en CITES**

De las siete (7) especies registradas, solamente una se encuentra presente en los apéndices I o II de la CITES, se trata del Zorro (*Cerdocyon thous*), que a pesar de no ser una especie en vía de extinción es necesario controlar su tráfico con el fin de no causar una baja en sus poblaciones. El Zorro Perruno nunca fue traficado por su piel, sino más bien atacado por comerse animales domésticos como aves de corral, aunque normalmente convive bien con los humanos.

- **Usos dados por la comunidad**

Según las encuestas (Anexo 5.2.2.5.3_Entrevistas_mamíferos), se reportaron siete (7) especies en el área de influencia, tres (3) de ellas son identificadas como depredadores de aves de corral, dos son utilizadas eventualmente como comida y una como mascota. Las Ardillas y el Venado Soche no tienen un uso aparente por parte de la comunidad.

La Chucha o Fara (*Didelphis marsupialis*), es conocida por ser una hábil ladrona de comida y de llevarse las gallinas y los pollos que encuentre, a veces es exterminada con venenos o con armas, pero por lo general existe una buena convivencia con la especie en el área de estudio.

Al igual que la Fara, los Zorros (*Cerdocyon thous*) y las Comadrejas (*Mustela frenata*) son hábiles depredadores y en ocasiones se alimentan de aves de corral como gallinas y pollos.

En ocasiones, los pobladores pueden utilizar algunas de las especies registradas como alimento, es el caso de los Conejos (*Sylvilagus brasiliensis*) y el Puercoespín (*Coendou pruinosus*), que además de ser considerado como comida, algunas personas lo preferían de mascota dentro del área de estudio, aunque no muy frecuente.

- **Especies endémicas**

Dentro de las especies registradas, se encontró solamente una casi endémica, el Venado Soche o Candelillo (*Mazama rufina bricenii*). Esta especie se distribuye en la cordillera de los Andes al noreste de Colombia y el oeste de Venezuela. En Colombia se encuentra desde el Parque Nacional el Tamá en Norte de Santander, en cercanías a la zona de estudio del presente trabajo, y posiblemente en el Parque nacional el Cocuy, entre Casanare, Arauca y Boyacá. Se desconoce el límite sur de su distribución actualmente (IUCN., 2017).

- **Especies migratorias**

No se encontró ninguna especie migratoria durante el presente trabajo. La baja calidad de hábitats, la intervención antrópica, la contaminación del agua, la falta de zonas boscosas y la altura, son algunos de los factores que pudieron hacer que no se encontraran especies migratorias de mamíferos, ya que en su gran mayoría son murciélagos sensibles a estas variables ambientales.

5.2.1. Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos son unidades ecológicas que resultan de la interacción entre las partes biológicas, físicas, químicas y geológicas que constituyen los cuerpos de agua. La parte biótica o viva del ecosistema, la componen todos los organismos que en él viven, mientras que los componentes físicos, químicos y geológicos conforman el medio abiótico donde habitan e interactúan estos organismos (Roldán & Ramirez, 2008; Dodds, 2002).

Los cuerpos de agua continentales se encuentran divididos en dos sistemas: lénticos y lóticos. Los primeros presentan como característica principal el almacenamiento de agua y la falta de un flujo unidireccional, mientras que los segundos se diferencian por un flujo constante y unidireccional en sus aguas (Ramírez & Viña, 1998).

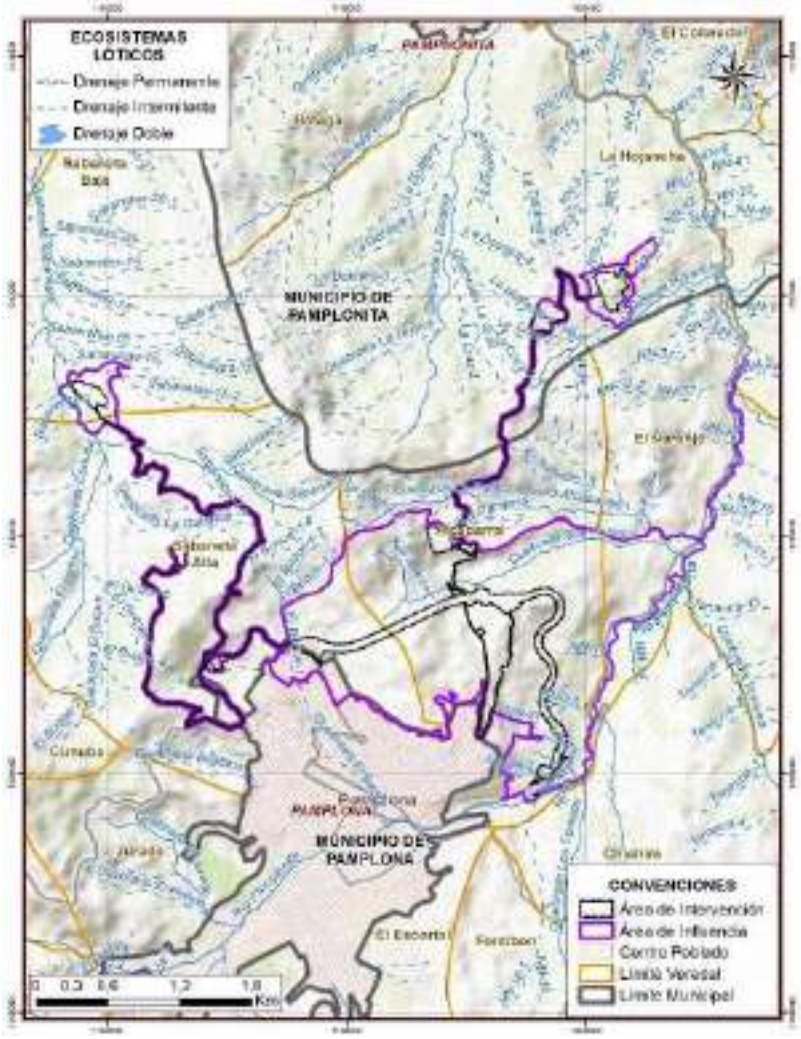
Los ecosistemas acuáticos, tanto lénticos como lóticos, poseen un alto grado de heterogeneidad temporal y espacial, así como una biota única que presenta adaptaciones en relación con las condiciones bióticas y abióticas del ecosistema (Poff & Allan, 1995). Generalmente, la diversidad de la biota acuática es mayor en el trópico que en sistemas ribereños templados, ya que temperaturas altas inciden en los ciclos de vida de los organismos acuáticos, haciéndolos cortos y por ende más abundantes (Cala, 1990); de este modo, la gran diversidad se genera por una complejidad de interacciones entre factores bióticos y abióticos.

Por lo anterior, todo organismo inmerso en un sistema resulta ser un indicador de las condiciones del medio en el cual se desarrolla, ya que, de cualquier forma, su existencia en un espacio y momento determinado responde a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del ecosistema que habita; por tal razón, el estudio de la biología y la ecología de las aguas continentales y sus organismos, brinda información acerca de las condiciones de hábitat y en general el estado de las comunidades en relación a variables especificas tanto bióticas como abióticas y frente a posibles alteraciones del mismo (Roldán-Pérez, 2016).

5.2.1.1 Principales ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia y su importancia en el contexto regional

El área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona se encuentra localizada en el departamento de Norte de Santander, entre los municipios de Pamplona y Pamplonita, en la zona hidrográfica del Catatumbo y en la cuenca del Río Pamplonita. (Figura 5.118)

Figura 5.118 Principales corrientes lóticas presentes en el área de influencia de la UF1



Fuente: Aecom – ConCol, 2018

El río Catatumbo, cuya cuenca es el Lago de Maracaibo, posee un área de 25.600 km^2, de los cuales el 76% se ubica en territorio colombiano y el área restante es compartida con Venezuela. Esta región es particularmente rica en recursos y oferta de servicios ecosistémicos; sin embargo, el desarrollo de actividades antrópicas como la expansión urbana, la deforestación, erosión, minería, agricultura y ganadería intensiva, así como la extracción de recursos, han degradado considerablemente la calidad del hábitat para la biota acuática (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

La región de la subcuenca del Catatumbo se caracteriza por ser heterogénea, con un rango altitudinal de entre 0 a 4100 m.s.n.m, presentando una amplia variedad de hábitats para el desarrollo de fauna y flora. Incluye páramos, altiplanos, cañones, piedemontes, así como tierras bajas, propiciando así una diversa variedad de ecosistemas acuáticos con

características particulares, asociadas a sus ecosistemas terrestres paralelos. La cuenca, aunque aporta cerca del 60% del total de agua dulce del Lago de Maracaibo, atraviesa por una serie de problemas ambientales que comprometen su diversidad biótica; graves problemas de contaminación, ocasionados principalmente por derrames de petróleo, plaguicidas y organoclorados (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

En el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 la principal cuenca de la zona hidrográfica del Catatumbo corresponde al río Pamplonita, la cual se encuentra ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de Colombia, al sureste del departamento de Norte de Santander. La cuenca limita al sur con la cuenca del río Chitagá (municipios de Pamplona, Toledo, Cácota y Labateca), al Norte y Occidente con la cuenca del Río Zulia (municipios de Mutiscua, Pamplona, Cucutilla, Bochalema, Arboledas, Durania, San Cayetano y Cúcuta) y al Oriente con Territorio

El cauce principal con una longitud de 300,64 Km se forma en el municipio de Pamplona en la confluencia de las quebradas El Rosal y Navarro y finaliza cerca del centro poblado de Puerto Villamizar en el Municipio de Cúcuta al confluir en el Río Zulia (Caicedo et al, 2007).

En la cuenca del río Pamplonita, los principales sectores que dependen de este recurso hídrico, corresponden al sector agrícola, seguido del doméstico. Por otra parte, las principales actividades económicas dependientes de este recurso son el cultivo de arroz de riego, piscícolas (Trucha, Cachama y Mojarra) en estanques, material de arrastre.

En cuanto a la diversidad de estos ecosistemas acuáticos, la red de corrientes lóticas, son elementos fundamentales para la biodiversidad y su desarrollo, así como para las poblaciones humanas que viven y hacen uso de sus recursos. Por su parte, la cuenca del río Catatumbo y sus tributarios, históricamente han sido explotadas, como consecuencia del crecimiento demográfico y que, aún con sus altos problemas ambientales, constituye la fuente de recursos hídricos para gran parte de las comunidades humanas que viven en el departamento de Norte de Santander. Sin embargo, su potencial pesquero, así como en general, de su oferta de servicios ambientales ha decaído radicalmente en las últimas décadas (Lasso, y otros, 2011).

Adicionalmente, en el contexto regional, la importancia para la biodiversidad de las corrientes previamente descritas radica principalmente en la dependencia de las especies en general, así como especies endémicas y migratorias por el recurso hídrico. La red de drenajes constituye el escenario de desarrollo y de conjunción de la fauna acuática y terrestre, así mismo, son canales de movilización, amortiguadores hídricos, zonas de alimentación y de cría (tributarios) para un amplio número de especies y, sumados a los ecosistemas lénticos son el contexto del cual depende tanto la conservación de la biodiversidad como la seguridad alimentaria, (CORMAGDALENA, 2007) (Lasso, y otros, 2011).

5.2.1.2 Componente biótico de los ecosistemas acuáticos

Para la caracterización de las comunidades bióticas de los ecosistemas acuáticos ubicados dentro del área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta UF1, se caracterizaron las comunidades hidrobiológicas de fitoplancton, Perifiton, zooplancton, Macroinvertebrados acuáticos, Macrófitas y peces, realizados por el laboratorio ambiental Corporación Integral del Medio Ambiente, CIMA.

Para la UF1, se muestrearon siete (7) cuerpos de agua, de los cuales solo se registró información en cuatro de ellos puesto que los otros se encontraban secos(puntos 1, 2 y 4). Estos puntos fueron los mismos evaluados para calidad del agua (Tabla 5.131 y Figura 5.119). El muestreo se realizó entre el 08 y 09 de marzo de 2018, durante la época de transición sequia a lluvia, bajo el permiso de investigación otorgado a Concol Consultores S.A.S, resolución 00168 del 13 de febrero del 2017 (Anexos 5.2.3. Hidrobiologícos) Esto con el objeto de tener datos de referencia de cada una de las comunidades con respecto a su composición y estructura en el área de influencia y para la época hidrológica específica de los muestreos. Los muestreos correspondientes a la época de lluvias serán realizados inmediatamente antes de iniciar la etapa de construcción.

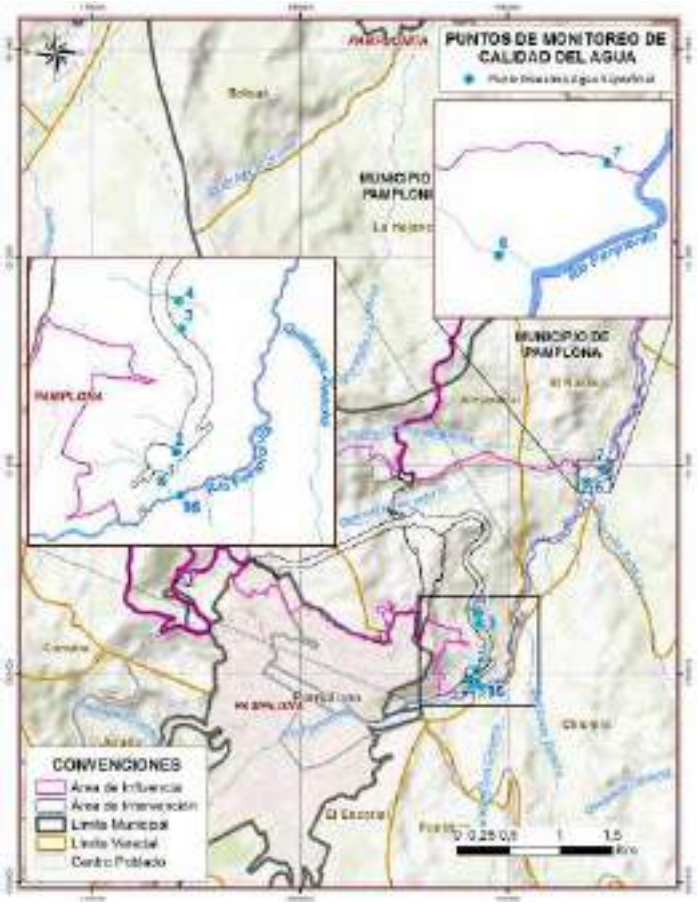
Tabla 5.131 Estaciones de muestreo definidas para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas para la UF1

No. Muestra	Vereda	Municipio	Descripción de la muestra/Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente de agua	Tipo de fuente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
						Este	Norte
1	Alcaparral	Pamplona	P1-UF1	NN-25	Quebrada	1159655,19	1307925,29
2	Alcaparral	Pamplona	P2-UF1	NN-25-1	Quebrada	1159707,00	1308029,94
3	Alcaparral	Pamplona	P3-UF1	NN-27	Quebrada	1159730,06	1308487,90
4	Alcaparral	Pamplona	P4-UF1	NN-27-1	Quebrada	1159717,46	1308589,26
6	El Naranjo	Pamplona	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	Quebrada	1160759,45	1309843,38
7	El Naranjo	Pamplona	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	Quebrada	1160912,41	1309972,94
95	Alcaparral	Pamplona	P95 - VERTIMIENTO	Rio Pamplonita	Rio	1159722,85	1307873,27

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

De acuerdo con los términos de referencia, los muestreos se realizaron en puntos de vertimiento, captaciones y ocupaciones de cauce, por lo cual no se tuvieron en cuenta vías de acceso a ZODMEs

Figura 5.119 Distribución de los puntos de muestreo dentro de área de influencia de la UF1



Fuente: Aecom – ConCol, 2018

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los muestreos realizados en los cuerpos de agua, de las comunidades de perifiton, fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados acuáticos, macrófitas y peces.

5.2.1.2.1 Perifiton

Comunidad de microorganismos constituida por algas, hongos, bacterias que se desarrollan sobre superficies sumergidas, tales como rocas, troncos, sedimentos, hojas y macrofitas. Desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, como son la productividad primaria del sistema y el reciclaje de nutrientes. Son ampliamente empleados como indicadores de la calidad del agua ya que reflejan las alteraciones físicas, químicas y/o biológicas de los ecosistemas en los que se desarrollan (Pérez, Pineda, & Medina, 2007). La composición de perifiton en un tiempo y espacio específico depende de distintas variables como: el tipo de sustrato, la rugosidad y el estado trófico del agua. Las algas se desarrollan adheridas a todo tipo de sustrato y se observan regularmente como manchas verdes o parduscas sobre rocas, troncos y objetos artificiales sumergidos en el

agua. Por tales características, su estudio permite tener un acercamiento de posibles efectos generados por contaminantes en sistemas tanto lenticos como loticos (Roldan-Pérez, 2008).

- Composición y abundancia

Para el área de influencia se reportan un total de 13 morfoespecies, las cuales corresponden taxonómicamente a una división y un phyllum, diez (10) órdenes y 12 familias (Tabla 5.132)

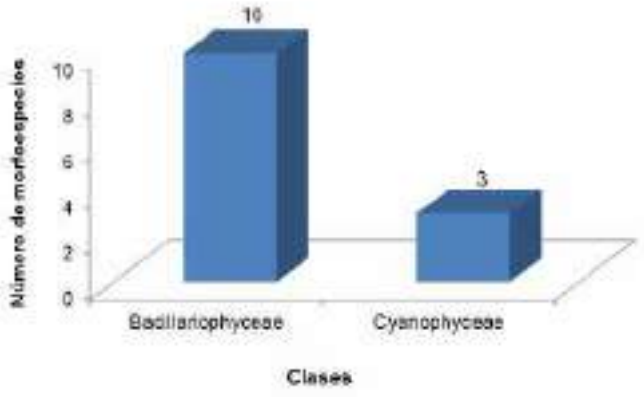
Tabla 5.132 Composición taxonómica de Perifiton

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	P3-UF1	P6 Qda. San Antonio	P 7 Qda. La Palma	P95 Vertimiento UF2
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia* sp.	292.50	82.20	-	-
Bacillariophyceae	Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma* sp.	2.50	-	-	-
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula* sp.	137.50	-	271	108.57
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Synedra* sp.	35	-		-
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp.	55	-	-	41.58
Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora* sp.	7.50	-	-	-
Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria* sp.	5	-	-	-
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia* sp.	15	-	-	-
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	*Chroococcus* sp.	-	11.70	-	-
Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	*Phormidium* sp.	-	-	53.50	-
Bacillariophyceae	Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis* sp.	-	-	44.20	-
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella* sp.	-	-	-	6.93
Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	*Melosira* sp.	-	10.10	571	6.93

Fuente: C.I.M.A., 2018

En términos de riqueza, la clase que presentó la mayor representatividad fue Bacillariophyceae con diez (10) morfoespecies, mientras que para Cyanophyceae se registraron tres (3) morfoespecies (Figura 5.120).

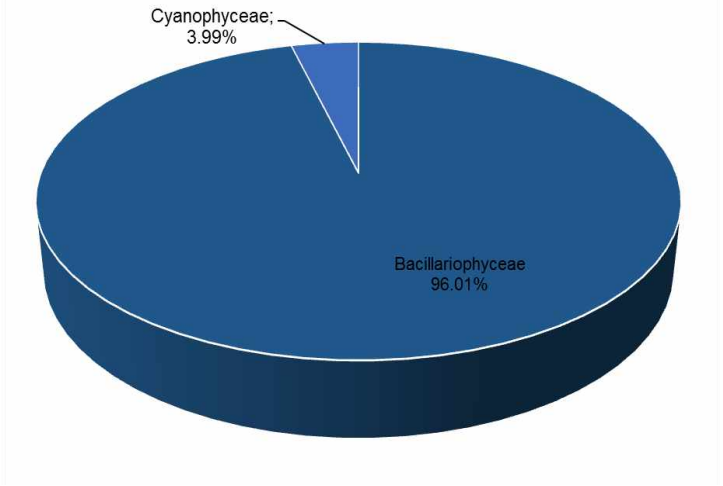
Figura 5.120 Riqueza específica (S´) de Perifiton por clase



Fuente: C.I.M.A., 2018

En términos de abundancia, la clase más representativa fue Bacillariophycea con 1687,51 Ind/cm^2 (96,01%), mientras que para la clase Cyanophyceae se registraron 70,2 Ind/cm^2 (3,99%) (Figura 5.121).

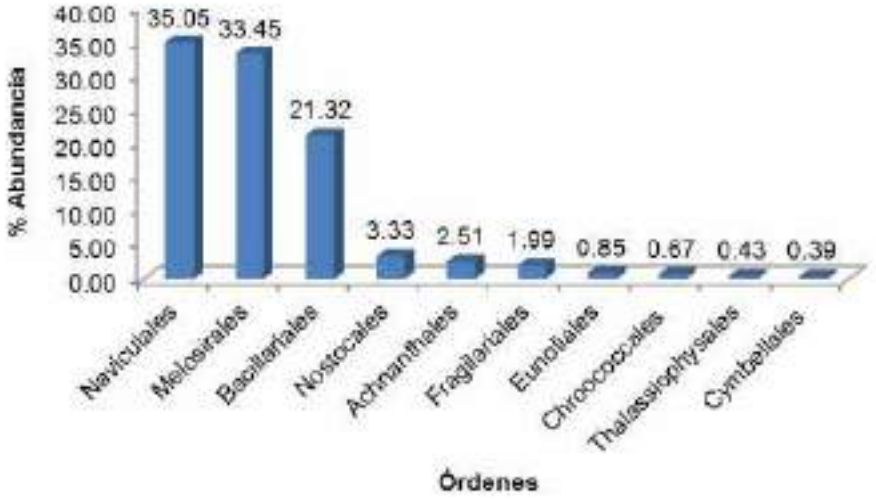
Figura 5.121 Abundancia (Cel/cm^2) porcentual del Perifiton por clases



Fuente: C.I.M.A., 2018

Se identificaron diez (10) órdenes, de los cuales las mayores abundancias se registraron para Naviculales con 35,05%, seguido de Melosirales con 33,45% y Bacillariales con 21,32% del total de muestras caracterizadas. Por otra parte, los demás órdenes estuvieron representados por órdenes por debajo de 5% (Figura 5.122).

Figura 5.122 Porcentaje de abundancia del Perifiton por órdenes en el AI de la UF1



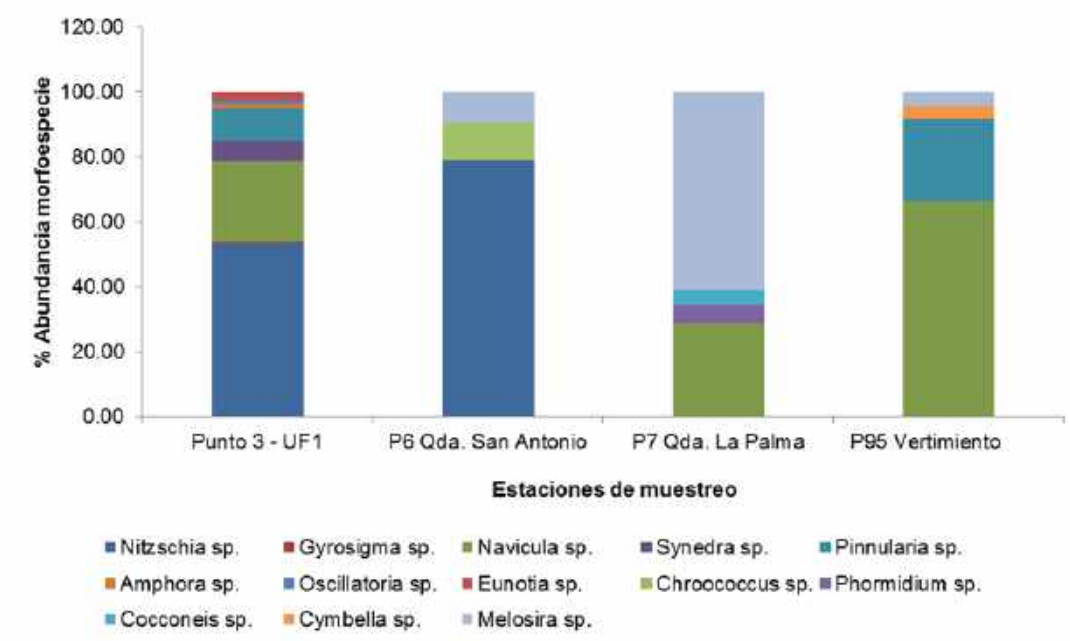
Fuente: C.I.M.A., 2018

En términos de abundancia, las morfoespecies más representativas fueron *Melosira* sp, Con 588,03 Ind/cm^2, seguido de *Nitzschia* sp. y *Navicula* sp. con 517,07 Ind/cm^2 y 374,70 Ind/cm^2 respectivamente.

La abundancia de *Melosira* sp., puede estar asociada a las bajas velocidades de corriente, lo cual crea condiciones favorables como aumento de nutrientes y crecimiento acelerado de los filamentos de esta morfoespecie. Por su morfología, Melosira presenta un carácter filamentoso no adherido al sustrato, lo cual se convierte en un área importante de colonización para otras diatomeas con pedúnculos.

El género *Navicula,* junto con *Nitzchia*, pertenecientes a las familias Naviculaceae y Bacillariaceae, respectivamente, son los grupos más grandes de diatomeas dulceacuícolas, pudiendo encontrarse también en ambientes salobres. Por causa de su ecología, las diatomeas constituyen uno de los grupos de mayor relevancia para la identificación de la calidad de aguas continentales, principalmente usando aquellas especies adheridas al sustrato. Las Naviculas, por lo general, soportan condiciones tanto de desecación, como de contaminación e incluso de salinidad, siendo una especie común en diferentes ambientes de agua dulce. (Wengrat, Tavares, da Silva, & Farias de Aquino, 2007), siendo así indicadoras de contaminación de las aguas.

Figura 5.123 Riqueza específica (S´) por morfoespecie de Perifiton para cada estación de muestreo evaluada en el AI de la UF1



Fuente: C.I.M.A., 2018

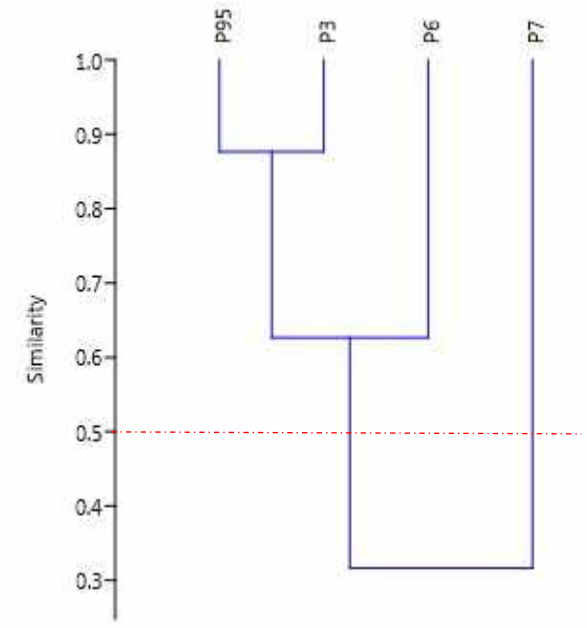
Para las estaciones de muestreo la mayor abundancia fue aportada por las morfoespecies *Nitzschia* sp. para los Puntos 3 y P6 Qda. San Antonio, mientras que para las estaciones P7 Qda. La Palma y P95 Vertimiento UF2 fue la morfoespecie *Navicula* sp. Por otra parte,

Melosira sp. presentó la mayor frecuencia de ocurrencia registrándose en las cuatro (4) estaciones de muestreo.

Análisis de clasificación

De acuerdo con el análisis de clasificación, estimado mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, el cual toma en cuenta la riqueza y la abundancia de cada especie presente en una muestra, para los puntos de muestreo se evidenció la agrupación de los Puntos 3 y 95, con un porcentaje de similitud de alrededor de 45%, en cuanto a su composición y estructura, mientras que los puntos más disimiles fueron el 7 y el 6 (Figura 5.124)

Figura 5.124 Dendrograma del índice de similitud de Bray-Curtis para la composición y abundancia de perifiton por estación de muestreo en el AI de la UF1

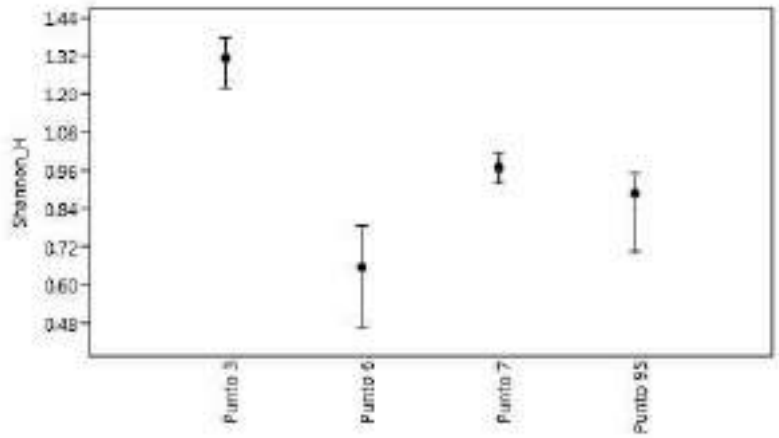


Fuente: C.I.M.A., 2018

Estructura de la comunidad índices de diversidad biológica

De acuerdo con los valores obtenidos a partir del índice de diversidad de Shannon (H'), se reconoce (teniendo en cuenta los intervalos de confianza del 95%), el valor más alto correspondió al Punto 3, con una diferencia significativa respecto a los demás puntos de muestreo, mientras que la menor diversidad se registró en el Punto 6 (Figura 5.125).

Figura 5.125 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wienner para la comunidad perifítica entre estaciones de muestreo

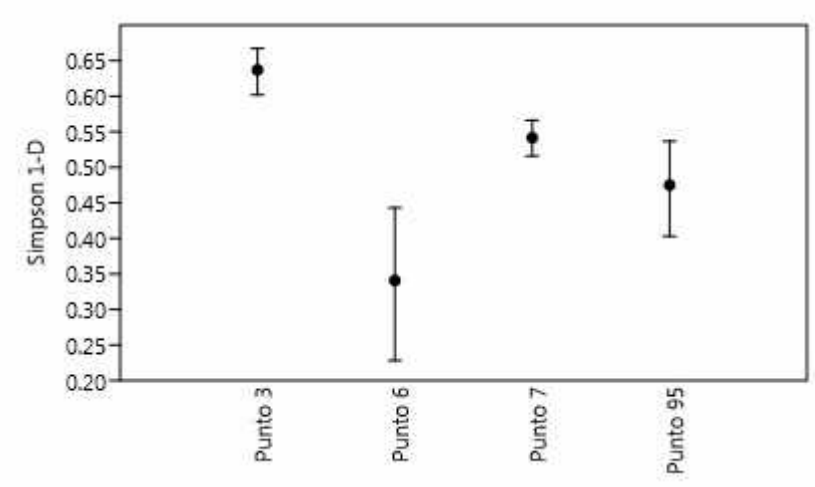


Fuente: C.I.M.A., 2018

De acuerdo con el índice de dominancia de Simpson (1_D), en el Punto 3 la comunidad perifitica difiere tanto en la ocupación del espacio, así como en la utilización de los recursos, seguido se encuentran los Puntos 7 y 5 y en último lugar el Punto 6 (Figura 5.126).

La dominancia de especies, en las estaciones con los valores más altos, se encuentra representada por las morfoespecies, *Melosira* sp., *Navicula* sp. y *Nitzschia* sp., pertenecientes a grupos bioindicares de aguas eutrofizadas (Roldan-Pérez, 2008).

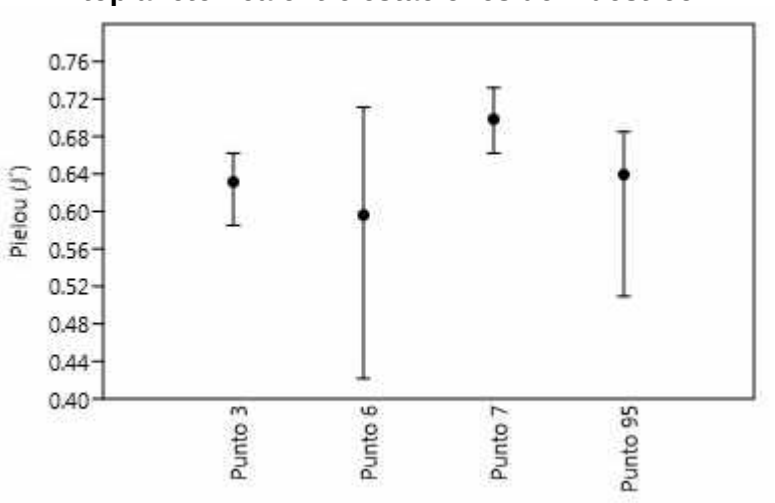
Figura 5.126 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad Perifítica entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2018

El valor del índice de Pielou (J'), representa el grado de distribución de las especies dentro de la comunidad, en un espacio y tiempo específico. Su valor se relaciona con la diversidad y la dominancia, ya que ecosistemas más diversos tienden a tener una distribución más homogénea en su composición y estructura (Magurran, 2013). Para el ensamble perifitico de la UF1, los valores del índice muestran que, la estación con mayor homogeneidad respecto a la abundancia de cada especie con respecto al total de la riqueza obtenida se encuentra en el Punto 7. Cabe resaltar que este resultado, en comparación con los intervalos de confianza, no se presentan diferencias con los resultados de los puntos 6 y 95 (Figura 5.127)

Figura 5.127 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para la comunidad fitoplanctónica entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2018

5.2.1.2.2 Fitoplancton

El ensamblaje fitoplanctónico, constituye el principal grupo productor de carbono orgánico en la zona fótica de los cuerpos de agua, y está conformado por organismos fotoautótrofos microscópicos, principalmente algas de las clases Clorofíceas, Diatomeas, Euglenófitos, Dinoflagelados y Cianobacterias, adaptados a vivir parcial o continuamente suspendidos en aguas abiertas (Roldán & Ramírez, 2008; Reynolds, 2006; Stevenson, Bothwell, & Lowe, 1996). El fitoplancton presenta una alta diversificación y es el factor principal de producción primaria en los ecosistemas lénticos (Ramírez & Viña, 1998). Ha sido uno de los grupos mejor estudiados por su alta sensibilidad a los cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua; tanto así, que con frecuencia se observan patrones repetitivos de composición y abundancia a través de las diferentes épocas climáticas (Kalff, 2002).

- Composición y abundancia

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por nueve (9) morfoespecies, las cuales corresponden a una (1) división y un (1) phyllum, tres (3) clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias (
Tabla 5.133).

Esta comunidad en general presentó valores bajos de abundancia (<0,1), dados los bajos valores hallados, de riqueza y abundancia, los análisis realizados para este grupo se limitaron a descripciones cualitativas acerca de su composición y riqueza, puesto que para estimar los índices de diversidad (alfa y beta), y que sus resultados sean representativos se requiere de un mayor número de datos. Por esta razón se recomienda que, dichos análisis se realicen con base en los subsecuentes resultados de los monitoreos, llevados a cabo durante la fase de seguimiento y monitoreo.

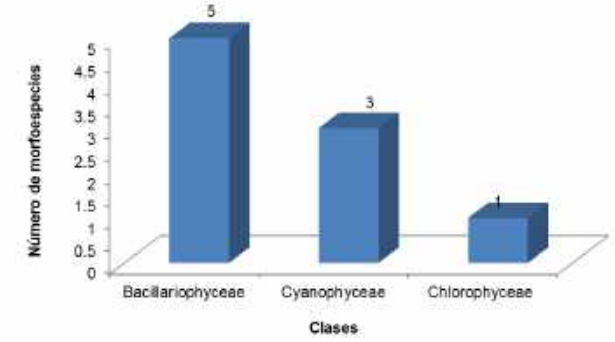
Tabla 5.133 Composición taxonómica de fitoplacton

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Punto 3 UF1	P6 Qda. San Antonio	P7 Qda. La Palma	P95 Vertimiento UF2
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia* sp.	0.033	0.010	-	-
Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya* sp.	0.021	-	-	-
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula* sp.	0.029	0.010	0.080	0.02
Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria* sp.	0.005	-	0.080	-
Cyanophyceae	Stigonematales	Stigonemataceae	*Stigonema* sp.	0.005	-	-	-
Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	*Melosira* sp.	0.005	0.010	0.160	0.001
Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	*Surirella* sp.	0.002	-	-	-
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp.	-	-	-	0.0005
Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Dictyosphaeriaceae	*Dimorphococcus* sp.	-	-	-	0.005

Fuente: C.I.M.A., 2018

Al igual que para la comunidad perifítica, la clase más representativa en términos de riqueza fue Bacillariophyceae con cuatro (4) morfoespecies, seguido de Cyanophyceae tres (3) morfoespecies y en último lugar Chlorophyceae con una (1) morfoespecie (Figura 5.128).

Figura 5.128 Riqueza específica (S´) de Fitoplancton por clase

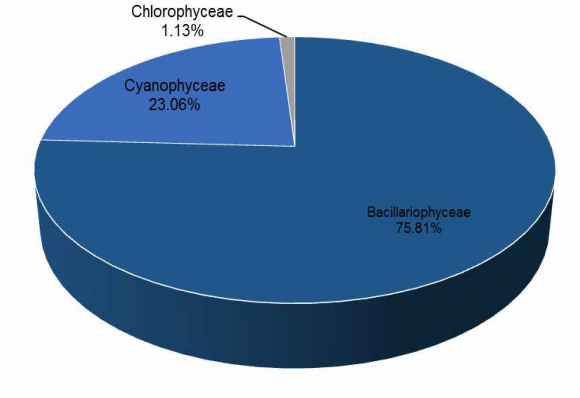


Fuente: C.I.M.A., 2018

En cuanto a la abundancia, las clases más representativas fueron Bacyllariophyceae con 0.0362 Ind/mL (75,81%), en contraste, se registró Cyanophyceae con 0.110 Ind/mL (23,06%) y Chlorophyceae con 0.005 Ind/mL (1,13%) (Figura 5.129).

El grupo de las Bacillariophyceas se caracterizan por presentar gran variedad de formas celulares, reproductivas y alimenticias (Ramírez, 2000), caracterizándose por estructuras especializadas para adherirse a los sustratos (Zapata y Donato, 2005), además de ser indicadoras de turbulencia, alta conductividad y gran aporte de sedimentos al medio (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

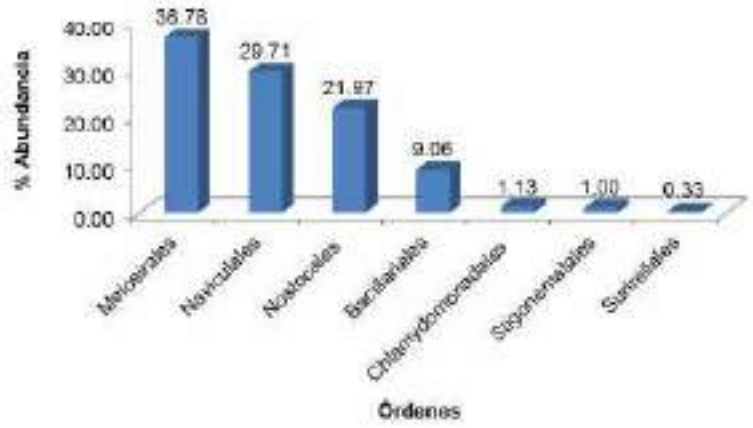
Figura 5.129 Abundancia (Ind/mL) del fitoplancton por clase



Fuente: C.I.M.A., 2018

A nivel de orden, el grupo más representativo en términos de abundancia fue Melosirales con 36,78%. Seguido de Naviculales con 29,71% y Nostocales con 21,97%, estos reunieron un total del 88,47% del total de individuos registrados; en contraste, los demás órdenes estuvieron representados por porcentajes inferiores a 10% (Figura 5.130).

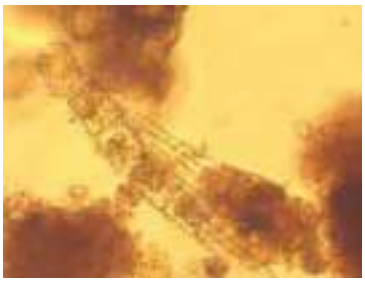
Figura 5.130 Porcentaje de abundancia (Ind/mL a del fitoplancton por órdenes



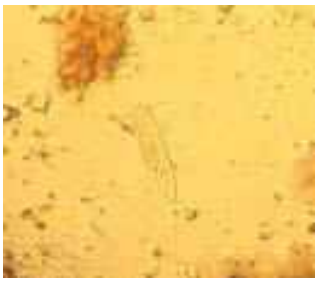
Fuente: C.I.M.A., 2018

La morfoespecie más representativa en términos de abundancia fueron *Melosira* sp. con 0,176 Ind/mL, *Navicula* sp. con 0,141 Ind/mL y *Oscillatoria* sp. con 0.085 Ind/mL.

Fotografía 5.62. Fitoplancton registrado en el AI de la UF1



Melosira sp.



Navicula sp.

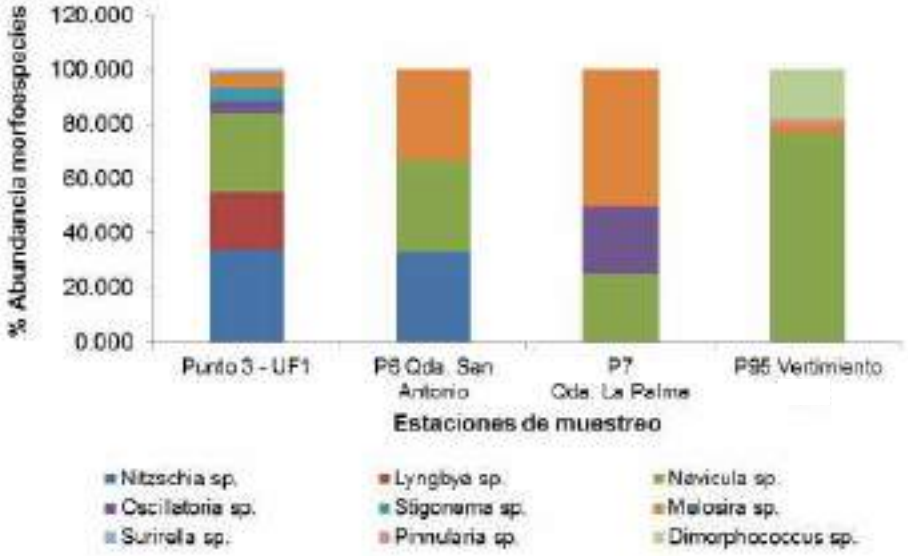
Oscillatoria sp.

Fuente: C.I.M.A., 2018

Navicula sp. hace parte del conjunto de las diatomeas y, de sus mayores grupos para aguas continetales. De este modo, su representatividad coincide con lo que ha sido descrito para aguas tropicales (Wengrat, Tavares, da Silva, & Farias de Aquino, 2007). Estas son usadas como especies bioindicadoras, ya que son abundantes y de amplia distribución, indicando, cuando presentes, posibles estados de eutrofización de las aguas (Roldán & Ruíz, 2001). Por otra parte, Oscillatoria, se encuentra asociada a aguas con abundante materia orgánica.

(
Figura **5.131**).

Figura 5.131 Porcentaje de abundancia por especie de Fitoplancton para cada estación de muestreo en el AI de la UF1



Fuente: C.I.M.A., 2018

Para las estaciones de muestreo, la mayor abundancia fue aportada por la morfoespecie *Melosira* sp. en los Puntos 6 Qda. San Antonio y el Punto 7 Qda. La Palma, mientras que *Navicula* sp. fue la morfoespecie más abundante en los puntos 3-UF1 y P6 Qda San Antonio. Por otra parte, *Navicula* fue la morfoespecie de mayor frecuencia de ocurrencia, registrándose en las cuatro (4) estaciones de muestreo.

5.2.1.2.3 Zooplancton

El zooplancton constituye uno de los primeros eslabones en la cadena alimenticia acuática y participa activamente en la transferencia de energía y en los ciclos de nutrientes (Lehman, 1980; Esteves, 1988; Chappaz, Deucende, & Bartherlemy). Se caracteriza por ser un grupo poco diverso en aguas continentales y está conformado por todos los organismos microscópicos de origen animal que flotan libres en el agua, principalmente protozoos, rotíferos y microcrustáceos (cladóceros y copépodos).

El desarrollo del ensamble zooplanctónico no depende solamente de la cantidad de alimento sino también de la diferente calidad nutricional del fitoplancton del cual se alimenta (Brett, Müller-Navarra, & Park, 2000), (Ramos-Rodríguez & Conde-Porcuna, 2003), a su vez el zooplancton puede transferir detritos y bacterias a niveles tróficos superiores y también participar activamente en el proceso de recirculación de los nutrientes para que estos sean aprovechados nuevamente por el fitoplancton (Macedo & Pinto-Coelho, 2000). (Mitch & Gosselink, 2000), (Hunt & Matveev, 2005), (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008) y de esta manera regular la abundancia y composición de los diferentes niveles tróficos de la comunidad

- Composición y abundancia

Para el área de influencia se reportan nueve (9) morfoespecies, las cuales corresponden taxonómicamente a tres (3) phyllum, cuatro (4) clases, cuatro (4) órdenes y seis (6) familias (Tabla 5.134).

Esta comunidad en general presentó valores bajos de abundancia (<0,1) y riqueza. Dicha condición dada, probablemente, a las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificulta el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Roldán & Ruíz, 2001).

Dados los bajos valores hallados, de riqueza y abundancia, los análisis realizados para este grupo se limitaron a descripciones cualitativas acerca de su composición y riqueza, puesto que para estimar los índices de diversidad (alfa y beta), y que sus resultados sean representativos se requiere de un mayor número de datos. Por esta razón se recomienda que, dichos análisis se realicen con base en los subsecuentes resultados de los monitoreos, llevados a cabo durante la fase de seguimiento y monitoreo.

Tabla 5.134 Composición taxonómica de Zooplancton

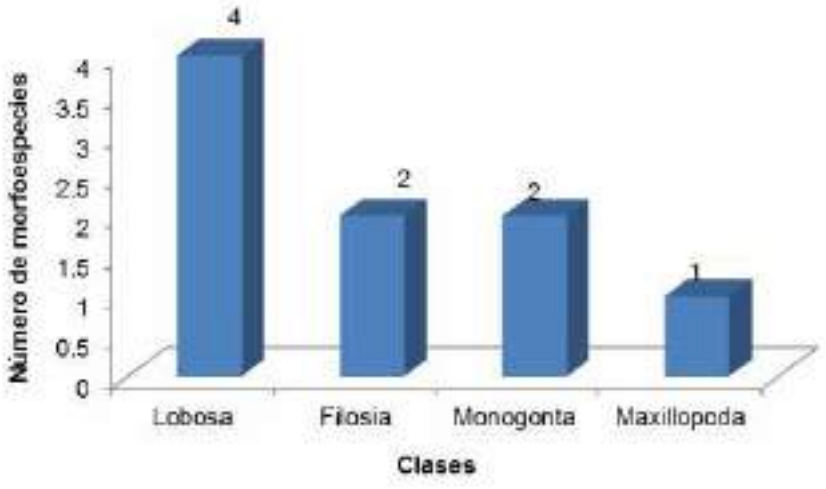
CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Punto 3 -UF1	P6 Qda. San Antonio	P7 Qda. La Palma	P95 Vertimiento UF2
Lobosa	Arcellinida	Plagiopyxidae	*Bullinularia* sp.	0.0014	-	-	-
Lobosa	Arcellinida	Difflugiidae	*Difflugia* sp.	0.0035	-	-	-
Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis* sp.	0.0042	-	-	-
Filosia	Aconchulinida	Cyphoderiidae	*Cyphoderia* sp.	0.0007	-	-	-
Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	*Euglypha* sp.	0.0035	-	-	-
Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella* sp.	0.0021	-	0.004	-
Maxillopoda	Harpacticoida	-	Harpacticoida Morfo1	-	0.001	-	-
Monogonta	Ploima	Brachionidae	*Anuraeopsis* sp.	-	0.003	-	0.007
Monogonta	Ploima	Lecanidae	*Lecane* sp.	-	-	-	0.001

Fuente: C.I.M.A., 2018

La clase con mayor riqueza de especies fue, Lobosa con cuatro (4) morfoespecies, seguido de Filosia y Monogonta con dos (2) morfoespecies y en último lugar Maxilopoda con una (2) morfoespecie (Figura 5.132).

La clase Lobosa pertenece al grupo de las amebas tecadas, este grupo de protozoos son descomponedores de celulosa y recicladores de nutrientes (Zapata, 2006),

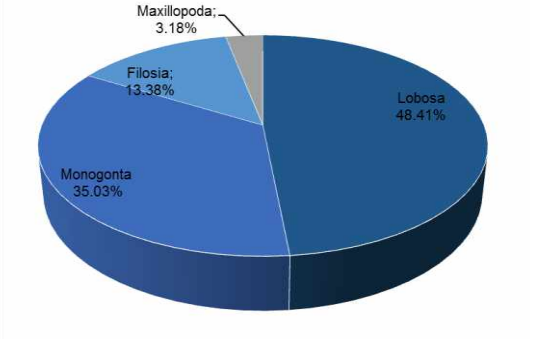
Figura 5.132 Riqueza específica (S´) de Zooplancton por clase



Fuente: C.I.M.A., 2018

La mayor abundancia por clase fue registrada por Lobosa con 0.015 Ind/mL (48,41%), seguido de Monogonta con 0.011 Ind/mL (35,03%) y Filosia con 0.004 Ind/mL (13,38%), en último lugar se registró Maxilopoda con 0.001 Ind/mL (3,18%) (Figura 5.133).

Figura 5.133 Abundancia porcentual del Zooplancton por clases



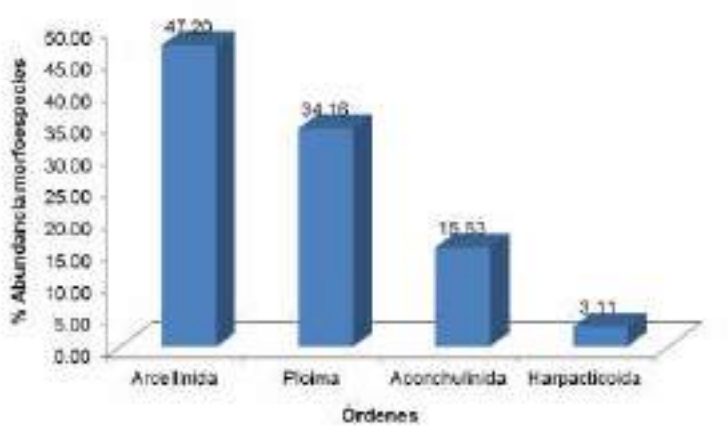
Fuente: C.I.M.A., 2018

La clase Lobosa pertenece al grupo de las amebas tecadas, grupo de protozoos descomponedores de celulosa y recicladores de nutrientes, comunes en ambientes contaminados por residuos industriales (Zapata, 2006), para esta clase la especie con mayor abundancia fue *Arcella* sp. con 0,006 Ind/mL, esta es indicadora de buena calidad de depuración.

Por otra parte, la clase Monogonta presento una abundancia de 0,011 Ind/mL (32,03%), el registro de estos rotíferos puede estar relacionado con sus características oportunistas (especies estrategas, adaptadas a rápido crecimiento poblacional durante estaciones favorables cortas) y a su capacidad para aprovechar recursos alimenticios de baja calidad nutricional como detritos orgánicos (Mangas & García 1991, Jaramillo y Aguirre, 2012).

Se identificaron cuatro (4) órdenes, dentro de los cuales la mayor abundancia se registró para Arcellinida con 47,20 % del total de individuos registrados, seguido por Ploima con 34,16%, mientras que los órdenes Aconchulinida y Harpacticoida presentaron porcentajes más bajos con 15,53% y 3,11% respectivamente (Figura 5.134).

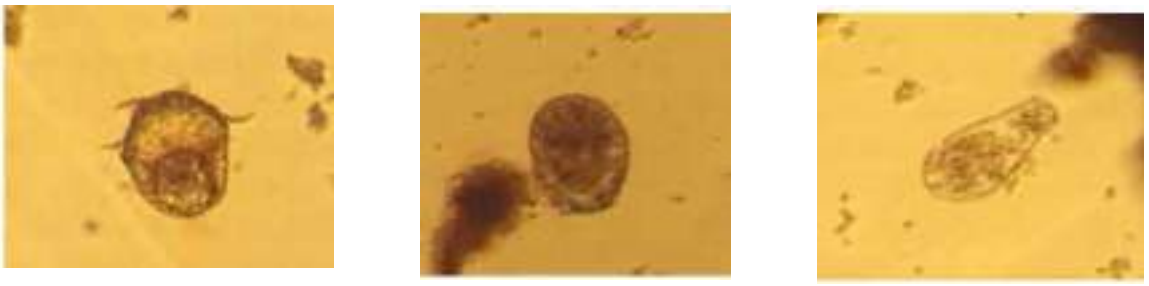
Figura 5.134 Porcentaje de abundancia de Zooplancton por órdenes



Fuente: C.I.M.A., 2018

Los protozoos fueron el grupo más representativo, donde se destacan morfoespecies como: *Centropyxis* sp., *Difflugia* sp. y *Euglypha* sp. Estos organismos abundan en ambientes donde se están llevando a cabo procesos de nitrificación (Streble & Krauter, 1987). Estos procesos se pueden registrar en ambientes acuáticos naturales con concentraciones de oxígeno disuelto mayores de 0,3 mg/L. No obstante, es común observar que el proceso de nitrificación es limitado en ambientes acuáticos con una alta concentración de material orgánico húmico disuelto y un pH alcalino o neutral (Fuentes & Massol-Deyá, 2002).

Fotografía 5.63. Zooplancton registrado en el AI de la UF1



Centropyxis sp. *Difflugia* sp. *Euglypha* sp.

Para las estaciones de muestreo la mayor abundancia fue aportada por las morfoespecies *Anuraeopsis* sp. para los puntos 6 Qda. San Antonio y el punto 95 Vertimiento UF2, mientras que para los puntos 3-UF1 y Punto 7 Qda. La Palma la morfoespecie más abundante fue *Arcella* sp (Figura 5.135).

Figura 5.135 Porcentaje de abundancia por especie de Zooplanctonpara cada estación de muestreo en el AI de la UF1

Fuente: C.I.M.A., 2018

5.2.1.2.4 Macroinvertebrados acuáticos

El ensamble de macroinvertebrados acuáticos, agrupa todos aquellos invertebrados macroscópicos (con tamaños superiores a los 0,5 mm de longitud), que habitan parte o todo su ciclo de vida en los sustratos orgánicos o inorgánicos de los cuerpos de agua (Roldán & Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos comprenden gran parte de la diversidad biológica, siendo con frecuencia el principal componente animal de los sistemas (Esteves, 1988). Estos organismos juegan un papel importante en la red trófica de sistemas dulceacuícolas controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos (Wade, Ormerod, & Gee) e igualmente, al acelerar la descomposición de detritos (Wallace & Webster, 1996) y contribuir al reciclaje de nutrientes (Wallace, Eggerton, Meyer, & Webster, 1997).

Estos organismos son los que mejor reflejan las condiciones de calidad del agua de los ecosistemas acuáticos, cualidad dada tanto por el papel que desempeñan en dichos ecosistemas como por su grado de sensibilidad ante factores abióticos. Su uso como bioindicadores se basa en el hecho de que dichos organismos se encuentran adaptados a ciertas condiciones ambientales; un cambio en dichas condiciones se reflejará en cambios en la estructura de sus comunidades (Roldán, 1992).

- Composición y abundancia

En el área de influencia se reportan 21 morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos, los cuales corresponden taxonómicamente a cuatro (4) phyllum, siete (7) clases, 13 órdenes y 19 familias (Tabla 5.135)

Tabla 5.135 Composición de Macroinvertebrados acuáticos

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Punto 3 - UF1	P6 Qda. San Antonio	P7 Qda. La Palma	P95 Vertimiento UF2
Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia* sp.	16.67	2.22		
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae Morfo 1	6.67		2.22	
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	2.22	3.33		
Insecta	Odonata	Calopterygidae	Calopterygidae Morfo 1	1.11			
Insecta	Diptera	Chironomidae	Subfamilia Chironomidae	17.78	4.44	16.7	18.89
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Physidae Morfo 1	5.56		2.22	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae Morfo 1	1.11	4.44		
Insecta	Diptera	Simuliidae	*Simulium* sp.	1.11	1.11		
Insecta	Diptera	Chironomidae	Stenochironomus sp.	1.11			
Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Naididae Morfo 1		51.1	28.9	32.22
Insecta	Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.		1.11		
Insecta	Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae Morfo 1		1.11		
Insecta	Hemiptera	Gerridae	Gerridae Morfo 1		5.56	4.44	
Insecta	Coleoptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.			3.33	

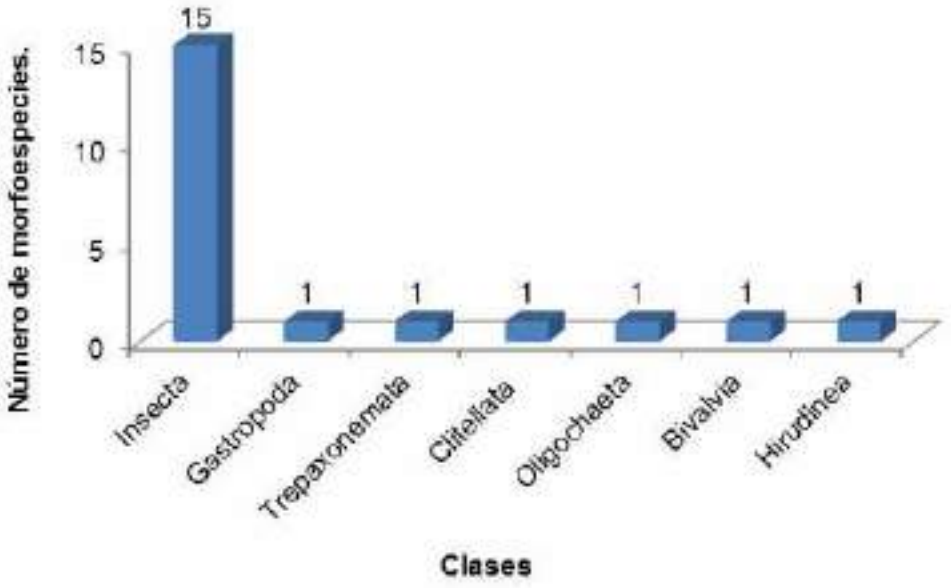
CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Punto 3 - UF1	P6 Qda. San Antonio	P7 Qda. La Palma	P95 Vertimiento UF2
Insecta	Trichoptera	Lepidostomatidae	Lepidostomatidae Morfo 1		1.11		
Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropodidae Morfo 1			1.11	
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	Ptilodactylidae Morfo 1		1.11		
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.		2.22		
Insecta	Diptera	Tipulidae	Tipulidae Morfo 1		1.11		
Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	*Pisidium* sp.			2.22	
Hirudinea	Glossophoniiformes	Glossiphoniidae	*Hellobdella* sp.				1.11

Fuente: C.I.M.A., 2018

En términos de riqueza, la clase más representativa fue Insecta con 15 morfoespecies, en contraste las demás clases estuvieron representadas por una (1) morfoespecie (Figura 5.136).

El predominio de la clase Insecta en todos los puntos de muestreo se atribuye a que son un grupo con múltiples variaciones fisiológicas y morfológicas que les permiten estar ampliamente distribuidos y ser abundantes en la naturaleza, encontrándose en todo tipo de ecosistemas terrestres y acuáticos, por lo cual presentan una alta tolerancia a distintas condiciones.

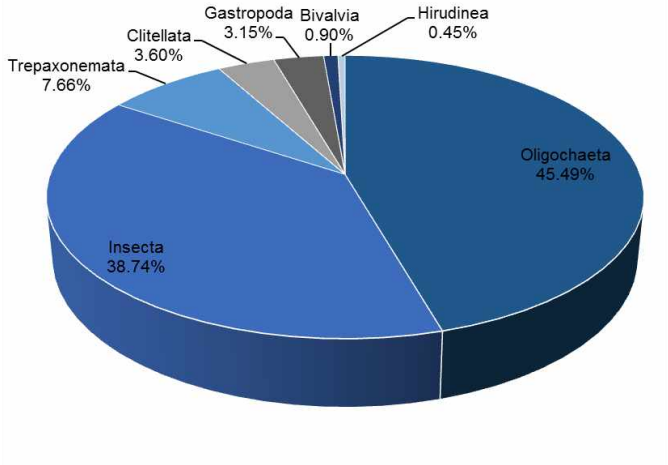
Figura 5.136 Riqueza de Macroinvertebrados acuáticos por clases



Fuente: C.I.M.A., 2018

En términos de abundancia, la clase más representativa fue Oligochaeta con 112,22 Ind/m^2 (45,49%), seguido de Insecta con 95,56 Ind/m^2 (38.74%), las demás clases presentaron porcentajes de abundancia por debajo de 8% (
Figura 5.137).

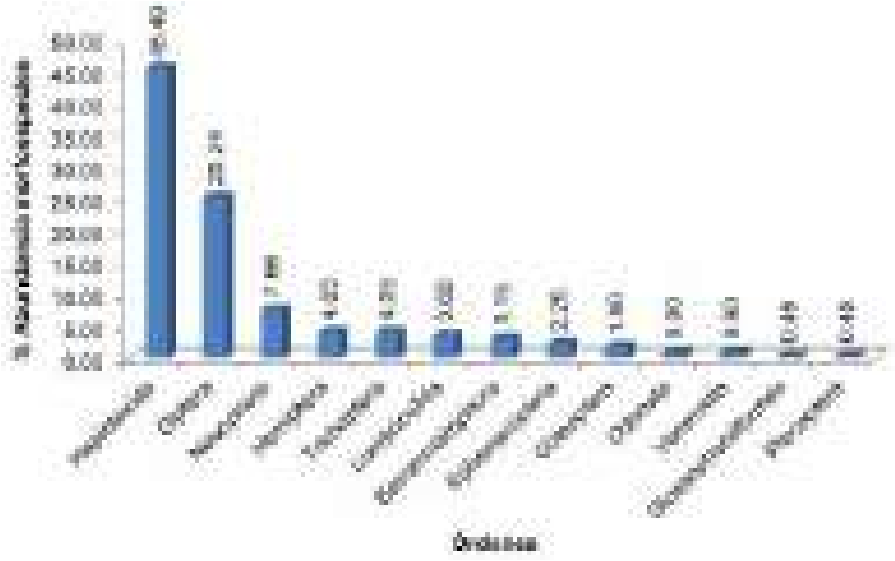
Figura 5.137 Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por clases



Fuente: C.I.M.A., 2018

Respecto a los 13 órdenes identificados, Haplotaxida y Diptera presentaron las mayores abundancias con porcentajes de 45,49% y 25,24% respectivamente, mientras los demás órdenes presentaron porcentajes inferiores a 8% del total de individuos registrados (Figura 5.138).

Figura 5.138 Porcentaje de abundancia de macroinvertebrados acuáticos por órdenes

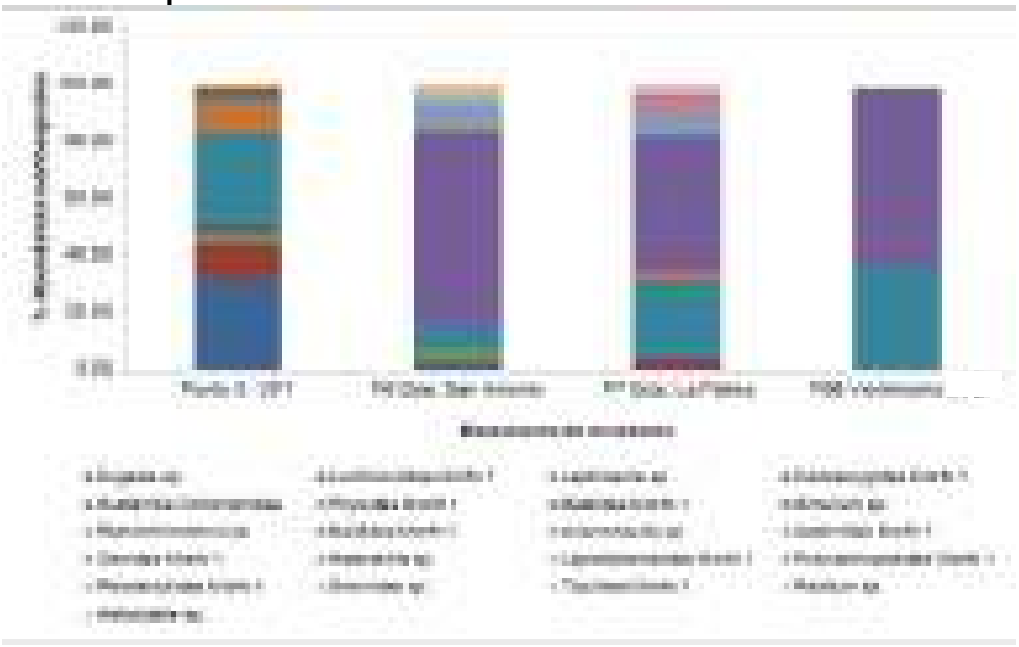


Fuente: C.I.M.A., 2018

Respecto a la abundancia, la morfoespecie más representativa fue Naididae Morfo 1 con 112,22 Ind/m^2, seguido de Subfamilia Chironomidae con 57,81 Ind/m^2, las demás morfoespecies estuvieron representadas por menos de 20 Ind/m^2.

Para las estaciones de muestreo, la mayor abundancia y frecuencia de ocurrencia fue aportada por las morfoespecies Subfamilia Chironomidae con 102,37 Ind/m^2, registrada en las cuatro (4) estaciones y Naididae Morfo 1 con 172,87 Ind/m^2, registrada en tres (3) de las cuatro (4) estaciones de muestreo.

Figura 5.139 Porcentaje de abundancia por especie de macroinvertebrados acuáticos para cada estación de muestreo evaluada en el AI de la UF1

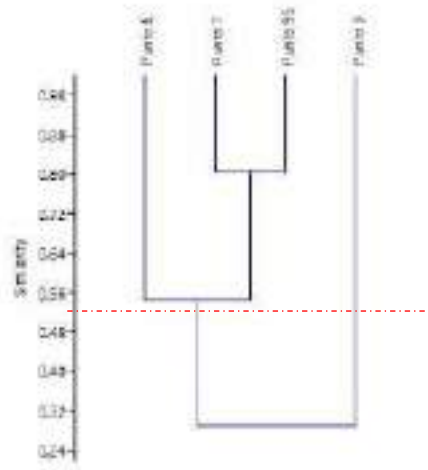


Fuente: C.I.M.A., 2018

- Análisis de clasificación

De acuerdo con el análisis de clasificación, estimado mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, los puntos 7 y 95, presentaron resultados similares, con un porcentaje de aproximadamente 80%, donde se comparten las morfoespecies de la Subfamilia Chironomidae y Naididae Morfo 1. (Figura 5.140).

Figura 5.140 Dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis para la composición y abundancia de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo en el AI de la UF1

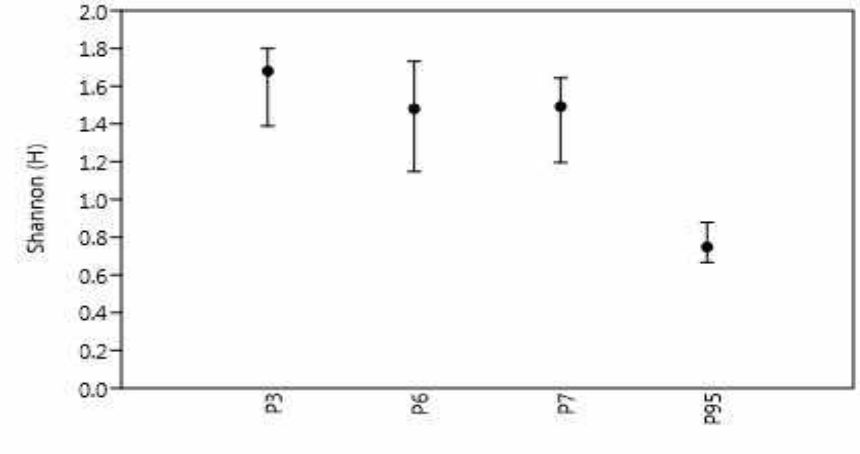


Fuente: C.I.M.A., 2018

- Estructura de la comunidad: índices de diversidad biológica

De acuerdo con los valores estimados mediante el índice de diversidad de Shannon (H'), la mayor diversidad se registró en el punto 3, seguido de los puntos 6 y 7 con una mínima diferencia, mientras que el punto 95 presentó la menor diversidad (Figura 5.141).

Figura 5.141 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wienner para la comunidad macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo

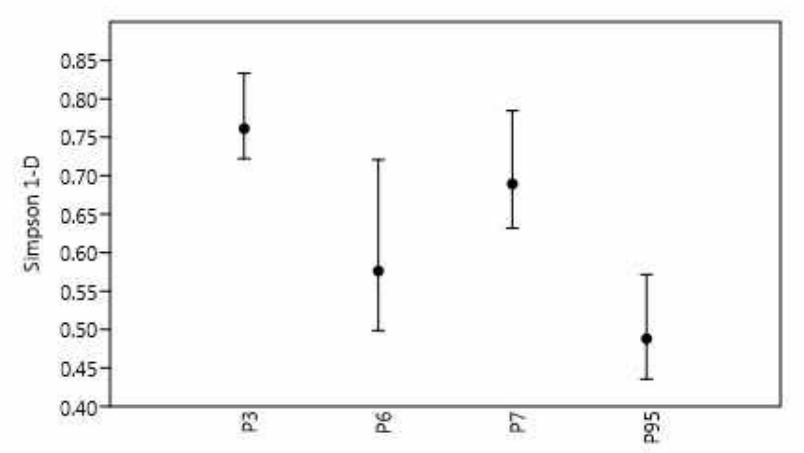


Fuente: C.I.M.A., 2018

Para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos el Índice de Dominancia muestra que en el Punto 3 se presenta la mayor dominancia, mientras que el punto 7 presentan una

dominancia media y los puntos 6 y 95 una dominancia baja (
Figura 5.142).

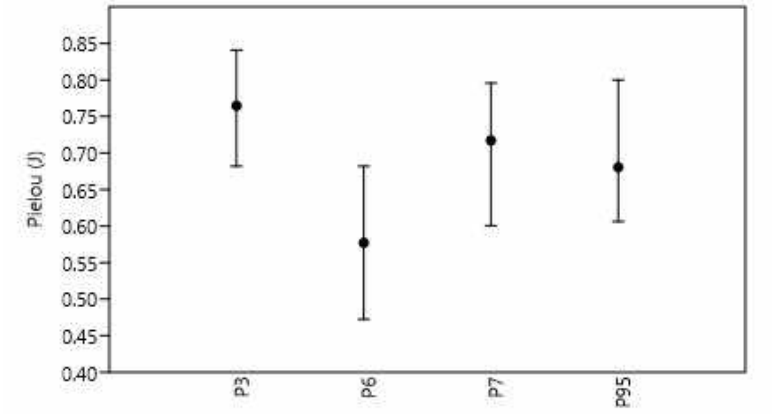
Figura 5.142 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2018

En relación con los valores de equidad, estimados por medio del índice de Pielou (J'), se evidenció que la mayor homogeneidad respecto a la riqueza y abundancia se presenta en el punto 3, mientras el menor valor se presentó en el punto 6.

Figura 5.143 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo



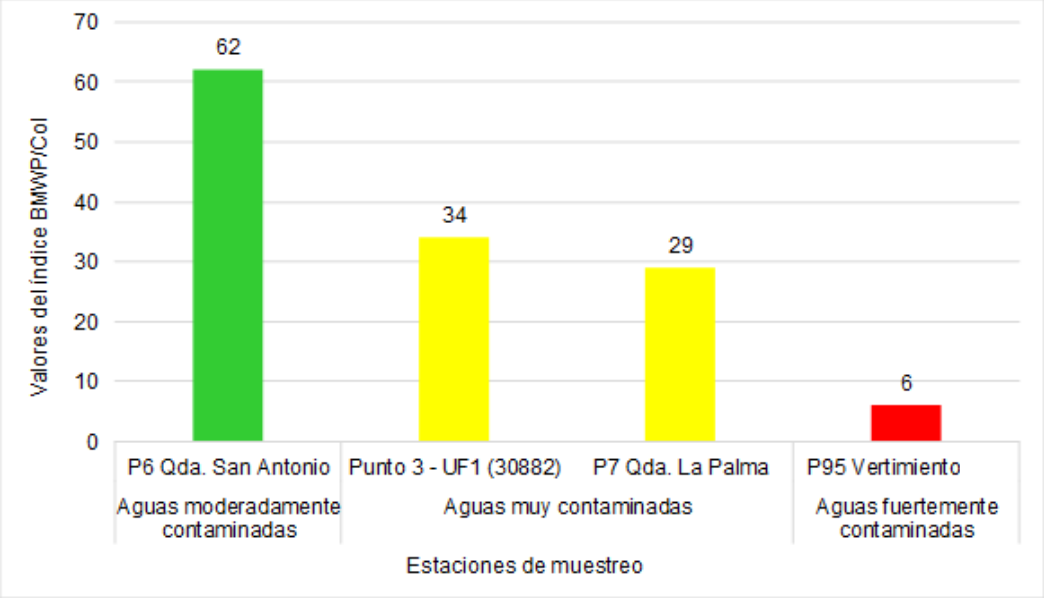
Fuente: C.I.M.A., 2018

- **Indice BMWP/Col**

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua estudiados, se implementó el índice BMWP/Col como puntaje promedio por taxón, para la evaluación de los sitios de muestreo (Figura 5.144). Con respecto a los valores obtenidos, cabe aclara que, dado que el índice fue diseñado para ríos de alta montaña, principalmente en el departamento del Cauca, sin embargo, son una guía importante en cuanto a la resistencia de algunas familias a la contaminación (Roldán-Pérez, 2016).

Con base en las familias identificadas, el índice BMWP/Col, se identificaron tres calificaciones para los sistemas evaluados, las cuales indican: Aguas moderadamente contaminadas, como el caso de la estación P6 Qda San Antonio, , Aguas muy contaminadas para las estaciones Punto 3 UF1 y P7 Qda la Palma, y aguas fuertemente contaminadas en la estación P95 vertimiento UF2, producto de la presencia de algunas familias tolerantes a la polución, como es el caso de la familia Chironomidae la cual se encontró en todos los puntos evaluados, esta familia es característica de ecosistemas con abundante materia orgánica (Pinilla, 2000), igualmente la familia Naididae, que se registró en los puntos P6, P7 y P95, esta se encuentran en ambientes acuáticos degradados, ricos en materia orgánica y una baja saturación de oxígeno (Pinilla, 2000), estos resultados hidrobiológicos son consistentes con los resultados fisicoqímicos registrados en cada uno de los puntos evaluados, puesto que el punto P95 vertimiento UF2 es el que presenta mayor carga orgánica total, como lo muestra los resultados de la DQO (143 mg O_2/L), asi como la mayor carga de coliformes tanto termotolerantes como totales (1374000 NMP/100 mL y 3654000 NMP/100 mL, respectivamente).

Figura 5.144 Valores del índice BMWP/Col



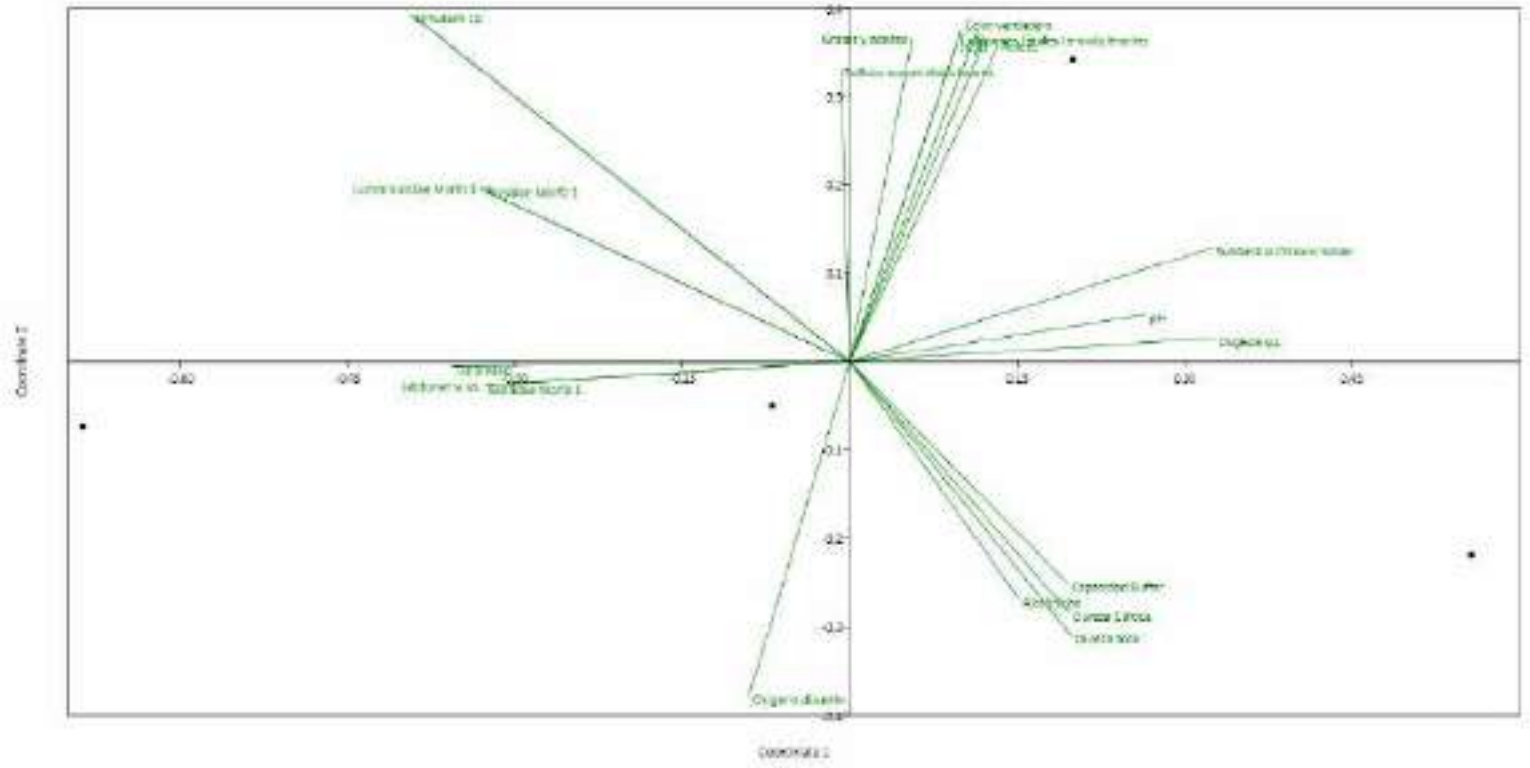
Fuente: C.I.M.A., 2018

- **Correlación con parámetros fisicoquímicos**

El análisis de correspondencia canónica (Figura 5.145), el primer componente fue sociado positivamente el pH, y las grasas y aceites, y negativamente con el oxìgeno, el segundo componente esta asociada con indicadores de contaminación del agua, las grasas y aceites, los coliformes fecales termotolerantes, la DQO, la acidez y el color verdadero. Se observa la formación de dos grupos no muy cercanos 1) *Dugesia* y la subfamilia Chironomidae, en el caso de la subfamilia Chironomidae, esta se encuentra asociada a ecosistemas con abundante materia orgánica, y niveles de contaminación media a alta, 2) *Lumbriculidae* y *Physidae*, los cuales están asociados a ecosistemas con aguas turbias, sedimentos alóctonos, conductividad, dureza y alcalinidad altas (Pinilla 2000).

Se presenta una agrupación importante entre variables fisicoquímicas como la alcalinidad, dureza, dureza cálcica y capacidad buffer.

Figura 5.145 Diagrama de ordenación de correspondencia canónica



5.2.1.2.5 Macrófitas

Las macrófitas acuáticas corresponden a las plantas acuáticas que se ven a simple vista. Estas designan un grupo funcional de vegetales muy heterogéneo, que es considerado elemento clave en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos. Este grupo abarca organismos tan distintos como plantas vasculares acuáticas, briófitos, carófitos y algas filamentosas. Desde el punto de vista funcional, las macrófitas acuáticas pueden clasificarse en distintas categorías atendiendo a la relación de la especie con el medio en el que vive y a su forma de crecimiento: hidrófitos, aquellas plantas que tienen todas sus estructuras vegetativas sumergidas o flotantes; helófitos, plantas acuáticas de lugares encharcados con la mayor parte de sus aparato vegetativo (hojas, tallos y flores) emergentes e; higrófitos, plantas que se sitúan sobre suelos húmedos en los bordes de los humedales, y que suelen acompañar a los helófitos.

- Composición

La comunidad de Macrófitas estuvo representada por tres (3) morfoespecies, las cuales corresponden taxonómicamente a una (1) clase, tres (3) órdenes y tres (3) familias, registradas en la estación 3 (Tabla 5.136).

Tabla 5.136 Composición taxonómica de macrófitas

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	Punto 3 % DE COBERTURA
Magnoliopsida	Alismatales	Alismataceae	Sagittaria	*Sagittaria* sp.	1.25
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	Acanthaceae Morfo	Acanthaceae Morfo	1.92
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	Hydrocotyle	*Hydrocotyle* sp.	5.83

Fuente: C.I.M.A., 2018

El mayor porcentaje de cobertura se registró por parte de la morfoespecie *Hydrocotyle* sp, con 5,83%, en menor proporción se registraron las morfoespecies Acanthaceae Morfo y Sagittaria sp. con 1,92% y 1,25% respectivamente.

Fotografía 5.64. Fitoplancton registrado en el AI de la UF1

Sagittaria sp.

Acanthaceae

Hydrocotyle sp.

Fuente: C.I.M.A., 2018

Las especies registradas, se caracterizan por ser de ciclos de vida cortos, rápido crecimiento, dispersión y tolerancia a condiciones fluctuantes de humedad, adicionalmente

son típicas de zonas de colonización o inestables y fácilmente adaptables a condiciones poco favorables (Velásquez, 1994; Posada y López, 2011; Govaerts et al., 2016).

5.2.1.2.6 Peces

Los peces constituyen uno de los grupos característicos, de los ecosistemas acuáticos, no solo por ser el grupo taxonómico de mayor abundancia y riqueza de especies, sino también por su papel funcional dentro de los cuerpos de agua. Gran parte del flujo de energía que proviene en primera instancia de la producción primaria (algas, macrófitas y vegetación riparia) y de la cadena detritívora (Hongos, bacterias y virus) pasa a través de los peces hacia los vertebrados superiores, incluido el hombre, razón por la cual su estudio permite inferir el estado de todos los niveles tróficos presentes en el ecosistema (Trujillo, Caro, & S, 2004).

Los peces ocupan prácticamente todos los ambientes acuáticos continentales, y su elevada movilidad les permite desplazarse temporal y espacialmente en la medida en que los ecosistemas fluctúan. Esto es aún más notorio en los planos de inundación, como aquellos presentes en la región del río Catatumbo y sus afluentes, en los cuales los cambios hidroclimáticos provocan fuertes fluctuaciones ambientales que se ven reflejadas en la gran cantidad de hábitats que conforman la red hídrica de la región y a los cuales la comunidad de peces se ha adaptado a lo largo del tiempo, favoreciendo la coexistencia de una gran cantidad de especies (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

Las comunidades de Peces se sitúan en diversos niveles tróficos, los cuales incluyen: omnívoro, insectívoro, piscívoro, planctívoro y detritívoro, y se ubican en los niveles próximos al vértice de la pirámide trófica. De este modo, la composición y estructura de la comunidad integra la información de los niveles tróficos inferiores (Schreck & Moyle, 1990) y reflejan el estado de calidad de todo el sistema acuático. Cambios en la composición y estructura de las comunidades icticas a menudo indican que pueden existir variaciones en variables fisicoquímicas como: el pH, salinidad, temperatura, sólidos suspendidos, flujo, turbidez u oxígeno disuelto, revelando algún nivel de contaminación. En este sentido, “la presencia” o “ausencia” de ciertas especies es consecuencia de cambios en el hábitat o de algún nivel de alteración (Jørgensen, Ernande, Fiksen, & Dieckmann, 2006), (Snyder, Young, Lemarié, & Smith, 2002).

Desde el punto de vista indicador, los peces poseen características que los diferencian de las demás comunidades de la biota acuática (plancton, bentos y macrófitas) que permite asociarlos a su longevidad, afecciones e impactos producidos a las masas de agua que habitan; Poseen también un papel preponderante en los ecosistemas, al influir en el flujo de energía y transporte de sustancias y elementos; por lo cual son un indicador, de conservación del recurso hidrobiológico, así como de salubridad de las aguas para el consumo de las poblaciones humanas (Schreck & Moyle, 1990).

- Composición

La información presentada a continuación corresponde a información secundaria disponible para la región hidrográfica del río Catatumbo, cuenca del Lago de Maracaibo (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012); (Herrera-Collazos, Herrera-R, DoNascimiento, & Maldonado-Ocampo, 2017), las especies relacionadas son de potencial registro en el área de influencia del proyecto.

Para la cuenca del río Catatumbo, subcuenca del río Pamplonita, teniendo en cuenta el rango altitudinal de entre 1,857 y 2,797 m.s.n.m (rango del área de influencia de la UF1) se reporta un total de 15 especies, pertenecientes a cuatro órdenes, siete familias y nueve géneros (Tabla 5.137)

Tabla 5.137 Composición y riqueza de especies de peces de potencial ocurrencia

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Characiformes	Chrenuchidae	*Characidium boavistae*	Chupa-piedra
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus emmanueli*	Capitan
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus maracaiboensis*	Lamprea
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus ocanaensis*	Lamprea
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus chotae*	NR
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma fischeri*	Corronchito, Corroncho
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma anomalum*	Corronchito, Corroncho
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma sovichthys*	Corroncho, Coroncoro, Bigotudo, Cacucho, Corroncorro, Guacarote, Chipe, Casa-sola, Roncho, Barbón
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma tachiraensis*	Corroncho, Coroncoro, Bigotudo, Cacucho, Corroncorro, Guacarote, Chipe, Casa-sola, Roncho, Barbón
Siluriformes	Heptapteridae	*Imparfinis nemacheir*	Barbudo cañero, Capaz, Barbule, Barbul negro
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia caucana*	Piponcita
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia reticulata*	Gupi
Perciformes	Cichlidae	*Andinoacara pulcher*	Viejita,
Perciformes	Cichlidae	*Caquetaia kraussi*	Linterna, viejita, mojarra amarilla
Perciformes	Cichlidae	*Geophagus steindachneri*	Mojarra mula

*NR: No registra nombre común en la bibliografía consultada

Fuente; (Herrera-Collazos, Herrera-R, DoNascimiento, & Maldonado-Ocampo, 2017); (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012)

Los órdenes con mayor riqueza específica (S), en orden de importancia, son: Siluriformes (9 spp), representando el 57,1%, mientras que los Characiformes (1 sp), Cyprinodontiformes (2 spp) y Perciformes (3 spp), representaron cada uno el 14,3% de la riqueza total (Tabla 5.138).

Tabla 5.138 Representación de órdenes, familias, géneros y especies de peces de distribución probable

ORDENES	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Siluriformes	4	57,1	5	50,0	9	60,0
Characiformes	1	14,3	1	10,0	1	6,7
Cyprinodontiformes	1	14,3	1	10,0	2	13,3
Perciformes	1	14,3	3	30,0	3	20,0
TOTAL	**7**	**100**	**10**	**100**	**15**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La dominancia de estos grupos se presenta como una tendencia general para los sistemas continentales tropicales de tierras altas, donde tales órdenes (Siluriformes y Characiformes) muestran una gran adaptabilidad ambiental, dada por características morfológicas, fisiológicas, comportamentales reproductivas (estrategia de vida r) y tróficas, las cuales han permitido su amplia distribución y abundancia en estos ecosistemas heterogéneos y complejos (Winemiller & Zeug, 2008).

- Especies endémicas

Del total de especies registradas, solo una es endémica, su distribución se restringe a Colombia y/o ríos de ladera del caribe, subcuenca del río Catatumbo, microcuenca del río Pamplonita, (Maldonado-Ocampo, et al., 2005) (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

En la Tabla 5.139, se listan las especies endémicas registradas:

Tabla 5.139 Especies de peces endémicas de probable presencia

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus ocanaensis*	Lamprea

Fuente: (DoNascimiento, & Maldonado-Ocampo, 2017), (Maldonado-Ocampo, et al., 2005) (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

- Especies migratorias

De acuerdo con la composición reportada por información secundaría, para el AI de la UF1 no se registran especies migratorias (Zapata & Usma, 2013).

- Especies en categoría de amenaza

Del total de especies reportadas como potenciales, ninguna especie se encuentra clasificada dentro de la categoría de Amenazada (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012).

- Especies de uso o importancia comercial

De acuerdo con Ortega-Lara et al., 2012, para el AI se reportan cuatro especies de potencial uso por parte de los pobladores (Tabla 5.140), sin embargo en el momento del muestreo no se encontró pescadores en la zona en ninguna de las estaciones evaluadas, sumado a factores como la altitud del área de estudio, donde la diversidad es menor y a su vez, la talla de las especies; lo cual, adicional a la calidad del recurso, dificulta la actividad pesquera, no representando un ingreso económico significativo para la región.

Tabla 5.140 Especies de peces de potencial uso o importancia comercial

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma anomalum*	Corronchito, Corroncho
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma sovichthys*	Corroncho, Coroncoro, Bigotudo, Cacucho, Corroncorro, Guacarote, Chipe, Casa-sola, Roncho, Barbón
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma tachiraensis*	Corroncho, Coroncoro, Bigotudo, Cacucho, Corroncorro, Guacarote, Chipe, Casa-sola, Roncho, Barbón
Perciformes	Cichlidae	*Caquetaia kraussi*	Linterna, viejita, mojarra amarilla

Fuente: (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012)

- Especies en veda

Actualmente, para la cuenca alta del río Catatumbo, subcuenca del río Pamplonita, no se ha establecido algún periodo de veda de pesca para las especies de importancia de uso reportadas como potenciales (Álvarez-León, Orozco-Rey, Páramo-Fonseca, & Restrepo-Santamaria, 2013).

5.2.2. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

De acuerdo con la clasificación establecida por el Decreto 2372 de 2010 por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto 216 de 2003 en relación al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y las categorías de manejo que lo conforman, así mismo a las áreas de Reserva Forestal definidas mediante la Ley 2 de 1959, a continuación se presenta la descripción de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas identificadas en el área de influencia de la UF 1.

5.2.2.1. Áreas protegidas de carácter nacional, regional y local

5.2.2.1.5. Áreas Protegidas de Orden Nacional

Mediante oficio dirigido al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con Radicado No. E1-2017-029806 de fecha 01 de noviembre de 2017 (Ver Anexo 5.2.1-F-Comunicaciones) se hizo formalmente la solicitud de información por parte de la Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., referente a la existencia o no de Áreas de Reserva Forestal de Ley 2ª, ecosistemas estratégicos, especies en veda y demás áreas que se consideren relevantes dentro del AI del proyecto doble calzada Pamplona - Cúcuta.

Dicha Autoridad Ambiental mediante el oficio DBD-8201-E2-2017-038058 del 11 de diciembre de 2017 se pronunció informando *"una vez revisada la información cartográfica suministrada y de acuerdo con la base de datos de este Ministerio se encontró que el área de interés del proyecto, ubicado en el departamento de Norte de Santander, no se encuentra en áreas de Reserva forestal establecida mediante la Ley 2da de 1959, ni en áreas de Reserva Forestal Protectora Nacional"* (Ver Anexo 5.2.1- F- Comunicaciones).

En el mismo comunicado, el MADS manifiesta que el área de influencia del proyecto se intersecta con polígonos de Humedales y bosque seco tropical a escala 1:100.000, estas áreas serán descritas en el numeral 5.2.1.4.3 - Otras estrategias de conservación in situ y distinciones internacionales ya que non son considerados Áreas Protegidas de Orden Nacional.

Por otro lado, se elevó una solicitud de información a la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas del Parques Nacionales Naturales con fecha 2 de noviembre de 2017 (Ver Anexo 10-6 Comunicaciones) acerca de la existencia o no del traslape del área de influencia del proyecto con áreas protegidas nacionales, regionales o locales declaradas o en proceso de declaración y áreas prioritarias de conservación que se encuentran o traslapan con el área de estudio.

Dicha entidad no se ha pronunciado oficialmente, no obstante, se realizó la consulta de forma virtual mediante la herramienta Tremarctos Colombia 3.0 (Ver Anexo 5.2.1-H-Ecosistemas Estratégicos), encontrándose que el área de influencia no presenta superposición con alguna de las áreas nombradas anteriormente ni con parques nacionales naturales. Asi mismo, se realizó la consulta al Sistema de Información Ambiental de

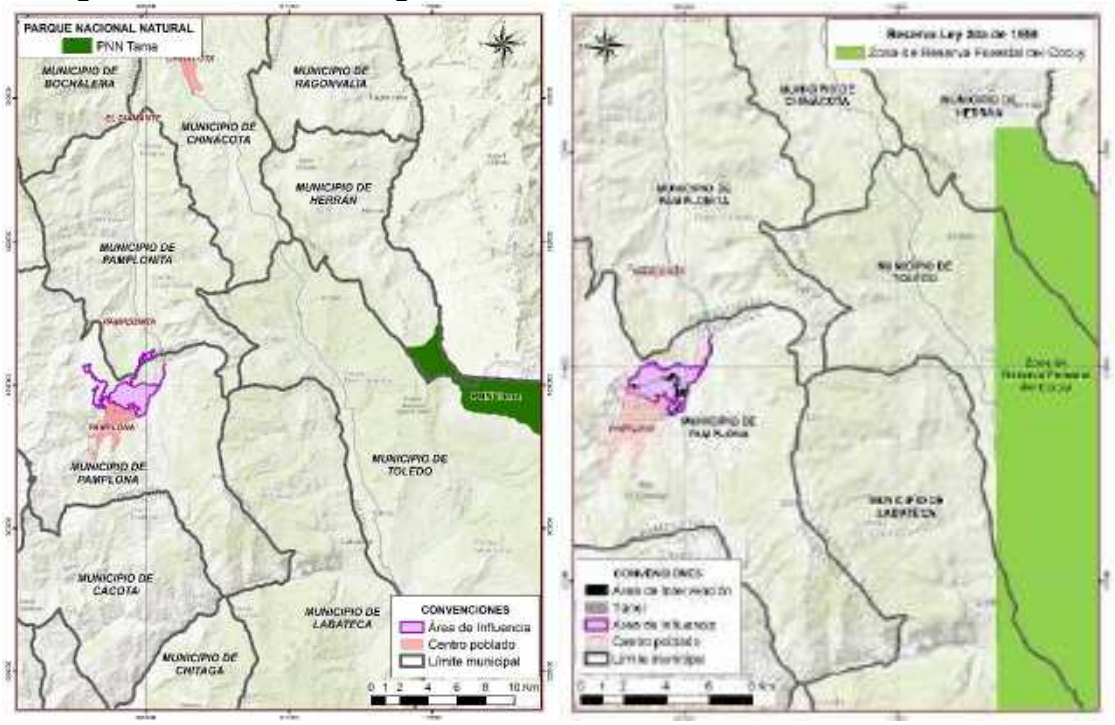
Colombia-SIAC[1], sobre la posible confluencia con Parques Nacionales Naturales y Áreas inscritas en el RUNAP, en dicha consulta se pudo determinar que el AI no presenta confluencia con estas áreas protegidas. (Ver Anexo 5.2.1-H- Ecosistemas Estratégicos).

Finalmente, se realizó la consulta a la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil RESNATUR sobre la existencia o no de reservas naturales registradas o en proceso de registro en la asociación y que presenten traslape con el AI de la UF 1.

Mediante radicado número APP-002-2017, RESNATUR notifica a la Unión Vial Río Pamplonita, que *"no tenemos registros de RNSC en los municipios mencionados (*Bucaramanga, Pamplona y Cúcuta*)"* (Ver Anexo 5.2.1 -F Comunicaciones).

En definitiva, el AI del proyecto NO interfiere con Áreas Protegidas de orden Nacional, como lo muestra la Figura 5.146, en donde se muestra la cercanía con la Reserva Forestal del Cocuy establecida por la Ley 2ª de 1959, a 12 km y el Parque Nacional Natural Tama a 17,3 km, las cuales son las Áreas Protegidas de orden Nacional más cercanas al AI.

Figura 5.146 Áreas Protegidas de orden Nacional más cercanas al AI UF1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

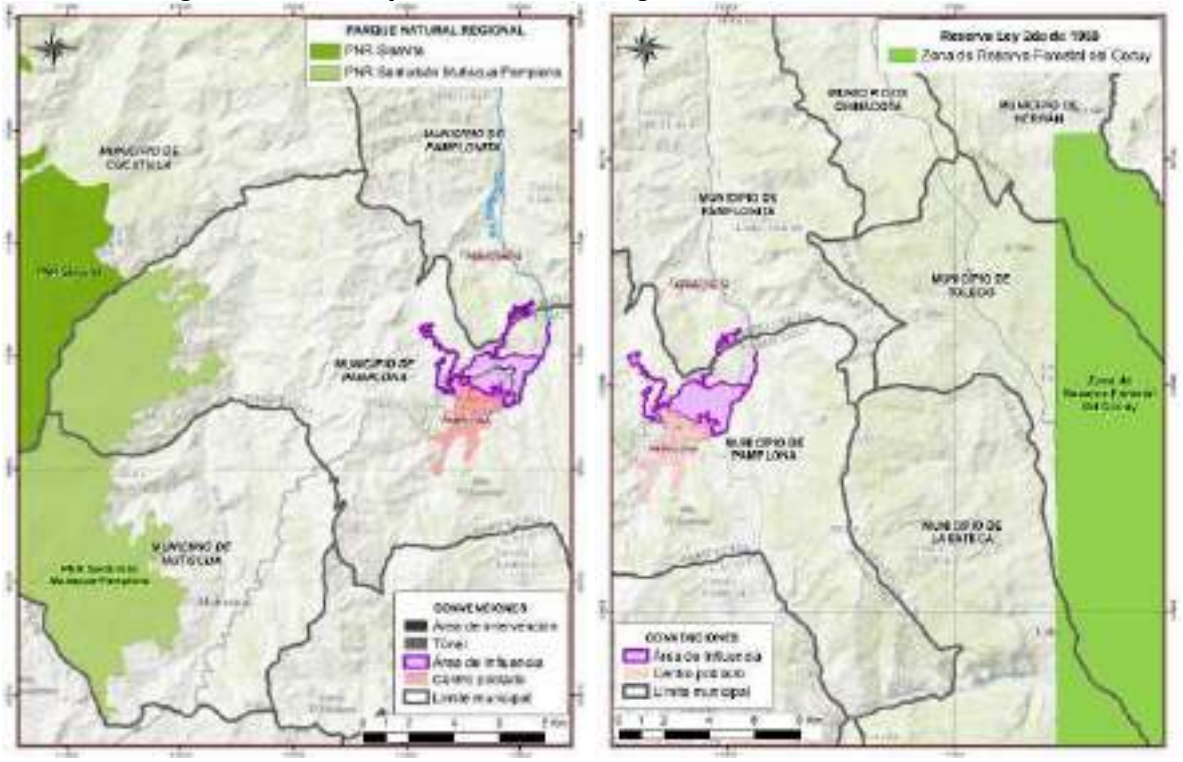
[1] Disponible en http://sig.anla.gov.co:8083/

5.2.2.1.6. Áreas Protegidas de Orden Regional

Mediante oficio dirigido a la Corporación Autónoma del Norte de Santander- COPORNOR, con Radicado No 14641, del 15 de noviembre de 2017, se solicitó a dicha entidad la identificación, delimitación y reglamentación de sistemas regionales de áreas protegidas, bien sea de reservas, áreas declaradas de manejo especial a nivel departamental o municipal, distritos de Manejo y/o áreas sensibles en el AI del proyecto, a lo cual CORPONOR, indica mediante el No 12864-630 del 11 de diciembre de 2017, que "En el área existe un Parque Natural Regional Santurbán Mutiscua Pamplona, declarado mediante acuerdo 014 de 28 de diciembre de 2015..". Adjunto a esta respuesta COPORNOR entrego un shp_file nombrado PNR_Mutiscua_Pamplona.shp.

Tras la contraposición de esta capa se puede determinar que el AI NO intercepta al Parque Natural Regional Mutiscua, como se puede observar en la Figura 5.147. El Parque Natural Regional Mutiscua se encuentra a 10,4km, asi también se puede observar como otros Parques Naturales Regionales no reportados por CORPONOR, pero consultados en el SIAC; PNR Santurbán-Salazar De Las Palmas, PNR Sisavita y PNR Santurban, se encuentran a 41 Km, 18,1 km y 20,8km respectivamente.

Figura 5.147 Parques Naturales Regionales cercanos al AI UF 1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.2.1.7. Instrumentos de Ordenamiento y Planificación Regional

Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA

El área de influencia de la Unidad Funcional 1 se localiza en la cuenca hidrográfica del río Pamplonita cuyo ajuste del correspondiente Plan de Ordenación y Manejo, fue adoptado mediante la Resolución 761 del 18 de diciembre de 2014. Mediante el Convenio interadministrativo No. 000036 de 2011 entre la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS), la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales (ASOCAR's) y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) se dio inicio al ajuste del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita y se desarrolló en las siguientes etapas: Aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental y por último formulación[2].

Este documento presenta los suelos rurales de protección y especial significancia ambiental establecidos en la zonificación ambiental de la cuenca del río Pamplonita, cuyo estudio incorpora las siguientes áreas[3]:

-Áreas protegidas de Orden Nacional públicas o privadas: Área del PNN Tamá
-Área prioritaria para la conservación de Orden Nacional: Área de Reservas Forestales de
-Ley 2ª de 1959.
-Páramos
-Humedales
-Ecosistemas secos
-Suelos de clase agrológica VIII
-Ecosistemas andinos
-Servicio de provisión de agua: Áreas de nacientes priorizadas y rondas hídricas de los drenajes principales.
-Predios de áreas estratégicas adquiridos por la Corporación y los Entes territoriales.
-Áreas importantes para la conservación.
-Área de protección y conservación de la red hídrica en la Cuenca del Río Pamplonita.

El POMCA en mención define dos grandes categorías de ordenación: Conservación y protección, y Uso múltiple.

Categoría de Ordenación y Protección Ambiental: Incluye áreas que pertenecen a la estructura ecológica principal y las que, de acuerdo con la legislación ambiental vigente, deben ser objeto de especial protección (Dec. 3600 de 2007).

Dentro de esta categoría se encuentran las zonas de uso y manejo, en donde las áreas protegidas son las establecidas por el SINAP, PNN Tamá, y las Reservas de Ley 2ª.

[2] Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita. Tomo I. 2011
[3] Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita. Tomo V. 2011

Las subzonas de manejo son las áreas del SINAP pero que están condicionadas a la restauración ecológica, con el fin de restablecer la conectividad ecosistémica. Estas áreas presentan los conflictos bajos y medios.

Categoría de Uso Múltiple: Dentro de esta categoría se encuentran las áreas de Restauración, áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas.

Las áreas de restauración tienen como objetivo retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original, es decir se reemplaza un ecosistema degradado por uno productivo que tenga un "propósito útil" dentro del contexto regional. En esta categoría se encuentra la subzona de áreas de restauración para uso múltiple.

Las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales se subdivide en:

Áreas agrícolas: Estas áreas demandan la incorporación progresiva de criterios de sostenibilidad ambiental, para que la presión que generan las actividades agrícolas sobre los recursos naturales no sobrepase la oferta de estos y poder condicionar el desarrollo de estas actividades productivas.

Áreas silvopastoriles: En estas áreas son sostenibles las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, ya que se encuentran bajo la premisa de no sobrepasar la oferta y bajo las orientaciones para la reglamentación y manejo sostenible de los recursos naturales.

Áreas urbanas: Son aquellas definidas y delimitadas con base en la cartografía IGAC incluyendo los límites de polígonos urbanos establecidos por los POT's.

Con el objetivo de identificar las áreas destinadas para la conservación y protección ambiental definidas por el POMCA en mención, la Tabla 5.141 presenta dicha categoría sus correspondientes subzonas de uso y su representatividad, dentro del área de influencia de la UF1.

Tabla 5.141 Categorías de Ordenación de la propuesta de zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita

Categoría de Ordenación	Zonas de Uso y Manejo		Subzona de Uso y Manejo con condicionante		Área de influencia		Área de intervención	
					ha	%	ha	%
Conservación y protección ambiental	Áreas de protección	Áreas de importancia ambiental	Áreas nacimiento priorizadas	Áreas del SINAP; Áreas de importancia ambiental condicionadas a restauración ecológica; Áreas de restauración ecológica	2,87	0,52%	0,82	1,41%
			Bosque andino		7,43	1,36%	0,10	0,17%
			Bosque Andino, Áreas nacimiento Priorizadas		0,02	0,00%		
			Bosque andino, ronda hídrica		1,22	0,22%	0,25	0,43%
			Clase VIII		0,01	0,00%	0,84	1,43%
			Ronda hídrica		17,18	3,14%	0,82	1,41%
			Protección		24,67	4,51%	0,10	0,17%
		Áreas de importancia ambiental condicionada a rehabilitación	Áreas Nacimiento Priorizadas		1,48	0,27%	0,14	0,24%
			Bosque Andino,		1,29	0,24%	0,17	0,29%
			Bosque Andino, Áreas Nacimiento Priorizadas,		0,90	0,17%	0,05	0,08%
			Clase VIII		0,36	0,07%	-	-
		Áreas de importancia ambiental condicionadas a restauración ecológica	Bosque Andino		0,98	0,18%	0,03	0,05%
			Ronda Hídrica		8,70	1,59%	0,15	0,26%
	Total, Categoría				**67,11**	**12,27**	**2,55**	**4,38**
Total, Áreas de Influencia y de intervención					**546,89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

Los usos del suelo propuestos para la categoría de Conservación y Protección Ambiental son aquellos que permitan asegurar la preservación y el uso sostenible de los ecosistemas presentes, dado que éstos se caracterizan por su sensibilidad y requieren un manejo y administración especiales.

A continuación, se describen los usos reglamentados en concordancia con el POMCA del río Pamplonita (Resolución 950 del 17 de noviembre de 2010) para la Zona de uso y manejo

Áreas de Protección, la cual hace parte de la categoría de Conservación y Protección Ambiental.

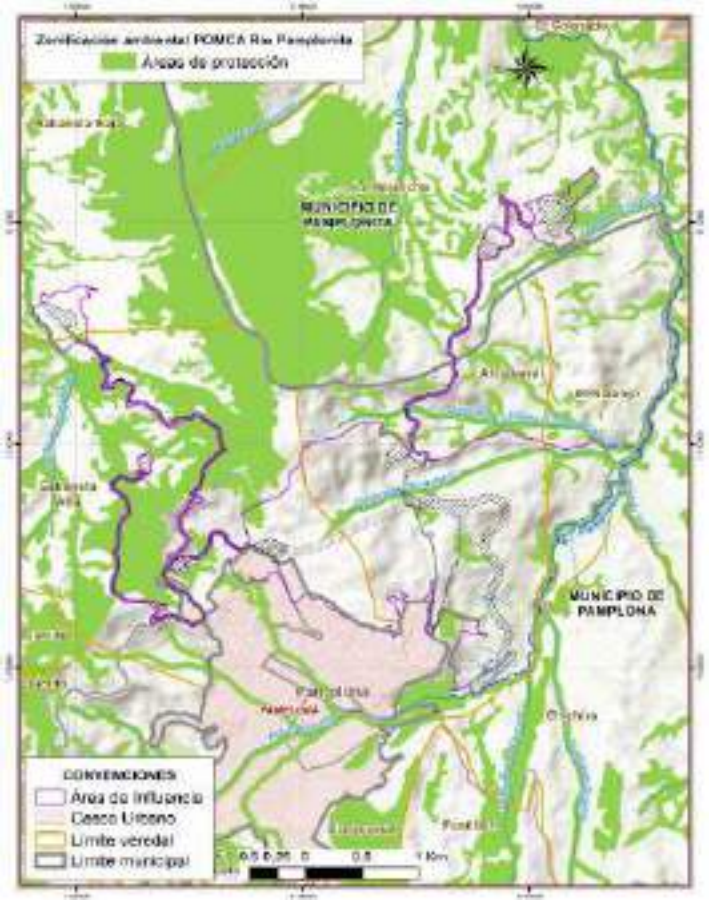
Uso Principal: Conservación de suelos y recursos asociados. Protección y restauración ecológica.

Usos compatibles: Recreación contemplativa, rehabilitación ecológica e investigación controlada. Bosque protector; Ecoturismo.

Usos condicionados: Infraestructura básica para el establecimiento de los usos compatibles, aprovechamiento persistente de productos secundarios del bosque, recreación y ecoturismo. Sistemas de servicios públicos domiciliarios, provisión de servicios públicos, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos o líquidos, estaciones de bombeo, etc. Reforestación con especies introducidas; Infraestructura de apoyo para el turismo recreativo; Embalses; Embarcaderos, puentes y obras de adecuación; explotación de materiales de arrastre; Aprovechamiento de productos forestales no maderables.

Usos prohibidos: Minero, Industrial, Agropecuarios, urbanísticos, institucional y actividades tales como caza, pesca, talas, quemas y cualquier otra que pueda alterar el medio natural. Aprovechamiento del bosque natural; Forestal productor maderable; Agropecuario; Industriales; Construcción de vivienda y loteo; Disposición de residuos sólidos; Caza de fauna silvestre; Vertimientos sin tratamiento previo; Extracción y aprovechamiento del Capote y epífitas del bosque natural. La Figura 5.148 presenta la distribución espacial de los suelos de protección para el área de influencia de la UF 1.

Figura 5.148 Areas de protección definidas en el POMCA del río Pamplonita para el área de influencia y el área de intervención de la UF 1



Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

5.2.2.1.8. Sistema Regional de Áreas Protegidas – SIRAP

El Sistema Regional de Áreas Protegidas – SIRAP se constituye en la unidad básica de SINAP, que busca articular las iniciativas de conservación del nivel regional y local dentro de un sistema que permita atender las necesidades de conservación de la biodiversidad y asegurar para las generaciones presentes y futuras la oferta de bienes y servicios ambientales.

Jurídicamente, el SIRAP está definido como "... el conjunto de las áreas que constituyen: las áreas declaradas dentro del sistema de PNN, las zonas de reserva forestal de Ley 2ª/59 y las establecidas mediante resoluciones del extinto INDERENA, las áreas establecidas como áreas de especial significancia ambiental territorial en los planes, esquemas y planes básicos de ordenamiento territorial de los municipios nortesantandereanos, las áreas cofinanciadas conforme al artículo 111 de la Ley 99/93, las áreas declaradas como protegidas por los municipios, las áreas de reserva de la sociedad civil, el área que comprende el denominado proceso de Sisavita, las zonas de páramos, subpáramos, los

nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos, las cuencas hidrográficas en ordenación y las zonas de utilidad pública (consideradas en el Decreto-Ley 2811/74).” Ver anexo de Acuerdo 011 de 2004, por el cual se crea el Sistema Regional de Áreas Naturales Protegidas (SIRAP) del Norte de Santander. (CORPONOR, 2007)

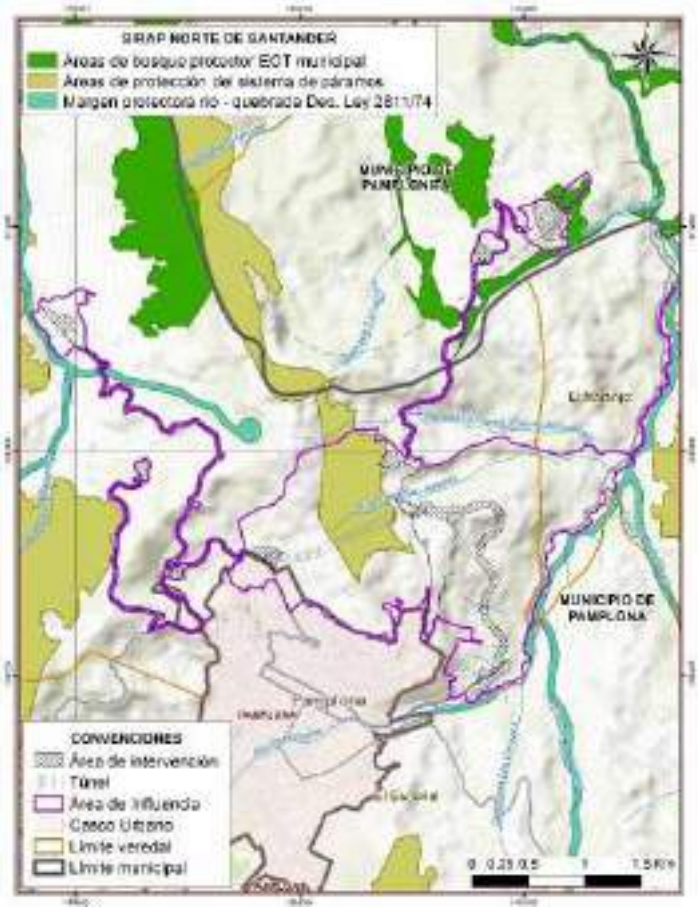
Asi entonces el SIRAP, es la suma de elementos Nacionales, Regionales y Locales que se encuentran en Protección en el Departamento de Norte de Santander, por lo que el SIRAP “NO DECLARA” ninguna Área Protegida, sin embargo surge como mecanismo de manejo del territorio para disminuir las presiones sobre las actuales áreas protegidas y el favorecimiento de la conectividad entre éstas “islas verdes”, de manera que se garantice la conservación y protección de la biodiversidad a largo plazo. (CORPONOR, 2007).

Tampoco El SIRAP regula las áreas incluidas dentro de él, define unos requerimientos para su reglamentación, únicamente incluye la “clasificación y definición de las categorías de manejo, las competencias, los procedimientos para la creación y lo referente a la administración y financiación para garantizar el manejo de estas para el cumplimiento presente y futuro de los objetivos de la conservación”. (CORPONOR, 2007)

Por lo anterior, se realizó la consulta a la información entregada por CORPONOR, mediante el Radicado No 12864-630 del 11 de diciembre de 2017, en el cual adjunta un archivo shp_file, denominado SIRAP_NORTE DE SANTANDER, en este se consolidan las Áreas de bosque protector - productor EOT municipal, Áreas de bosque protector EOT municipal, Áreas de reserva de recurso hídrico municipal y Margen protectora río - quebrada Dec. Ley 2811/74, adscritos a este sistema.

De esta manera, en la Figura 5.149, se muestra la superposición de dichas áreas con el área de influencia y el área de intervención en la UF 1. En la Tabla 5.42, muestra la representatividad de las áreas acogidas en el SIRAP que se superponen con el área de influencia y el área de intervención de la UF 1. Para el área de influencia, se encuentra un 12,98% de estas áreas, correspondientes a 70,98 ha mientras que se tienen 6,02 ha (10,30%) para el área de intervención del proyecto.

Figura 5.149 Superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 1 con áreas clasificadas en el SIRAP de Norte de Santander



Fuente: SIRAP Norte de Santander, 2004.

Tabla 5.142 Extensión y porcentaje de superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 1 con áreas cobijadas por el SIRAP

Tipo de Categoría	Unidad	Subunidad	Área de Influencia		Área de Intervención	
			Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
De orden municipal - local	Áreas de bosque protector - productor EOT municipal	Áreas de bosque protector - productor Pamplona	1,93	0,35	0,36	0,62
	Áreas de bosque protector EOT municipal	Áreas de bosque protector Pamplonita	4,51	0,82	0,23	0,39
De orden regional - departamental	Areas de proteccion del sistema de paramos	Areas de paramo de Pamplona	62,55	11,44	4,32	7,43
	Margen protectora rio - quebrada Dec. Ley 2811/74	Margen protectora rio - quebrada Pamplona	1,99	2,80	0,06	0,09
Total			**70,98**	**12,98**	**4,92**	**8,53**
Total, AI - Área intervención			**546,89**	**100**	**54,44**	**100**

Fuente: SIRAP Norte de Santander, 2004.

Plan Básico de Ordenamiento Territorio P.B.O.T. del Municipio de Pamplona

El Acuerdo No. 0028 de diciembre 10 de 2015 del Concejo Municipal de Pamplona *"por el cual se adopta la modificación excepcional del PBOT de Pamplona"* establece dentro de la Clasificación del Territorio, en el Art. 9 Suelo Rural, el Suelo Suburbano y el Suelo de Protección.

Éste último está constituido por las zonas y áreas de terreno que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructura para la provisión de servicios públicos domiciliarios (…) tiene restringida la posibilidad de urbanizarse[4] .

El PBOT del Municipio de Pamplona, contempla la siguiente categoría dentro de los usos del suelo de protección – Áreas de Conservación y protección ambiental, y que hacen parte de la UF 1:

> Bosque protector – productor: Se definen como las zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o ratifícales para proteger los Recursos Naturales Renovables y que, además, puede ser objeto de actividades de producción sujeta necesariamente al mantenimiento del efecto protector.
>
> Páramos y Subpáramos: Son áreas que, por sus condiciones ambientales drásticas, en donde opera un tipo de selección abiótica, cuya principal característica es su posición orográfica, la intensidad y distribución de las de las precipitaciones, lo que condiciona la presencia de ecosistemas atmosféricos húmedos y secos, un régimen isotérmico de bajas o muy altas temperaturas, alta radiación ultravioleta y vientos fuertes. En general las condiciones ambientales generan ecosistemas de baja biomasa, frágiles, fácilmente vulnerables a disturbios antrópicos.

Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T del Municipio de Pamplonita

La zonificación ambiental contenida en el EOT de Pamplonita tuvo como base la Resolución No.0326 del 15 de junio de 1999, emitida por CORPONOR para la clasificación de usos del suelo permisibles.

Dicho EOT, clasifica el uso del suelo en (5) grandes grupos: áreas de especial significancia ambiental, áreas de recuperación ambiental, áreas de riesgos y amenazas naturales, áreas de producción económica y finalmente, áreas urbanas y de grandes equipamientos.

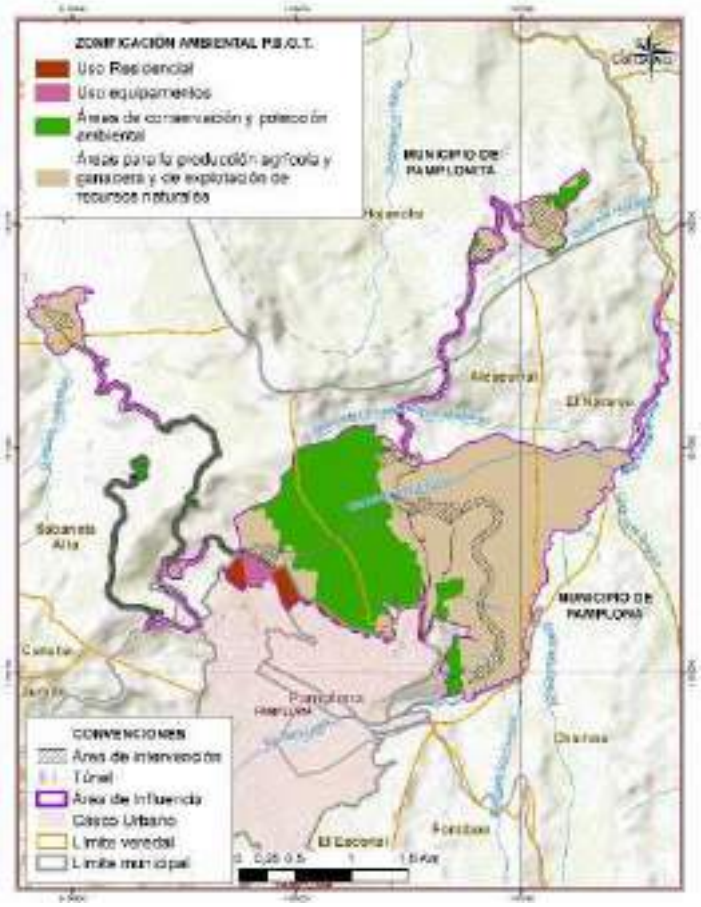
Dentro de las áreas de especial significancia ambiental se encuentran las Áreas de Conservación y protección ambiental, cuyos usos del suelo son los siguientes:

[4] Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015.

Área forestal protectora: Son aquellas zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger esos mismos recursos u otros naturales renovables. Su finalidad exclusiva es la protección de suelos, aguas, flora, fauna, diversidad biológica, recursos genéticos u otros Recursos Naturales Renovables.

Área forestal protectora – productora: Se definen como las zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger los Recursos Naturales Renovables y que, además, pueden ser objeto de actividades de producción sujetas necesariamente al mantenimiento del efecto protector. En la Tabla 5.143, se presentan los usos del suelo de protección de acuerdo con el PBOT del Municipio de Pamplona, para la UF 1. De forma gráfica, la **Figura** 5.150 muestra la distribución espacial de la zonificación ambiental propuesta en el PBOT del municipio de Pamplona y del EOT de Pamplonita en el área de influencia de la Unidad Funcional 1.

Figura 5.150 Suelo de Protección PBOT Pamplona respecto de AI y el área de intervención UF 1



Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015.

Tabla 5.143 Representatividad del Suelo de Protección establecido por el PBOT del municipio de Pamplona y Pamplonita en el Área de influencia y el área de intervención de la UF 1

Municipio	Categoría de Suelo de Protección	Descripción uso del suelo	Usos de Suelo				Área de Influencia		Área de Intervención	
			Uso Principal	Uso Compatible	Uso Condicionado	Uso Prohibido	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Pamplona	Áreas de conservación y protección ambiental	Bosque primario	Conservación y protección de los recursos naturales	Ecoturismo o recreación pasiva – contemplativa, investigación controlada y educación	Agropecuarios tradicionales, construcción de infraestructura básica para usos compatibles, extracción persistente de productos secundarios del bosque minería, urbanos	Agropecuario intensivo y mecanizado, tala o corte de especies forestales y todo aquel que genere deterioro a la cobertura vegetal o procesos de erosivos	4,50	0,82	0,48	0,82
		Bosque protector productor					12,53	2,29	3,43	5,89
		Páramos y Subpáramos	Protección de los recursos naturales	Recreación contemplativa rehabilitación ecológica, investigación controlada y educación	Agropecuarios tradicionales o aprovechamiento persistente de productos forestales secundarios que no implique el corte de los árboles, infraestructura básica para usos compatibles, vías, captación y uso industrial del agua.	Agropecuarios intensivos, minería, urbanizaciones institucionales y otros usos o actividades como quema, tala, caza, y en general acciones que conlleven al deterioro de la base natural de sustentación.	160,52	29,35	7,46	12,12
Pamplonita	Áreas de conservación y protección ambiental	Área Forestal Protectora	Conservación de suelos y recursos asociados	Recreación contemplativa, rehabilitación ecológica e investigación controlada.	Infraestructura básica para el establecimiento de los usos compatibles, aprovechamiento persistente de productos secundarios del bosque, recreación y ecoturismo.	Agropecuarios, industriales, urbanísticos, minería, institucional y actividades tales como caza, pesca, talas, quemas y cualquier otra que pueda alterar el medio natural.	4,78	0,87	0,52	0,90
		Área Forestal Protectora Productora	Conservación de suelos y recursos asociados	Recreación contemplativa, rehabilitación ecológica e investigación controlada	Infraestructura básica para el establecimiento de los usos compatibles, aprovechamiento persistente de productos secundarios del bosque, recreación y ecoturismo.	Agropecuarios, industriales, urbanísticos, minería, institucional y actividades tales como caza, pesca, talas, quemas y cualquier otra que pueda alterar el medio natural.	0,15	0,03	-	-
	Total						**182,48**	**33,18**	**11,49**	**19,72**
							546.89	**100**	**54,44**	**100**

Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015.

5.2.2.2. Otras estrategias de conservación *in situ* y distinciones internacionales

Otras estrategias de conservación que se han incorporado en el ámbito nacional corresponden a las iniciativas de nivel internacional, como las áreas de Reserva de Biósfera, el Programa de Patrimonio de la Humanidad y el Convenio de los Humedales Ramsar, Bosque seco tropical, paramos, entre otros.

5.2.2.2.5. Humedales de Colombia

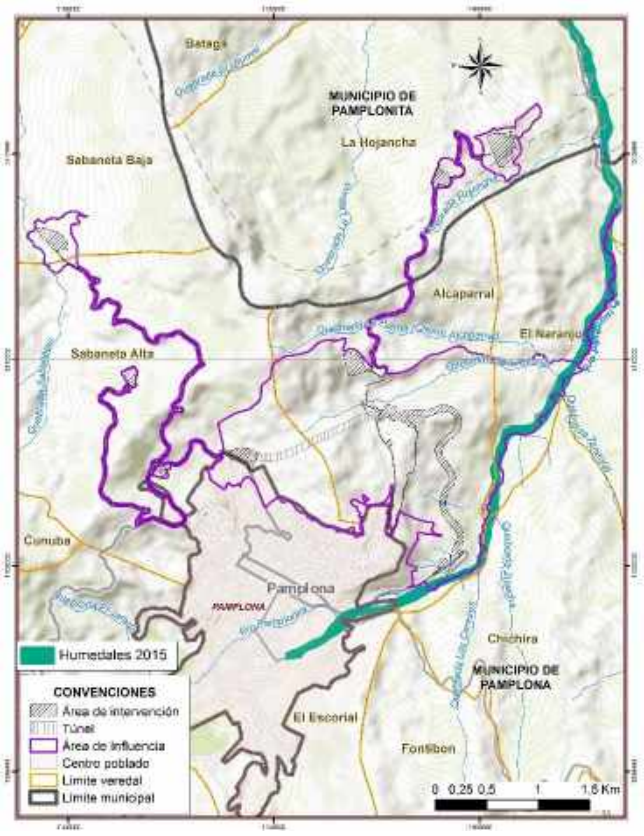
Mediante el oficio DBD-8201-E2-2017-038058 del 11 de diciembre de 2017, el Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible, se pronunció informando *"una vez revisada la información cartográfica suministrada y de acuerdo con la base de datos de este Ministerio se encontró que el área de interés del proyecto, ubicado en el departamento de Norte de Santander, no se encuentra en áreas de Reserva forestal establecida mediante la Ley 2da de 1959, ni en áreas de Reserva Forestal Protectora Nacional"* (Ver Anexo 5.2-H. Comunicaciones).

En relación al cruce con el Mapa Nacional de Humedales, se verificó la capa de los Humedales Interiores de Colombia[5], documento emanado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), tras el cruce cartográfico de esta capa con el área de influencia, se puede concluir que se presenta solapamiento sobre 13,79 ha, que corresponden al ecosistema denominado Río de Aguas Blancas por el mismo documento, haciendo referencia al área ocupada por el río Pamplonita. Dicha categorización, agrupa las *aguas que tienen origen andino, muchos sedimentos suspendidos y disueltos, por lo que son poco transparentes (15-30 cm), altas concentraciones de nutrientes y pH cercano al neutro* (IAvH, 2015). (Ver Anexo 10-8 Ecosistemas Estratégicos_Reporte Humedales 2015). (Figura 5.151)

En un ejercicio más detallado, se realizó la comprobación de este cruce cartográfico a escala 25.000, pudiendo determinar que dada la escala de elaboración de la capa de Humedales interiores de Colombia (1:100.000), este solapamiento no corresponde con el cauce del rio Pamplonita interpretado en el mapa de cobertura de la tierra, y además el polígono presenta un área mayor al cauce a escala 25.000, como se puede apreciar en la Figura 5.152.

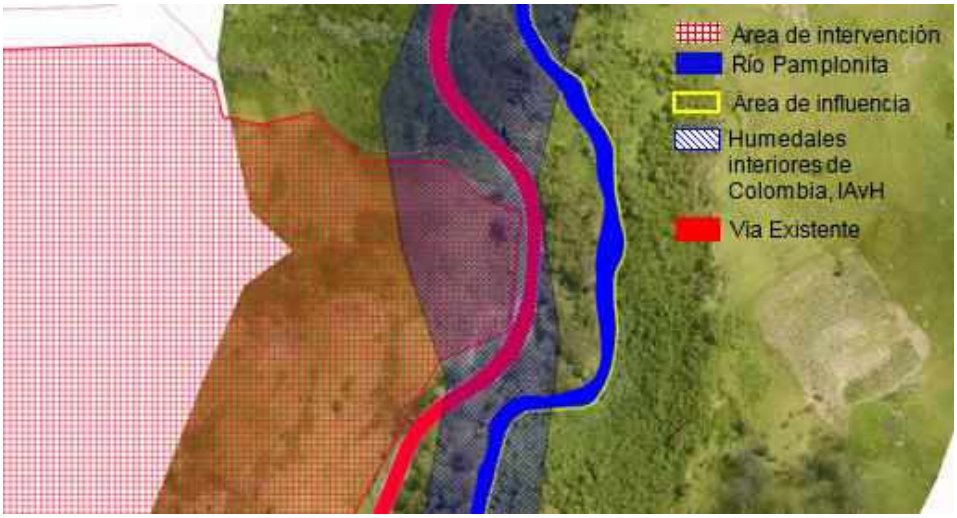
[5] Humedales Interiores de Colombia, 2015. IAvH

Figura 5.151 Humedales Interiores de Colombia, respecto del área de influencia y el área de intervención de la UF1



Fuente: IAvH, 2015.

Figura 5.152 Confluencia del Ecosistemas de Humedales con el área de influencia

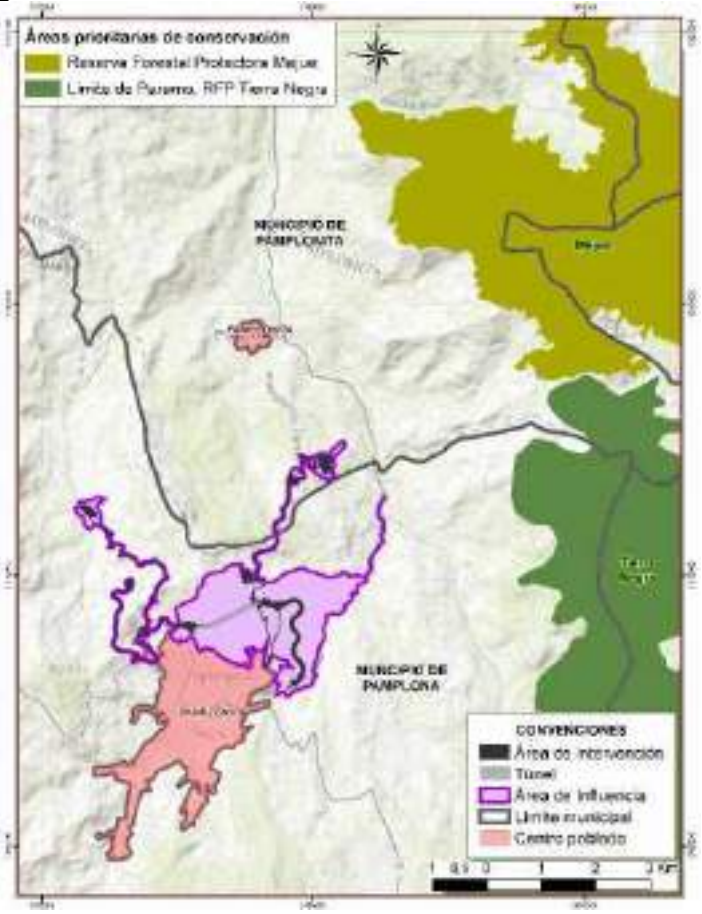


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.2.2.6. Áreas de interés científico o con Prioridades de Conservación

A través del documento CONPES 3680 se dictan los lineamientos de política necesarios para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que contribuirá a la conservación de la biodiversidad como base natural para el desarrollo del país, la generación de beneficios ambientales y la preservación de espacios naturales indispensables para la preservación de la diversidad cultural que existe en el país[6]. Luego de la consulta realizada, se evidencia que no existe el traslape entre la capa de la UF 1 y la información del documento CONPES 3680.

Figura 5.153 Prioridades de Conservación en el AI UF1



'Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.2.2.7. Relictos de Bosque Seco Tropical

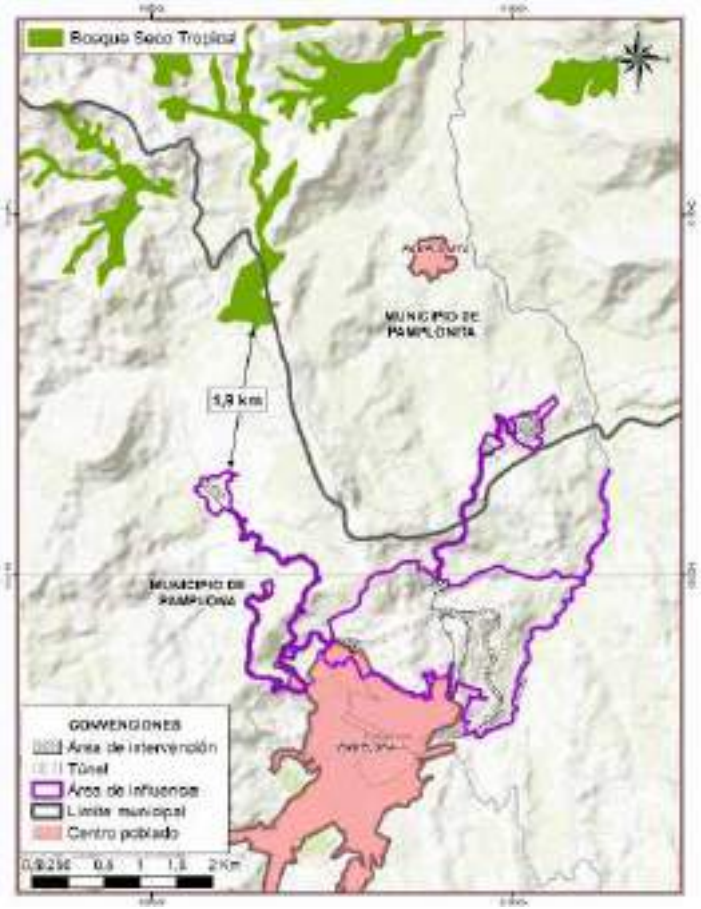
Se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24°C

[6] Documento CONPES 3680, Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, 21 de Julio de 2010

(piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año; esta formación corresponde a los llamados bosques higrotropofíticos, bosque tropical caducifolio de diversos autores, bosque seco Tropical de Holdridge, y al bosque tropical de baja altitud deciduo por sequía de la clasificación propuesta por la UNESCO[7].

La Figura 5.154, muestra que no existe traslape entre el área de influencia del proyecto y la delimitación de este ecosistema, definido por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Figura 5.154 Bosque seco tropical respecto del AI UF1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

[7] El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia, IAVH 1997

5.2.2.2.8. Zonas de Protección y Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente

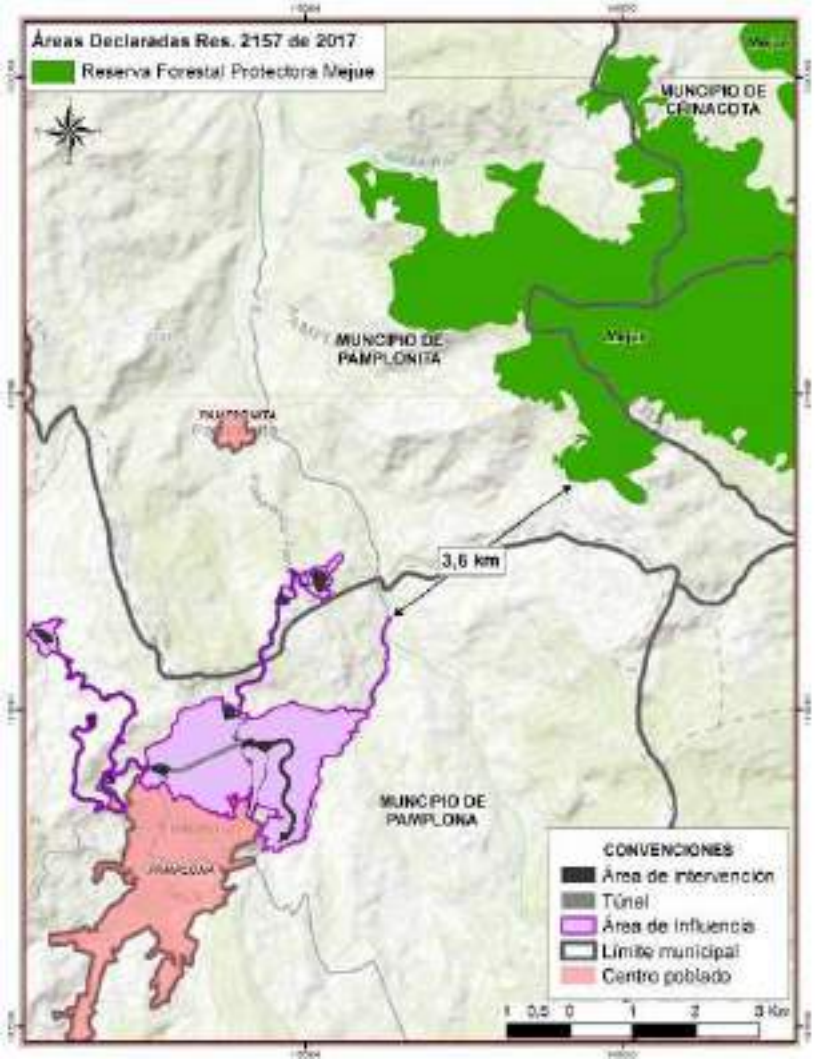
Mediante la Resolución 1814 de 2015, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, declaró y delimitó unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, a las cuales aplicaría el principio de precaución temporal, pues en ellas se adelantan procesos regionales de declaratoria de áreas protegidas, posteriormente mediante la Resolución 2157 de 2017, se prorrogó el termino de duración de estas áreas y se actualizo el listado.

Para Norte de Santander específicamente, se prorrogaron por término de 1 año, 5 polígonos, de los 17 polígonos reconocidos en la Resolución 1814 de 2015:

Polígono 24. Reserva Forestal Protectora Jurisdicciones: Ubicado en los municipios de Abregó y La Esperanza.
Polígono 25. DMI Bosque seco Tropical Sur: Ubicado en los municipios de Cúcuta, Bochalema, Durania, San Cayetano, Santiago.
Polígono 34. Mejue: Ubicado en los municipios de Chinácota, Herrán, Pamplonita, Toledo.
Polígono 37. Cerro Tasajero
Polígono 40. PNR Almorzadero

De acuerdo con la Resolución 2157, estas áreas poseen importancia ecosistémica, teniendo en cuenta las especies hasta ahora han sido identificadas, además de su aporte a la representatividad ecológica y valores excepcionales para el patrimonio nacional del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En la Figura 5.155 se puede observar que el AI se encuentra en cercanías con el polígono de Mejue y el DMI Bosque Seco Tropical Sur

Figura 5.155 Superposición del Área de Influencia y el área de intervención de la UF1 con áreas declaradas según la Res. 2157 de 2017



Fuente: Res.2157 de 2017 MADS.

Se observa que el área de influencia de la UF 1 no se intersecta con áreas protegidas declaradas a nivel nacional, regional o local, pero se encuentra superposición con áreas de ronda de protección de drenajes que cobija el Decreto-Ley 2811/74.

BIBLIOGRAFÍA

FLORA

Albornoz-Espinel, M. M., Cáceres-Martínez1,, C. H., & Acevedo-Rincón, A. A. (2017). Assessment of protected areas for the conservation of threatened amphibians in the Eastern cordillera of Colombia. *Herpetology Notes*, 10: 685-696.

(MADS)., M. d. (2017). Resolución 1912. . Bogotá.

ABO. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo.* Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología.

ABO, & CAR. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá Guía de Campo.* Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca,.

Acevedo- Rincón, A. A., R, F.-P., & K, L. S.-P. (2014). Nuevos registros de especies del género Pristimantis (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. *Biodivers. Neotrop*, 4 (2): 162-169.

Acevedo, A. &. (2016). ERYTHROLAMPRUS EPINEPHELUS (Golden-bellied Snakelet). DIET. *Herpetological Review*, (47) 310-311. .

Acosta Galvis, A. R. (2017). Lista de los anfibios de Colombia. *https://www.batrachia.com*.

Acosta Galvis, A. R. (2017). *Lista de los Anfibios de Colombia*. Obtenido de Lista de los Anfibios de Colombia: https://www.batrachia.com

Acosta Galvis, A. R. (2017). *Lista de los Anfibios de Colombia*. Recuperado el Junio de 2017, de https://www.batrachia.com/

Arango, C. (22 de 01 de 2012). *Piranga Roja (Piranga rubra).* Obtenido de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Reinita+naranja

Arango, C. (2014). *Atlapetes Cabeciblanco (Atlapetes pallidinucha).* Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1208

Arango, C. (2017). *orcaza Collareja (Patagioenas fasciata)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali. Colombia: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Torcaza+Collareja+-+Patagioenas+fasciata

Armesto, L., Gutiérrez, D. R., Pacheco, R. D., & Gallardo, A. O. (2011). Reptiles del Municipio de Cúcuta (Norte de Santander, Colombia). *15*(2), 157-168.

Armesto, L., Torrado, R., & 2013., y. E. (2013). Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, Vol 18 No.1 199-204.

Armesto, L., Torrado, R., & Llanes., y. E. (2013). Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, Vol 18 No.1 199-204.

Armesto, O., Esteban, J. B., & Torrado, R. (2009). Fauna de Anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos, 5*(1), 57 - 63.

Armesto, O., Esteban, J. B., & Torrado., y. R. (2009). Fauna de Anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos*, 5(1), 57 - 63.

Arroyave, M. d., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., . . . Ramos, K. C. (2006). IMPACTOS DE LAS CARRETERAS SOBRE LA FAUNA

SILVESTRE Y SUS PRINCIPALES MEDIDAS DE MANEJO. *Revista EIA*, Número 5 p. 45-57. Junio 2006.

Avendaño, J. E.-B. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología ColomBIANA 16:eA01-1*.

Ayala, S. C. (No publicado.). *Saurios de Colombia-Lizards of Colombia.*

Bernal, M., & Lynch, J. (2008). Review and Analysis of Altitudinal Distribution of the Andean Anurans in Colombia. *Zootaxa*, 1-25.

BirdLife , I. (2016). *Chlorostilbon poortmani*. Recuperado el 21 de 01 de 2018, de he IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T61197713A95165934: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T61197713A95165934

BirdLife, I. (2016). *Tangara vitriolina.* Recuperado el 21 de 01 de 2018, de The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22722897A94791847: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22722897A94791847

BirdLife, I. (2018). *Birdlife*. Obtenido de http://datazone.birdlife.org/species/search

BirdLife, I. (18 de 01 de 2018). *Species factsheet: Cyclarhis nigrirostris*. Obtenido de BirdLife International: http://www.birdlife.org

Cáceres- Martínez, C. A.-R.-M. (2016). Terrestrial medium and large size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Park and buffer zone, Colombia. . *Therya, 7* (2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo Rincon, A., & González Maya, J. (2016). Terrestrial medium and large-size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Natural park and buffer zone, Colombia. *THERYA, 7*(2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo Rincon, A., & González-Maya, J. (2016). Terrestrial medium and large-size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Natural park and buffer zone, Colombia. *THERYA, 7*(2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo- Rincón, A., Sierra- Leal, J., & González-Maya, J. (2017). Kinosternon scorpioides scorpioides (TESTUDINES: KINOSTERNIDAE): NUEVO REPORTE EN EL NORORIENTE DE COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 22, Núm. 2.

Camacho, H. (1992). *Diversidad Biologica de Iboroamérica.* México.

Castro Hernández, J. (2013). *Impacto de la especia invasora Pteridium arachnoideum (Kaulf.) Maxon sobre la composición, la germinación y el establecimiento de plantulas en un bosque montano bajo.* Medellín, Antioquia: Universiada de Antioquia.

Chaparro Herrera, S., Echeverry Galvis, M., & otros, y. (Julio - Diciembre de 2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana, 14*(2), 235-272.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra., y. A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14 (2): 235-272.

Cifuentes-Sarmiento, Y. (2008). *Aves playeras migratorias y las arroceras de Colombia. En: de la Balze, V.M. & D.E. Blanco (eds.): Segundo taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del norte de America del Sur.* Cali: Wetlands International.

Cisneros-Heredia, D. F. (2006). Notes on breeding, behaviour and distribution of some birds in Ecuador. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 126(2): 153-164.

CITES. (2017). *www.cites.org/esp/app/index.shtml*. Obtenido de www.cites.org/esp/app/index.shtml.

Colwell, R. (2013). *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).*

Colwell, R. K. (2013). *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples .*

CORANTIOQUIA. (2008). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque seco tropical.* Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA.

CORPONOR. (2007). *SISTEMATIZACION DE EXPERIENCIA SIRAP.*

CORPONOR. (2010). *Plan de ordenación y manejo de la cuencahidrográfica del RÍo Pamplonita.* Cúcuta.

Cruz, L., Lorenzo, C., & Soto, L. (2004). *Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva lacandona, Chiapas, México.* Chiapas, México.

Cuarón, A. (2000). Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modeling approach. . *Conservation Biology*, 14: 1676-1692.

De la Ossa, J., De la Ossa-Nadjar, O., & Medina-Bohóquez, E. (2015). ATROPELLAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE. *Rev Colombiana Cienc Anim, 7*(1), 109-116.

Del Hoyo, J. C. (2014). *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 1 (non-passerines). .* BirdLife International. Barcelona: Cambridge editions .

Del Hoyo, J., Collar, N. J., Christie, D. A., Elliott, A., & Fishpool, L. D. (2014). *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 1 (non-passerines).* Cambridge: Edicions, Barcelona & BirdLife International.

Duarte, J. (s.f.). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237471171_MERIDA_BROCKET_Mazama_bricenii_Thomas_1908

FAO. (2001). *Situación de los bosques del mundo 2001.* Roma: FAO.

Fjeldså, J., & Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes.* Copenhagen, Denmark.: Zoological Museum, University of Copenhagen.

Fon Quer, P. (1982). *Diccionario de Botánica.* Barcelona: Labor.

Forero, E., & Romero, C. (2005). *Estudios en leguminosas colombianas.* Bogotá, D.C.: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales.

Freemark, K. E., & Merriam , H. G. (1986). mportance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. *Biol. Cons.* , 36:115-141 .

Frost, D., & The American Museum of Natural History. (2018). *Amphibian Speciesof the World 6.0 an Online Reference*. Obtenido de Darrel Frost and The American Museum of Natural History. All Rights Reserved.

Fundación ProAves. (2009). Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia. *Conservación Colombiana*, 1-154.

Gallardo A. O., S. Z. (2013). Aves de Pamplona – Norte de Santander, Colombia. Pamplona: rupo de investigación de Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Gallardo, A. O., Sequeda Zuleta, J., & Peña, L. R. (2013). *Aves de Pamplona - Norte de Santander, Colombia.* Pamplona: Grupo de investigación de Ecología y Biogeografía. Universidad de Pamplona.

Godinez , H., & Jordano , P. (2007). Empirical Approach to Analysing the Demographic Consequences of Seed Dispersal by Frugivores. En Dennis, *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World* (págs. 391-406). CAB Internationa.

Golet , F. C., Wang , Y., Merrow, J. S., & DeRayon , W. R. (2000). Relationship between habitat and landscape feature and the avian community of Red Maple . *Wilson Bull*, 113: 217-227 .

Gonzales, L., & Romero , A. (2012). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LOS CAMBIOS DE LA COBERTURA DE LA TIERRA E INCIDENCIA DEL CULTIVO DE PALMA EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE VILLANUEVA CASANARE.*

Gonzalez A., L. M. (2009). The causes and consecuences of compensatory dynamics in ecological communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.2, 40*, 393-414.

Gutiérrez-Lamus, D. L., Serrano, V. H., & Ramírez-Pinilla, M. P. (2004). COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE ANUROS EN DOS TIPOS DE BOSQUE (NATURAL Y CULTIVADO) EN LA CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA. *Caldasia*, 26 (1): 245-264.

Hammer, O., Harper, T., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. . *Paleontologia Eletronica*, 4 (1): 1-9.

Heinicke, M., Barrio-Amorós, C., & Hedges, S. (2015). Molecular and morphological data support recognition of a new genus of New World direct-developing frog (Anura: Terrarana) from an under-sampled region of South America. *Zootaxa*, 3986(2): 151-172.

Hernández Camacho, e. a. (1992). *Unidades Biogeográficas de Colombia.* México.

Hernández Camacho, J., Hurtado Guerra, A., Walschburger, T., & Ortiz Quijano, R. (1992). *Unidades Biogeográficas de Colombia.* México.

Hernández-Camacho J., & Sánchez H. (1992). *Biomas terrestres de Colombia.*

Herzog, S. K. (2011). Patterns of Diversity and Endemism in the Birds of the Tropical Andes. En R. M. S.K. Herzog, *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. .* Inter-American Institute for global Change Research (IAI) and Scientific Commitee on problems of the environment (SCOPE).

Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia.* Cali: Princeton University Press, American Bird Conservancy-ABC, Universidad del Valle, Sociedad Antioqueña de Ornitología-SAO.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A guide to the Birds of Colombia.* New Jersey: Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A Guide to the birds of Colombia.* Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia.* Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (2001). *Guía de aves de Colombia.* Colombia: American Bird Conservancy, ABC.

Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Tropical Science Center*, 206.

Howe, H. F., & Miriti, M. N. (2004). When seed dispersal matters. *BioScience*, Vol 54 N 7 Pp: 651-660.

IDEAM . (2010). *LEYENDA.*

IDEAM. (2011). *Metodología para la construcción del mapa de ecosistemas.* Bogotá.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.*

IGAC. (1999). Paisajes Fisiográficos de Orinoquía. *Análisis Geográficos Nº 27-28*, 361.

Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional. (18 de 01 de 2018). *Colección de Anfibios Universidad Nacional*. Obtenido de http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/advancedresult/amphibians/

Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia. (18 de 01 de 2018). *Colección de Reptiles*. Obtenido de http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/reptiles/

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (18 de 01 de 2018). *IUCN Red List*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/

IUCN. (2017). *http://www.iucnredlist.org/*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/.

IUCN. (2018). *http://www.iucnredlist.org/*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/.

J. B, E., Torrado, R., & Armesto, L. (2006). *Realización de un inventario faunístico aproximado de tipo toxonómico-recopilativo para el grupo de vertebrados silvestres del área urbana del Municipio de San José de Cúcuta.Trabajo de Grado.* Cúcuta: Facultad de Educación, Artes y Humanidades. Universidad Francisco de Paula Santander.

Jordano , P., & Schupp , E. W. (2000). Seed disperser effectiveness: the quantity component and Patterns of seed rain for prunus mahaleb. *Ecological monographs*, Vol 70 N 4. Pp: 591 -615.

Kattan, G., Serrano, H., & Aparicio, A. (1996). Aves de Escalete. Diversidad, estructura trófica y organización social. *Cespedecia*, Vol 21.(68) 920.

Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Ann. Zool. Fennici*, 26:, 153-166.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos.* Eschborn, República Federal de Alemania.: Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Lantschner, M. V., & Rusch, V. (2007). Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de Nothofagus antarctica en el NO Patagónico. *Ecol. austral* , 17:99-112. Junio 2007.

Latorre Parra, J. P. (2005). *Biodiversidad y conservación en los Parques Nacionales Naturales de Colombia.* Bogotá.

Latorre, J., Jaramillo, O., & Corredor, L. (2014). *CONDICIÓN DE LAS UNIDADES ECOBIOGEOGRAFICAS CONTINENTALES Y SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA.* Bogotá: PNN.

Lopez de Casenave, J. (2001). Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte. *Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.*

Lozano, B. L., A. F. Gómez y C. S. Valderrama. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima. *Revista Tumbaga 6*, 125-140.

Lundberg., J. M. (2003). Mobile Link Organisms and Ecosystem Functioning: Implications for Ecosystem Resilience and Management. . *Ecosystems, 6*, 87-98.

Lynch, J. (2012). El contexto de las serpientes en Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. . *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, Vol XXXVI. No. 40: 436-449.

Lynch, J. F. (1989). Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan peninsula, II: Use of native and human-modified vegetation. *Manomet Symposium*, (págs. 178-195.).

Magurran, A. (2004). *Measuring biogical diversity. .* Malden, USA: Blacwell Publishing.

Maldonado, M. (1999). Gestión ambiental para la fauna silvestre en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 23 (Supl.):712-715.

Martínez - Maldonado, A. (2015). *TESIS: ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN ENSAMBLAJE DE AVES EN EL "BOSQUE DE LOS GUAYUPES", VERTIENTE DEL RÍO GUAYURIBA, PIEDEMONTE LLANERO. (ACACIAS-META).* BOGOTÁ D.C: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN.PROYECTO CURRICULAR DE LICIENCIATURA EN BIOLOGÍA.

Martínez A., F. B. (2011). Movimientos de Thryothorus rufalbus (aves: Troglodytidae) y conectividad funcional en el paisaje fragmentado de Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas Nº 482011*.

McMullan, M., & Donegan, T. (2014). *Field Guide to the Birds of Colombia.* Bogotá: Fundación Proaves.

Melo , O., & Vargas, M. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos.

Melo Cruz, O., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos.* Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.

Mendoza, H., & Ramírez, B. (2006). *Guia ilustrada de generos de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia.* Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Meza-Joya, L. (2016). First records of two rain frogs, genus Pristimantis (Anura,Craugastoridae), for Colombia. *Check List, The Journal of Biodiversity data*, 12(5): 1971.

Mills, G. S. (1991). The relationship between breeding bird density and vegetation. *Wilson Bulletin* (103), 468-479.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2009). Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales. .* Bogotá.

Miñarro, M., & Dapena, E. (2008). Control biológico en el cultivo de manzano. *Tecnología Agroalimentaria*, 5: 12-15.

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C., Páez, V., & Bock., y. B. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia.* Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

Morales-Jiménez, A., Sánchez, F., P. K., & Cadena, A. (2004). *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia.* Bogotá.

Moreno, J. S. (18 de 01 de 2018). *Tangara Rastrojera (Tangara vitriolina)*. Obtenido de Wiki Aves de Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad Icesi. Cali, Colombia:

http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=661&no_bl=y

Moreno, M. (2009). Aves migratorias en Colombia. *Revista Conservación Colombiana, 11*, 9-26.

Muñoz-Pedreros, A. (2014). Aves rapaces y control biologico de plagas. En J. R. A Muñoz-Pedreros, *Aves Rapaces de Chile* (pág. 386). Valdivia: CEA Ediciones.

Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. *Conferencia electrónica de la FAO* (pág. 10). FAO.

Naranjo, L. G. (1992). Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. *Caldasia*, 17: 55-66.

Naranjo, L. G., & Amaya - Espinel, J. D. (2009). *Plan Nacional de las especies migratorias Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Bogotá: Ministro de Ambiente, Vivienda y WWF Colombia.

Naranjo, L. G., & Espinel, J. D. (2009). *Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Bogotá.: Ministerio de Ambiente,vivienda y desarrollo territorial y WWF.

Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. .* Bogotá, Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/WWF Colombia.

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento., y. Y. (2012). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Volumen 1.* Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Dirección de Ecosistemas, WWF.

Naranjo, L; y Otros. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia.* Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia.

Newton, I. (2008). The migration ecology of birds. *Academic Press. London.*

Norberg, J. (1999). Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological Concepts. *Ecological economics*, Vol 109 pp: 183-202.

Noss, R., & Cooperrider, A. Y. (1994). *Saving natures legacy: Projecting and restoring biodiversity.* Washington: Defenders of Wildlife and Island Press.

Novaro, A., Funes, M., & Walker, R. (2000). Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation*, 92:25-33.

Ocampo-Peñuela, N. (Diciembre de 2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia,, 14*(2), 188-200.

Olah, G. B. (February de 2016). Ecological and socio-economic factors affecting extinction risk in parrots. *Biodiversity and conservation, 25*(2), 205-223. Obtenido de https://doi.org/10.1007/s10531-015-1036-z

Olson, D., D. E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G., Underwood, E., . . . Strand, H. E. (2001). Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *Bioscience*, 51:933-938.

Orjuela, J. E., Alvarez - Lopez, H., Benalcázar, C., & De Benalcázar, F. S. (1979). Poblaciones de aves en un bosque relictual en el valle del Río Cauca, cerca a Jamundí, Valle, Colombia. *Cespedesia*, 8: 29-42.

Palacio, R. (18 de 01 de 2011). *Esmeralda Rabicorta (Chlorostilbon Poortmani)*. Obtenido de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Esmeralda+Rabicorta

Palacio, R. (2011). *Inca Ventirrojo (Coeligena helianthea)*. Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Inca+Ventirrojo

Palacio, R. (2012). (U. I. Colombia., Ed.) Obtenido de Águila Iguanera (Spizaetus tyrannus).Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor).: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tikiindex.php?page=%C3%81guila+iguanera&no_bl=y

Palacio, R. (2012). *Abanico Cariblanco(Myioborus ornatus)*. Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Abanico+cariblanco&no_bl=y

Palacio, R. (2012). *Reinita naranja(Dendroica fusca)*. Recuperado el 21 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.: .http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-editpage.php?page=Reinita+naranja&quickedit=Crear%2Feditar

Palacio, R. (2012). *Reinita Tropical(Parula pitiayumi)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.

Palacio, R. (18 de 01 de 2018). *Ala de Sable Violeta (Campylopterus falcatus).* Obtenido de Wiki Aves Colombia.(R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1795

Pazmiño-Otamendi, G. (2013). Boa constrictor. En O. Torres-Carvajal, D. Salazar-Valenzuela, & A. Merino-Viteri, *ReptiliaWebEcuador.* Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=3061

Pérez, J. I. (2013). Funciones e importancia económica del recurso chapulixtle (Dodonaea viscosa) en un ejido del subtrópico mexicano. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social., 7*(14).

Pérez-Santos, C., & Moreno, A. (1988). *Ofídios de Colombia.* Museo Regionale di Scienze Naturali.

Pinto-Sánchez , N., Calderón-Espinosa, M., Miralles, A., Crawford, A., & Ramírez-Pinilla, M. P. (2015). Molecular phylogenetics and biogeography of the Neotropical skink genus Mabuya Fitzinger (Squamata: Scincidae) with emphasis on Colombian populations. *Mol Phylogenet Evol*, 93:188-211.

Platnick, N. &. (1981). *Systematics and biogeography cladistics and vicariance .* New York.

PNN. (2014). *CONDICIÓN DE LAS UNIDADES ECOBIOGEOGRAFICAS CONTINENTALES Y SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA.* Bogotá.

Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2) 221-226.

Ramírez-Chaves , H. E., & Suárez-Castro, A. F. (2014). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Mammalogy Notes|Notas Mastozoológicas*, 1: 31-34.

Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A., & J.González-Maya. (2016). Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. *Mammology notes*, 1-21.

Ramos Montaño, C. R. (2002). Producción de hojarasca en Dodonaea viscosa (Sapindaceae): un mecanismo que falicita la sucesión primaria. *Acta Biológica Colombiana, 7*(1), 53 -57.

Rangel-Churio, J. O. (2010). Colombia - Diversidad Biótica X. En J. O. Rangel-Churio, & J. H. Pinto-Zárate, *La vegetación de los páramos del norte de Colombia (Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá)* (págs. 289 - 410). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales.

Renjifo, L. M. (2016). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 2: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, A., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá., y. J. (2016). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 2: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., Gómez, M., Velásquez-Tibatá, J., A, A.-V., K. G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón., y. J. (2014). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.

Renjifo, L. M., Gómez, M., Velásquez-Tibatá, J., A, A.-V., K. G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón., y. J. (2014). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.

Renjifo, L. y. (2002). *Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente.

Resnatur, & Calidris. (2004). Manual para el monitoreo de aves migratorias. En *Publicado en el marco del proyecto "Fortalecimiento de capacidades para la conservación de aves migratorias neotropicales en la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil.*

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America. An Identification Guide.* Yale: Yale University Press.

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts.* London: Christopher Helm. Helm Identification Guides. A&C Black Publihers Ltd.

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts.* London: Christopher Helm. Helm Identification Guides. A&C Black Publihers Ltd.

Ridgely, R. S. (1994.). *The birds of South America. Volume 2.* University of Texas Press, Austin.

Roda J., F. A. (2003). *Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de identificación CITES de Colombia.* Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. .* Bogotá: Conservación internacional y Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

Rollfinke B.F, B. F., Yahner, R. H., & Wakeley, J. S. (1990). Effects of forest irrigation on long-term trends in breeding birds communities. *Wilson Bull*, Vol 102: 264-278 .

Rubiano, L. (2010). *Águila Migratoria (Buteo platypterus)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=%C3%81guila+Migratoria

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J., & Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Bogotá: Conservación Internacional yUniversidad Nacional.

Rueda–Almonacid, J., Velásquez, A., Galvis–Peñuela, P., & Gualdrón–Duarte, J. (2008). Reptiles. . En J. Rodríguez–Mahecha, J. Rueda–Almonacid, & T. Gutiérrez–Hinojosa, *Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia.* Bogotá: Conservación internacional.

Ruiz Osorio C., c. H. (2012). Corredores biológicos una estrategia de recuperación en paisajes altamente fragmentados estudio de caso Microcuenca La Bolsa, municipio de Marmilla. *Gestión Ambiental, 15*(1), 7-18.

Saab, V. A., & Petit, D. R. (1992). Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. *Condor*, 94: 66-71.

Salaman, P., Donegan, T., & Caro, D. (2008). istado de las Aves de Colombia. *Conservación Colombiana* , 5: 1-85. Mayo 2008.

Sánchez, H., Castaño, O., & Cárdenas., y. G. (1995). Diversidad de los Reptiles en Colombia. En O. R. (ed.), *Diversidad Biótica I* (págs. 277-325). Bogotá.: Guadalupe.

Santos, T., Tellería, J. L., & Carbonell, R. (2002). Bird conservation in fragmented Mediterranean forsts of Spain: effects of geographical location, habitat and landscape degradation. *Biological Conservation*, 105:113-125. .

SIB. Colombia, S. d. (2017). *http://www.sibcolombia.net.* Obtenido de http://www.sibcolombia.net.

SIB., S. d. (2017). *http://www.sibcolombia.net.* Obtenido de http://www.sibcolombia.net.

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (18 de 01 de 2018). *SIB Colombia*. Obtenido de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/

Stiles, F. G. (1998). Especies de aves endémicas y casi endémicas de Colombia. . En M. E. Chaves, & N. A. (Eds.), *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia.* (págs. 378-385). Bogotá: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Instituto Alexander von Humboldt y PNUMA.

Stiles, F. G. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo.* (1 ed.). Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), CAR.

Stiles, G. &. (1998). Inventario de las aves del bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia, 20*, 29-43.

Stotz,, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical Birds. Ecology and Conservation.* Chicago: University of Chicago Press.

Stouffer, P. &. (1995). Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology, 9*(5), 1085-1094.

Suárez-Badillo, H., & Ramirez-Pinilla, M. (2004). Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimetal y Demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia, 26*(2), 395-426.

Suárez-Badillo, H., & Ramírez-Pinilla, M. (2004). Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimetal y Demostrativa el Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia*, 26(2): 395-416.

Terborgh, J. (1989). *Where have all the birds gone? .*

Terborgh, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 24, 283-292.

Uetz, P. (18 de 01 de 2018). *The EMBL reptile database. [en línea]. European Molecular Biology Laboratory.* Obtenido de Http://www.reptile-database.org/

Uetz, P. F. (12 de 2017). *The Reptile Database,*. Obtenido de http://www.reptile-database.org,

UFPS., U. F.-I. (2014). *Ajuste al Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca del Rio Pamplonita.* Cúcuta: Convenio 000036 de 2001 ASOCARS- CORPONOR-.

Vargas Pérez, J. A., & Jiménez Núñez, P. A. (2017). *Evaluación del Crecimiento de las Plántulas de 88 Especies de Hábito Arbóreo, Arbustivo, Hierbas Terrestres, Escandecentes y Palmas, Presentes en el Vivero la Florida del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.* Bogota D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Vargas-Salinas, F., Delgado-Ospina, I., & López- Aranda, F. (2011). Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1):121-138.

Villareal, H. M., Álvarez, S., Cordoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Mendoza , M., & Umaña, A. F. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. .* Bogotá. Colombia. : Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexander von Humboltd. .

Villareal, H., Álvarez, S., Cordoba, F., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogotá, Colombia: Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña., y. A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

Walter, H. (1977). *Zonas de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal.* Barcelona.

Wenny, D. G. (2011). Perspectives in ornithology the need to quantify ecosystem services provided by birds. . *Auk 128*, 1-14.

Whitcom, R.F., C.S. (1981). *"Effects of forest fragmentation on avifauna of the easterns deciduous forest.* New York.

Willson, M. F., & Tallchief , A. C. (1996). Bird communities of Northern forests Ecological correlates of diversity and abundance. *Condor* , 98:337-349.

FLORA EPIFITA

- Alzate, F., Cardona, F. y Callejas R. (2001). Diversidad y composición de epífitas vasculares en robledales de Antioquia-Colombia. Actual Biol 23 (74): 25-31.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F. Y Borja Barrera, C. (2013): Muestreo en transepto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (II): estudio de los sabinares de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España). Estudios Geográficos, 74/274, pp. 89-114.
- Churchill, S.P. & E.L. Linares. (1995). Prodomus Bryologiae Novo Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana. Tomos I y II. Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Freiberg, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. Biotropica 28(3): 345–355.
- Gentry, A. H. & Dodson C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74: 205-233.
- Gradstein, R., Nadkarni N., Kromer T., Holz I. y Noske N. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. Selbyana 24(1): 105-111.2003.
- Heitz, P. 1997. Population dynamics of epiphytes in Mexican humid montane forest. Journal of Tropical Ecology 85: 767–775.
- Hernández, J. (2000). Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forófitos de un bosque húmedo tropical del alto Orinoco. Amazonas, Venezuela. Acta Biol. Venez., 20(3): 43-60.
- Johansson, D.R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeogr. Suec. 59: 1-136.
- Kernan, C. & N. Fowler. 1995. Differential substrate use by the epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. Journal of Ecology 83: 65–73.
- Krebs, C.J. (1989). Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York.
- Krömer, T., S. R. Gradstein & A. Acebey. (2007). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. Ecol. Bolivia, 42: 23-33.
- Linares, E.L. (1999). Diversidad y distribución de las epífitas vasculares en un gradiente de altitudinal en San Francisco – Cundinamarca. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (suplemento): 133-139.
- Lücking, R. (2009). The taxonomy of the genus Graphis sensu Staiger (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). The Lichenologist. 41(4): 319-362.
- Lücking, R. & E. Rivas-Plata. (2008). Clave y Guía Ilustrada para géneros de Graphidaceae. Glalia 1: 1-41.
- Lücking, R., Umaña, L., Chaves, J.L., Aptroot, A., y Sipman H. (2008). A First

Assessment of the Ticolichen Biodiversity Inventory in Costa Rica: The Genus Graphis, with Notes on the Genus Hemithecium (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). FIELDIANA: BOTANY, N.S., NO. 46, JULY 3, PP. 1–130.

- Madison, M. (1977). Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. Selbyana 2:1–13.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey,179 pp.
- Nieder, J., J. Prosperí & G. Michaloud. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. Plant Ecology 153: 51–63.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Rangel-CH., J.O., & A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. En: J.O. Rangel-Ch (ed.), Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Rangel-Ch. Orlando 2008. Colombia Diversidad Biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia/ed. - Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. 485 p.
- Ter Steege, H. & J.H.C. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. Biotropica 21(4): 331–339.
- Valencia, CH. M. Y J. Aguirre. (2002): Hongos Líquenizados. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- W.D. Reese & I.G.Stone. (2012). Australian Mosses Online. 13. Calymperaceae.

FAUNA

Albornoz-Espinel, M. M., Cáceres-Martínez1,, C. H., & Acevedo-Rincón, A. A. (2017). Assessment of protected areas for the conservation of threatened amphibians in the Eastern cordillera of Colombia. *Herpetology Notes*, 10: 685-696.

(MADS)., M. d. (2017). Resolución 1912. . Bogotá.

ABO. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo.* Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología.

ABO, & CAR. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá Guía de Campo.* Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca,.

Acevedo- Rincón, A. A., R, F.-P., & K, L. S.-P. (2014). Nuevos registros de especies del género Pristimantis (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. *Biodivers. Neotrop*, 4 (2): 162-169.

Acevedo, A. &. (2016). ERYTHROLAMPRUS EPINEPHELUS (Golden-bellied Snakelet). DIET. *Herpetological Review*, (47) 310-311. .

Acosta Galvis, A. R. (2017). Lista de los anfibios de Colombia. *https://www.batrachia.com*.

Acosta Galvis, A. R. (2017). *Lista de los Anfibios de Colombia*. Obtenido de Lista de los Anfibios de Colombia: https://www.batrachia.com

Acosta Galvis, A. R. (2017). *Lista de los Anfibios de Colombia*. Recuperado el Junio de 2017, de https://www.batrachia.com/

Arango, C. (22 de 01 de 2012). *Piranga Roja (Piranga rubra).* Obtenido de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Reinita+naranja

Arango, C. (2014). *Atlapetes Cabeciblanco (Atlapetes pallidinucha).* Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1208

Arango, C. (2017). *orcaza Collareja (Patagioenas fasciata)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia.(C. Arango, Editor) . Universidad ICESI. Cali. Colombia: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Torcaza+Collareja+-+Patagioenas+fasciata

Armesto, L., Gutiérrez, D. R., Pacheco, R. D., & Gallardo, A. O. (2011). Reptiles del Municipio de Cúcuta (Norte de Santander, Colombia). *15*(2), 157-168.

Armesto, L., Torrado, R., & 2013., y. E. (2013). Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, Vol 18 No.1 199-204.

Armesto, L., Torrado, R., & Llanes., y. E. (2013). Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, Vol 18 No.1 199-204.

Armesto, O., Esteban, J. B., & Torrado, R. (2009). Fauna de Anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos, 5*(1), 57 - 63.

Armesto, O., Esteban, J. B., & Torrado., y. R. (2009). Fauna de Anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. *Herpetotropicos*, 5(1), 57 - 63.

Arroyave, M. d., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., . . . Ramos, K. C. (2006). IMPACTOS DE LAS CARRETERAS SOBRE LA FAUNA SILVESTRE Y SUS PRINCIPALES MEDIDAS DE MANEJO. *Revista EIA*, Número 5 p. 45-57. Junio 2006.

Avendaño, J. E.-B. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología ColomBIANA 16:eA01-1*.

Ayala, S. C. (No publicado.). *Saurios de Colombia-Lizards of Colombia.*

Bernal, M., & Lynch, J. (2008). Review and Analysis of Altitudinal Distribution of the Andean Anurans in Colombia. *Zootaxa*, 1-25.

BirdLife , I. (2016). *Chlorostilbon poortmani*. Recuperado el 21 de 01 de 2018, de he IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T61197713A95165934: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T61197713A95165934

BirdLife, I. (2016). *Tangara vitriolina.* Recuperado el 21 de 01 de 2018, de The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22722897A94791847: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22722897A94791847

BirdLife, I. (2018). *Birdlife*. Obtenido de http://datazone.birdlife.org/species/search

BirdLife, I. (18 de 01 de 2018). *Species factsheet: Cyclarhis nigrirostris*. Obtenido de BirdLife International: http://www.birdlife.org

Cáceres- Martínez, C. A.-R.-M. (2016). Terrestrial medium and large size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Park and buffer zone, Colombia. . *Therya, 7* (2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo Rincon, A., & González Maya, J. (2016). Terrestrial medium and large-size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Natural park and buffer zone, Colombia. *THERYA, 7*(2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo Rincon, A., & González-Maya, J. (2016). Terrestrial medium and large-size mammal´s diversity and activity patterns from Tamá National Natural park and buffer zone, Colombia. *THERYA, 7*(2), 285-298.

Cáceres-Martínez, C., Acevedo- Rincón, A., Sierra- Leal, J., & González-Maya, J. (2017). Kinosternon scorpioides scorpioides (TESTUDINES: KINOSTERNIDAE): NUEVO REPORTE EN EL NORORIENTE DE COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 22, Núm. 2.

Camacho, H. (1992). *Diversidad Biologica de Iboroamérica.* México.

Castro Hernández, J. (2013). *Impacto de la especia invasora Pteridium arachnoideum (Kaulf.) Maxon sobre la composición, la germinación y el establecimiento de plantulas en un bosque montano bajo.* Medellín, Antioquia: Universiada de Antioquia.

Chaparro Herrera, S., Echeverry Galvis, M., & otros, y. (Julio - Diciembre de 2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana, 14*(2), 235-272.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra., y. A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14 (2): 235-272.

Cifuentes-Sarmiento, Y. (2008). *Aves playeras migratorias y las arroceras de Colombia. En: de la Balze, V.M. & D.E. Blanco (eds.): Segundo taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del norte de America del Sur.* Cali: Wetlands International.

Cisneros-Heredia, D. F. (2006). Notes on breeding, behaviour and distribution of some birds in Ecuador. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 126(2): 153-164.

CITES. (2017). *www.cites.org/esp/app/index.shtml*. Obtenido de www.cites.org/esp/app/index.shtml.

Colwell, R. (2013). *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).*

Colwell, R. K. (2013). *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples .*

CORANTIOQUIA. (2008). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque seco tropical.* Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA.

CORPONOR. (2007). *SISTEMATIZACION DE EXPERIENCIA SIRAP.*

CORPONOR. (2010). *Plan de ordenación y manejo de la cuencahidrográfica del RÍo Pamplonita.* Cúcuta.

Cruz, L., Lorenzo, C., & Soto, L. (2004). *Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva lacandona, Chiapas, México.* Chiapas, México.

Cuarón, A. (2000). Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modeling approach. . *Conservation Biology*, 14: 1676-1692.

De la Ossa, J., De la Ossa-Nadjar, O., & Medina-Bohóquez, E. (2015). ATROPELLAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE. *Rev Colombiana Cienc Anim, 7*(1), 109-116.

Del Hoyo, J. C. (2014). *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 1 (non-passerines). .* BirdLife International. Barcelona: Cambridge editions .

Del Hoyo, J., Collar, N. J., Christie, D. A., Elliott, A., & Fishpool, L. D. (2014). *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 1 (non-passerines).* Cambridge: Edicions, Barcelona & BirdLife International.

Duarte, J. (s.f.). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237471171_MERIDA_BROCKET_Mazama_bricenii_Thomas_1908

FAO. (2001). *Situación de los bosques del mundo 2001.* Roma: FAO.

Fjeldså, J., & Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes.* Copenhagen, Denmark.: Zoological Museum, University of Copenhagen.

Fon Quer, P. (1982). *Diccionario de Botánica.* Barcelona: Labor.

Forero, E., & Romero, C. (2005). *Estudios en leguminosas colombianas.* Bogotá, D.C.: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales.

Freemark, K. E., & Merriam , H. G. (1986). mportance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. *Biol. Cons.* , 36:115-141 .

Frost, D., & The American Museum of Natural History. (2018). *Amphibian Speciesof the World 6.0 an Online Reference*. Obtenido de Darrel Frost and The American Museum of Natural History. All Rights Reserved.

Fundación ProAves. (2009). Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia. *Conservación Colombiana*, 1-154.

Gallardo A. O., S. Z. (2013). Aves de Pamplona – Norte de Santander, Colombia. Pamplona: rupo de investigación de Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Gallardo, A. O., Sequeda Zuleta, J., & Peña, L. R. (2013). *Aves de Pamplona - Norte de Santander, Colombia.* Pamplona: Grupo de investigación de Ecología y Biogeografía. Universidad de Pamplona.

Godinez , H., & Jordano , P. (2007). Empirical Approach to Analysing the Demographic Consequences of Seed Dispersal by Frugivores. En Dennis, *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World* (págs. 391-406). CAB Internationa.

Golet , F. C., Wang , Y., Merrow, J. S., & DeRayon , W. R. (2000). Relationship between habitat and landscape feature and the avian community of Red Maple . *Wilson Bull*, 113: 217-227 .

Gonzales, L., & Romero , A. (2012). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LOS CAMBIOS DE LA COBERTURA DE LA TIERRA E INCIDENCIA DEL CULTIVO DE PALMA EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE VILLANUEVA CASANARE.*

Gonzalez A., L. M. (2009). The causes and consecuences of compensatory dynamics in ecological communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.2, 40*, 393-414.

Gutiérrez-Lamus, D. L., Serrano, V. H., & Ramírez-Pinilla, M. P. (2004). COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE ANUROS EN DOS TIPOS DE BOSQUE (NATURAL Y CULTIVADO) EN LA CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA. *Caldasia*, 26 (1): 245-264.

Hammer, O., Harper, T., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. . *Paleontologia Eletronica*, 4 (1): 1-9.

Heinicke, M., Barrio-Amorós, C., & Hedges, S. (2015). Molecular and morphological data support recognition of a new genus of New World direct-developing frog (Anura:

Terrarana) from an under-sampled region of South America. *Zootaxa*, 3986(2): 151-172.

Hernández Camacho, e. a. (1992). *Unidades Biogeográficas de Colombia.* México.

Hernández Camacho, J., Hurtado Guerra, A., Walschburger, T., & Ortiz Quijano, R. (1992). *Unidades Biogeográficas de Colombia.* México.

Hernández-Camacho J., & Sánchez H. (1992). *Biomas terrestres de Colombia.*

Herzog, S. K. (2011). Patterns of Diversity and Endemism in the Birds of the Tropical Andes. En R. M. S.K. Herzog, *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. .* Inter-American Institute for global Change Research (IAI) and Scientific Commitee on problems of the environment (SCOPE).

Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia.* Cali: Princeton University Press, American Bird Conservancy-ABC, Universidad del Valle, Sociedad Antioqueña de Ornitología-SAO.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A guide to the Birds of Colombia.* New Jersey: Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A Guide to the birds of Colombia.* Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia.* Princeton University Press.

Hilty, S., & Brown, W. (2001). *Guía de aves de Colombia.* Colombia: American Bird Conservancy, ABC.

Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Tropical Science Center*, 206.

Howe, H. F., & Miriti, M. N. (2004). When seed dispersal matters. *BioScience*, Vol 54 N 7 Pp: 651-660.

IDEAM . (2010). *LEYENDA.*

IDEAM. (2011). *Metodología para la construcción del mapa de ecosistemas.* Bogotá.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.*

IGAC. (1999). Paisajes Fisiográficos de Orinoquía. *Análisis Geográficos Nº 27-28*, 361.

Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional. (18 de 01 de 2018). *Colección de Anfibios Universidad Nacional*. Obtenido de http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/advancedresult/amphibians/

Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia. (18 de 01 de 2018). *Colección de Reptiles*. Obtenido de http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/reptiles/

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (18 de 01 de 2018). *IUCN Red List*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/

IUCN. (2017). *http://www.iucnredlist.org/*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/.

IUCN. (2018). *http://www.iucnredlist.org/*. Obtenido de http://www.iucnredlist.org/.

J. B, E., Torrado, R., & Armesto, L. (2006). *Realización de un inventario faunístico aproximado de tipo toxonómico-recopilativo para el grupo de vertebrados silvestres del área urbana del Municipio de San José de Cúcuta.Trabajo de Grado.* Cúcuta: Facultad de Educación, Artes y Humanidades. Universidad Francisco de Paula Santander.

Jordano , P., & Schupp , E. W. (2000). Seed disperser effectiveness: the quantity component and Patterns of seed rain for prunus mahaleb. *Ecological monographs*, Vol 70 N 4. Pp: 591 -615.

Kattan, G., Serrano, H., & Aparicio, A. (1996). Aves de Escalete. Diversidad, estructura trófica y organización social. *Cespedecia*, Vol 21.(68) 920.

Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Ann. Zool. Fennici*, 26:, 153-166.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos.* Eschborn, República Federal de Alemania.: Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Lantschner, M. V., & Rusch, V. (2007). Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de Nothofagus antarctica en el NO Patagónico. *Ecol. austral* , 17:99-112. Junio 2007.

Latorre Parra, J. P. (2005). *Biodiversidad y conservación en los Parques Nacionales Naturales de Colombia.* Bogotá.

Latorre, J., Jaramillo, O., & Corredor, L. (2014). *CONDICIÓN DE LAS UNIDADES ECOBIOGEOGRAFICAS CONTINENTALES Y SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA.* Bogotá: PNN.

Lopez de Casenave, J. (2001). Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte. *Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.*

Lozano, B. L., A. F. Gómez y C. S. Valderrama. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima. *Revista Tumbaga 6*, 125-140.

Lundberg., J. M. (2003). Mobile Link Organisms and Ecosystem Functioning: Implications for Ecosystem Resilience and Management. . *Ecosystems, 6*, 87-98.

Lynch, J. (2012). El contexto de las serpientes en Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. . *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, Vol XXXVI. No. 40: 436-449.

Lynch, J. F. (1989). Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan peninsula, II: Use of native and human-modified vegetation. *Manomet Symposium*, (págs. 178-195.).

Magurran, A. (2004). *Measuring biogical diversity. .* Malden, USA: Blacwell Publishing.

Maldonado, M. (1999). Gestión ambiental para la fauna silvestre en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 23 (Supl.):712-715.

Martínez - Maldonado, A. (2015). *TESIS: ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN ENSAMBLAJE DE AVES EN EL "BOSQUE DE LOS GUAYUPES", VERTIENTE DEL RÍO GUAYURIBA, PIEDEMONTE LLANERO. (ACACIAS-META).* BOGOTÁ D.C: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN.PROYECTO CURRICULAR DE LICIENCIATURA EN BIOLOGÍA.

Martínez A., F. B. (2011). Movimientos de Thryothorus rufalbus (aves: Troglodytidae) y conectividad funcional en el paisaje fragmentado de Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas Nº 482011*.

McMullan, M., & Donegan, T. (2014). *Field Guide to the Birds of Colombia.* Bogotá: Fundación Proaves.

Melo , O., & Vargas, M. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos.

Melo Cruz, O., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos.* Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.

Mendoza, H., & Ramírez, B. (2006). *Guia ilustrada de generos de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia.* Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Meza-Joya, L. (2016). First records of two rain frogs, genus Pristimantis (Anura,Craugastoridae), for Colombia. *Check List, The Journal of Biodiversity data*, 12(5): 1971.

Mills, G. S. (1991). The relationship between breeding bird density and vegetation. *Wilson Bulletin* (103), 468-479.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2009). Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales. .* Bogotá.

Miñarro, M., & Dapena, E. (2008). Control biológico en el cultivo de manzano. *Tecnología Agroalimentaria*, 5: 12-15.

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C., Páez, V., & Bock., y. B. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia.* Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

Morales-Jiménez, A., Sánchez, F., P. K., & Cadena, A. (2004). *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia.* Bogotá.

Moreno, J. S. (18 de 01 de 2018). *Tangara Rastrojera (Tangara vitriolina)*. Obtenido de Wiki Aves de Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad Icesi. Cali, Colombia: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=661&no_bl=y

Moreno, M. (2009). Aves migratorias en Colombia. *Revista Conservación Colombiana, 11*, 9-26.

Muñoz-Pedreros, A. (2014). Aves rapaces y control biologico de plagas. En J. R. A Muñoz-Pedreros, *Aves Rapaces de Chile* (pág. 386). Valdivia: CEA Ediciones.

Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. *Conferencia electrónica de la FAO* (pág. 10). FAO.

Naranjo, L. G. (1992). Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. *Caldasia*, 17: 55-66.

Naranjo, L. G., & Amaya - Espinel, J. D. (2009). *Plan Nacional de las especies migratorias Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Bogotá: Ministro de Ambiente, Vivienda y WWF Colombia.

Naranjo, L. G., & Espinel, J. D. (2009). *Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Bogotá.: Ministerio de Ambiente,vivienda y desarrollo territorial y WWF.

Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. .* Bogotá, Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/WWF Colombia.

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento., y. Y. (2012). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Volumen 1.* Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Dirección de Ecosistemas, WWF.

Naranjo, L; y Otros. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia.* Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia.

Newton, I. (2008). The migration ecology of birds. *Academic Press. London.*

Norberg, J. (1999). Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological Concepts. *Ecological economics*, Vol 109 pp: 183-202.

Noss, R., & Cooperrider, A. Y. (1994). *Saving natures legacy: Projecting and restoring biodiversity.* Washington: Defenders of Wildlife and Island Press.

Novaro, A., Funes, M., & Walker, R. (2000). Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation*, 92:25-33.

Ocampo-Peñuela, N. (Diciembre de 2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia,, 14*(2), 188-200.

Olah, G. B. (February de 2016). Ecological and socio-economic factors affecting extinction risk in parrots. *Biodiversity and conservation, 25*(2), 205-223. Obtenido de https://doi.org/10.1007/s10531-015-1036-z

Olson, D., D. E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G., Underwood, E., . . . Strand, H. E. (2001). Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *Bioscience*, 51:933-938.

Orjuela, J. E., Alvarez - Lopez, H., Benalcázar, C., & De Benalcázar, F. S. (1979). Poblaciones de aves en un bosque relictual en el valle del Río Cauca, cerca a Jamundí, Valle, Colombia. *Cespedesia*, 8: 29-42.

Palacio, R. (18 de 01 de 2011). *Esmeralda Rabicorta (Chlorostilbon Poortmani)*. Obtenido de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Esmeralda+Rabicorta

Palacio, R. (2011). *Inca Ventirrojo (Coeligena helianthea)*. Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Inca+Ventirrojo

Palacio, R. (2012). (U. I. Colombia., Ed.) Obtenido de Águila Iguanera (Spizaetus tyrannus).Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor).: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tikiindex.php?page=%C3%81guila+iguanera&no_bl=y

Palacio, R. (2012). *Abanico Cariblanco(Myioborus ornatus)*. Recuperado el 19 de 02 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Abanico+cariblanco&no_bl=y

Palacio, R. (2012). *Reinita naranja(Dendroica fusca)*. Recuperado el 21 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.: .http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-editpage.php?page=Reinita+naranja&quickedit=Crear%2Feditar

Palacio, R. (2012). *Reinita Tropical(Parula pitiayumi)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali.

Palacio, R. (18 de 01 de 2018). *Ala de Sable Violeta (Campylopterus falcatus).* Obtenido de Wiki Aves Colombia.(R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1795

Pazmiño-Otamendi, G. (2013). Boa constrictor. En O. Torres-Carvajal, D. Salazar-Valenzuela, & A. Merino-Viteri, *ReptiliaWebEcuador.* Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=3061

Pérez, J. I. (2013). Funciones e importancia económica del recurso chapulixtle (Dodonaea viscosa) en un ejido del subtrópico mexicano. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social., 7*(14).

Pérez-Santos, C., & Moreno, A. (1988). *Ofídios de Colombia.* Museo Regionale di Scienze Naturali.

Pinto-Sánchez , N., Calderón-Espinosa, M., Miralles, A., Crawford, A., & Ramírez-Pinilla, M. P. (2015). Molecular phylogenetics and biogeography of the Neotropical skink genus Mabuya Fitzinger (Squamata: Scincidae) with emphasis on Colombian populations. *Mol Phylogenet Evol*, 93:188-211.

Platnick, N. &. (1981). *Systematics and biogeography cladistics and vicariance .* New York.

PNN. (2014). *CONDICIÓN DE LAS UNIDADES ECOBIOGEOGRAFICAS CONTINENTALES Y SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA.* Bogotá.

Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47(2) 221-226.

Ramírez-Chaves , H. E., & Suárez-Castro, A. F. (2014). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Mammalogy Notes|Notas Mastozoológicas*, 1: 31-34.

Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A., & J.González-Maya. (2016). Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. *Mammology notes*, 1-21.

Ramos Montaño, C. R. (2002). Producción de hojarasca en Dodonaea viscosa (Sapindaceae): un mecanismo que falicita la sucesión primaria. *Acta Biológica Colombiana, 7*(1), 53 -57.

Rangel-Churio, J. O. (2010). Colombia - Diversidad Biótica X. En J. O. Rangel-Churio, & J. H. Pinto-Zárate, *La vegetación de los páramos del norte de Colombia (Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá)* (págs. 289 - 410). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales.

Renjifo, L. M. (2016). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 2: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, A., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá., y. J. (2016). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 2: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., Gómez, M., Velásquez-Tibatá, J., A, A.-V., K. G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón., y. J. (2014). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques*

húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.

Renjifo, L. M., Gómez, M., Velásquez-Tibatá, J., A, A.-V., K. G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón., y. J. (2014). *Libro Rojo de aves de Colombia, volumen 1: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.

Renjifo, L. y. (2002). *Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente.

Resnatur, & Calidris. (2004). Manual para el monitoreo de aves migratorias. En *Publicado en el marco del proyecto "Fortalecimiento de capacidades para la conservación de aves migratorias neotropicales en la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil.*

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America. An Identification Guide.* Yale: Yale University Press.

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts.* London: Christopher Helm. Helm Identification Guides. A&C Black Publihers Ltd.

Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 1: Species Accounts.* London: Christopher Helm. Helm Identification Guides. A&C Black Publihers Ltd.

Ridgely, R. S. (1994.). *The birds of South America. Volume 2.* University of Texas Press, Austin.

Roda J., F. A. (2003). *Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de identificación CITES de Colombia.* Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. .* Bogotá: Conservación internacional y Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

Rollfinke B.F, B. F., Yahner, R. H., & Wakeley, J. S. (1990). Effects of forest irrigation on long-term trends in breeding birds communities. *Wilson Bull*, Vol 102: 264-278 .

Rubiano, L. (2010). *Águila Migratoria (Buteo platypterus)*. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=%C3%81guila+Migratoria

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J., & Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Bogotá: Conservación Internacional yUniversidad Nacional.

Rueda–Almonacid, J., Velásquez, A., Galvis–Peñuela, P., & Gualdrón–Duarte, J. (2008). Reptiles. . En J. Rodríguez–Mahecha, J. Rueda–Almonacid, & T. Gutiérrez–Hinojosa, *Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia.* Bogotá: Conservación internacional.

Ruiz Osorio C., c. H. (2012). Corredores biológicos una estrategia de recuperación en paisajes altamente fragmentados estudio de caso Microcuenca La Bolsa, municipio de Marmilla. *Gestión Ambiental, 15*(1), 7-18.

Saab, V. A., & Petit, D. R. (1992). Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. *Condor*, 94: 66-71.

Salaman, P., Donegan, T., & Caro, D. (2008). istado de las Aves de Colombia. *Conservación Colombiana* , 5: 1-85. Mayo 2008.

Sánchez, H., Castaño, O., & Cárdenas., y. G. (1995). Diversidad de los Reptiles en Colombia. En O. R. (ed.), *Diversidad Biótica I* (págs. 277-325). Bogotá.: Guadalupe.

Santos, T., Tellería, J. L., & Carbonell, R. (2002). Bird conservation in fragmented Mediterranean forsts of Spain: effects of geographical location, habitat and landscape degradation. *Biological Conservation*, 105:113-125. .

SIB. Colombia, S. d. (2017). *http://www.sibcolombia.net.* Obtenido de http://www.sibcolombia.net.

SIB., S. d. (2017). *http://www.sibcolombia.net.* Obtenido de http://www.sibcolombia.net.

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (18 de 01 de 2018). *SIB Colombia*. Obtenido de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/

Stiles, F. G. (1998). Especies de aves endémicas y casi endémicas de Colombia. . En M. E. Chaves, & N. A. (Eds.), *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia.* (págs. 378-385). Bogotá: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Instituto Alexander von Humboldt y PNUMA.

Stiles, F. G. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo.* (1 ed.). Bogotá: Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), CAR.

Stiles, G. &. (1998). Inventario de las aves del bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia, 20*, 29-43.

Stotz,, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical Birds. Ecology and Conservation.* Chicago: University of Chicago Press.

Stouffer, P. &. (1995). Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology, 9*(5), 1085-1094.

Suárez-Badillo, H., & Ramirez-Pinilla, M. (2004). Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimetal y Demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia, 26*(2), 395-426.

Suárez-Badillo, H., & Ramírez-Pinilla, M. (2004). Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimetal y Demostrativa el Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia*, 26(2): 395-416.

Terborgh, J. (1989). *Where have all the birds gone? .*

Terborgh, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 24, 283-292.

Uetz, P. (18 de 01 de 2018). *The EMBL reptile database. [en línea]. European Molecular Biology Laboratory.* Obtenido de Http://www.reptile-database.org/

Uetz, P. F. (12 de 2017). *The Reptile Database,*. Obtenido de http://www.reptile-database.org,

UFPS., U. F.-I. (2014). *Ajuste al Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca del Rio Pamplonita.* Cúcuta: Convenio 000036 de 2001 ASOCARS- CORPONOR-.

Vargas Pérez, J. A., & Jiménez Núñez, P. A. (2017). *Evaluación del Crecimiento de las Plántulas de 88 Especies de Hábito Arbóreo, Arbustivo, Hierbas Terrestres, Escandecentes y Palmas, Presentes en el Vivero la Florida del Jardín Botánico de*

Bogotá José Celestino Mutis. Bogota D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Vargas-Salinas, F., Delgado-Ospina, I., & López- Aranda, F. (2011). Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1):121-138.

Villareal, H. M., Álvarez, S., Cordoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Mendoza , M., & Umaña, A. F. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. .* Bogotá. Colombia. : Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexander von Humboltd. .

Villareal, H., Álvarez, S., Cordoba, F., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogotá, Colombia: Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña., y. A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

Walter, H. (1977). *Zonas de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal.* Barcelona.

Wenny, D. G. (2011). Perspectives in ornithology the need to quantify ecosystem services provided by birds. . *Auk 128*, 1-14.

Whitcom, R.F., C.S. (1981). *"Effects of forest fragmentation on avifauna of the easterns deciduous forest.* New York.

Willson, M. F., & Tallchief , A. C. (1996). Bird communities of Northern forests Ecological correlates of diversity and abundance. *Condor* , 98:337-349.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO SOCIOECONÓMICO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS · Unión Vial Río Pamplonita Una Compañía de Sacyr Concesiones · ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO SOCIOECONÓMICO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 1
5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 1
5.3.1 Participación y socialización con las comunidades 4
5.3.1.1 Solicitud de información secundaria 5
5.3.1.2 Encuentros de participación y socialización 6
5.3.1.2.1 Primer momento 6
5.3.1.2.2 Segundo momento 28
5.3.2 Componente demográfico 61
5.3.2.1 Unidades territoriales mayores 62
5.3.2.1.1 Dinámica de poblamiento 62
5.3.2.1.2 Estructura de la población 71
5.3.2.1.3 Tendencias demográficas 79
5.3.2.1.4 Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de la población 82
5.3.2.2 Unidades territoriales menores 83
5.3.2.2.1 Grupos poblacionales 84
5.3.2.2.2 Dinámica poblacional 84
5.3.2.2.3 Tendencias demográficas 87
5.3.2.2.4 Estructura de la población 87
5.3.2.2.5 Tenencia de la tierra 94
5.3.2.2.6 Población en situación de desplazamiento 94
5.3.2.2.7 Patrones de asentamiento 95
5.3.3 Componente espacial 95
5.3.3.1 Unidades territoriales mayores 95
5.3.3.1.1 Servicios públicos 95
5.3.3.1.2 Servicios sociales 103
5.3.3.1 Unidades territoriales menores 128
5.3.3.1.1 Servicios públicos 128
5.3.3.1.2 Servicios sociales 145
5.3.4 Componente económico 158

5.3.4.1 Unidades territoriales mayores 158
5.3.4.1.1 Estructura de la propiedad y formas de tenencia de la tierra 158
5.3.4.1.2 Procesos productivos y tecnológicos 161
5.3.4.1.3 Mercado laboral actual 165
5.3.4.1.4 Polos de desarrollo 166
5.3.4.1.5 Estructura empresarial, industrial y comercial 167
5.3.4.2 Unidades territoriales menores 170
5.3.4.2.1 Estructura de la propiedad y formas de tenencia de la tierra 170
5.3.4.2.2 Uso del suelo y conflictos de uso 173
5.3.4.2.3 Procesos productivos y tecnológicos 176
5.3.4.2.4 Mercado laboral 186
5.3.4.2.5 Proyectos y programas privados, públicos y/o comunitarios 190
5.3.4.2.6 Polos de desarrollo y/o enclaves 191
5.3.4.2.7 Censo de pescadores 192
5.3.5 Componente cultural 192
5.3.5.1 Comunidades No étnicas 192
5.3.5.1.1 Unidades territoriales mayores 192
5.3.5.1.2 Unidades territoriales menores 216
5.3.5.2 Comunidades étnicas 239
5.3.6 Componente arqueológico 243
5.3.7 Componente político – organizativo 245
5.3.7.1 Aspectos político – administrativos 245
5.3.7.1.1 Unidades Territoriales Mayores 246
5.3.7.1.2 Unidades Territoriales Menores 259
5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria 262
5.3.7.2.1 Presencia institucional y de organizaciones comunitarias unidades territoriales mayores 263
5.3.7.2.2 Presencia institucional y organizaciones comunitarias unidades territoriales menores 267
5.3.8 Tendencias del desarrollo 272
5.3.8.1 El desarrollo desde la perspectiva nacional 273
5.3.8.2 El desarrollo desde la perspectiva departamental 277
5.3.8.3 El desarrollo desde la perspectiva municipal 283
5.3.9 Información sobre población a reasentar 292

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO SOCIOECONÓMICO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5.1 Relación de oficios de solicitud de información a entes municipales Pamplona y Pamplonita 6
Tabla 5.2 Radicación de cartas de convocatoria Gobernación de Norte de Santander 8
Tabla 5.3 Radicación de cartas de convocatoria CORPONOR 9
Tabla 5.4 Radicación de cartas de convocatoria Alcaldía Municipal de Pamplona 9
Tabla 5.5 Radicación de cartas de convocatoria Alcaldía Municipal de Pamplonita 9
Tabla 5.6 Programación de reuniones con autoridades departamentales 9
Tabla 5.7 Programación de reuniones con autoridades municipales Pamplona y Pamplonita 10
Tabla 5.8 Detalle del desarrollo de la reunión con Gobernación de Norte de Santander .. 11
Tabla 5.9 Detalle del desarrollo de la reunión con CORPONOR 12
Tabla 5.10 Detalle del desarrollo de la reunión con Alcaldía municipal de Pamplona 14
Tabla 5.11 Detalle del desarrollo de la reunión con Alcaldía municipal de Pamplonita 14
Tabla 5.12 Radicación de cartas de comunidades y otros grupos de interés UF1 16
Tabla 5.13 Programación de reuniones con comunidades y otros grupos de interés de la UF 1 18
Tabla 5.14 Detalle del desarrollo de reunión Barrio El Buque 21
Tabla 5.15 Detalle del desarrollo de reunión Barrio San Luis 21
Tabla 5.16 Detalle del desarrollo de reunión vereda Sabaneta Alta 23
Tabla 5.17 Detalle del desarrollo de reunión vereda Alcaparral 23
Tabla 5.18 Detalle del desarrollo de reunión vereda El Naranjo 24
Tabla 5.19 Detalle del desarrollo de la reunión vereda Ulagá Baja 25
Tabla 5.20 Detalle del desarrollo de reunión vereda La Hojancha 25
Tabla 5.21 Detalle del desarrollo de la reunión asociación de usuarios de acueducto El Naranjo 27
Tabla 5.22 Detalle del desarrollo de reuniones con Universidad de Pamplona 27
Tabla 5.23 Programación de reuniones con autoridades departamentales y municipales 29
Tabla 5.24 Radicación de cartas de convocatoria autoridades departamentales y municipales 30
Tabla 5.25 Reunión con Gobernación del Norte de Santander 32
Tabla 5.26 Reunión con CORPONOR -Territorial Pamplona 32
Tabla 5.27 Reunión con CORPONOR- Dirección General 34
Tabla 5.28 Reunión con Alcaldía Municipal de Pamplona 35
Tabla 5.29 Reunión con Alcaldía Municipal de Pamplonita 37
Tabla 5.30 Relación de entrega cartas de invitación a Presidentes JAC y representantes de los demás grupos de interés 39
Tabla 5.31 Programación de reuniones de resultados del EIA con grupos de interés de la UF 1 41
Tabla 5.32 Reunión barrio San Luis 43

Tabla 5.33 Reunión vereda Sabaneta Alta..... 44
Tabla 5.34 Reunión vereda Sabaneta Baja..... 45
Tabla 5.35 Reunión vereda Alcaparral..... 47
Tabla 5.36 Reunión vereda La Hojancha..... 48
Tabla 5.37 Reunión vereda El Naranjo 49
Tabla 5.38 Reunión barrio Simón Bolívar..... 50
Tabla 5.39 Reunión con veedurías ciudadanas de Pamplona..... 51
Tabla 5.40 Reunión barrio El Buque 54
Tabla 5.41 Reunión vereda Ulagá Baja 55
Tabla 5.42 Reunión con directivos Universidad de Pamplona..... 57
Tabla 5.43 Reunión con Barrios Juan XXIII y Cristo Rey Parte Baja..... 59
Tabla 5.44 Reunión con Barrio Cristo Rey Parte Alta..... 60
Tabla 5.43 Hechos relevantes, dinámica de poblamiento histórica Pamplona y Pamplonita 63
Tabla 5.44 Tipo de población asentada en Pamplona y Pamplonita, año 2005 69
Tabla 5.45 Población por área Pamplona y Pamplonita, año 2017 71
Tabla 5.46 Población por área, Pamplona y Pamplonita, años 2015 – 2020..... 72
Tabla 5.47 Distribución de la población por sexo y grupos de edad Pamplona, año 2017 75
Tabla 5.48 Distribución de la población por sexo y grupos de edad Pamplonita, año 2017 77
Tabla 5.49 Densidad poblacional Pamplona y Pamplonita, año 2017 79
Tabla 5.50 Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI por cabecera, resto y total, Pamplona y Pamplonita, año 2005..... 82
Tabla 5.51 Dinámica poblacional de unidades territoriales menores..... 84
Tabla 5-52 Movimientos de población..... 86
Tabla 5.53 Composición de la población por rangos de edad y sexo en las Unidades Territoriales Menores 88
Tabla 5.54 Población en Edad de Trabajar en las Unidades Territoriales Menores 92
Tabla 5.55 Tipos de familia predominantes en las unidades territoriales menores..... 92
Tabla 5.56 Natalidad y mortalidad en las unidades territoriales menores..... 93
Tabla 5.57 Características servicios Acueducto y Alcantarillado, Pamplona y Pamplonita97
Tabla 5.58 Puntos Vive Digital Pamplona y Pamplonita..... 101
Tabla 5.59 Empresas y rutas de transporte 102
Tabla 5.60 Acceso a internet Pamplona y Pamplonita 103
Tabla 5.61 Oferta de instituciones educativas Pamplona y Pamplonita 104
Tabla 5.62 Matrícula y cobertura educativa Pamplona y Pamplonita, año 2015..... 107
Tabla 5.63 Cobertura de afiliación a regímenes de salud, Pamplona y Pamplonita 109
Tabla 5.64 Entidades prestadoras del servicio de salud, Pamplona y Pamplonita 110
Tabla 5.65 Escenarios deportivos y recreativos Pamplona y Pamplonita..... 112
Tabla 5.66 Clubes deportivos Pamplona..... 114
Tabla 5.67 Déficit cualitativo y cuantitativo municipal, año 2005 115
Tabla 5.68 Materiales de construcción de paredes viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005 115
Tabla 5.69 Materiales de construcción de pisos viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005..... 117
Tabla 5.70 Infraestructura vial Pamplona y Pamplonita 118
Tabla 5.71 Centros nucleados para la comercialización y acceso a servicios sociales .. 122
Tabla 5.72 Cementerios en municipios de Pamplona y Pamplonita..... 126

Tabla 5.73 Plazas de mercado y plantas de beneficio animal, Pamplona y Pamplonita. 127
Tabla 5.74 Unidades territoriales menores, Unidad Funcional 1 128
Tabla 5.75 Características del servicio de acueducto, unidades territoriales menores ... 129
Tabla 5.76 Relación de mangueras identificadas 131
Tabla 5.77 Características de las conexiones domiciliarias de las Unidades territoriales menores sector rural 136
Tabla 5.78 Características del alcantarillado unidades territoriales menores sector urbano 136
Tabla 5.79 Características servicio de recolección de residuos sólidos unidades territoriales menores 137
Tabla 5.80 Otras formas de disposición de residuos sólidos unidades territoriales menores 138
Tabla 5.81 Características del servicio de energía en las unidades territoriales menores 139
Tabla 5.82 Características telefonía móvil, fija e internet unidades territoriales menores 141
Tabla 5.83 Características del transporte público en las unidades territoriales menores sector rural 143
Tabla 5.84 Características del servicio de educación, unidades territoriales menores rurales 145
Tabla 5.85 Otras Instituciones educativas a las que asisten en las unidades territoriales del sector urbano 147
Tabla 5.86 Caracterización servicio de salud, unidades territoriales menores 148
Tabla 5.87 Principales enfermedades unidades territoriales menores 149
Tabla 5.88 Principales causas enfermedades unidades territoriales menores 151
Tabla 5.89 Infraestructura deportiva y recreativas unidades territoriales menores 151
Tabla 5.90 Características de las viviendas, unidades territoriales menores 153
Tabla 5.91 Características infraestructura de transporte, unidades territoriales menores 154
Tabla 5.92 Características medios de comunicación unidades territoriales menores, sector rural 157
Tabla 5.93 Unidades Agrícolas Familiares según resoluciones 041 de 1996 159
Tabla 5.94 Concentración y participación de predios según rangos de propiedad. Pamplona – Pamplonita. 2012 159
Tabla 5.95 Área y propietarios por rangos de tamaño de la propiedad Pamplona – Pamplonita 160
Tabla 5.96 Grupos de cultivos desarrollados en el municipio de Pamplona y Pamplonita - 2016 162
Tabla 5.97 Inventario pecuario del municipio de Pamplona y Pamplonita 2017 163
Tabla 5.98 Población incluida dentro del mercado laboral 165
Tabla 5.99 PET y TGP de Pamplona y Pamplonita 166
Tabla 5.100 Registro de empresas matriculadas en los municipios de Pamplona y Pamplonita 168
Tabla 5.101 Distribución de la propiedad de la tierra de las Unidades territoriales menores 2017 171
Tabla 5.102 Tenencia de la tierra en las unidades territoriales menores (2017) 173
Tabla 5.103 Uso actual del suelo 174
Tabla 5.104 Actividades económicas de las unidades territoriales menores 176
Tabla 5.105 Cultivos de las unidades territoriales menores 178

Tabla 5.106 Actividad pecuaria de las unidades territoriales menores 179
Tabla 5.107 Infraestructura proyectada en el Plan de desarrollo Nacional 182
Tabla 5.108 Infraestructura proyectada según el Plan de Desarrollo del Departamento de Norte de Santander 183
Tabla 5.109 Población en edad de trabajar (PET) en las unidades territoriales menores187
Tabla 5.110 Nivel de ingresos y fuentes de empleo en las unidades territoriales menores de Pamplona (2017) 188
Tabla 5.111 Aspectos y Objetos Artisticos Culturales 207
Tabla 5.112 Sistemas de Producción 214
Tabla 5.113 Tamaño promedio de los predios 237
Tabla 5.114 Composición Asamblea departamental de Norte de Santander 2016-2019 248
Tabla 5.115 Composición Concejo municipal de Pamplona 2016-2019 258
Tabla 5.116 Composición Concejo municipal de Pamplonita 2016-2019 259
Tabla 5.117 Personeros municipales Pamplona y Pamplonita 2016 - 2019 259
Tabla 5.118 Organización Comunitaria en Unidades Territoriales Menores de Área de Influencia 261
Tabla 5.119 Presencia institucional a nivel departamental 263
Tabla 5.120 Presencia Institucional y organizaciones civiles a nivel municipal, Pamplona 265
Tabla 5.121 Rangos de calificación Desempeño Integral Municipal 2015 267
Tabla 5.122 Desempeño Integral municipio de Pamplona 267
Tabla 5.123 Presencia institucional en el área de influencia 268
Tabla 5.124 Proyectos de beneficio comunitario unidades territoriales menores 271
Tabla 5.125 Iniciativas de proyectos por subregión y municipios, Según Plan de Desarrollo Departamental 2016 – 2019 279
Tabla 5.126 Ejes estratégicos y subtemas según Plan de Desarrollo Municipal Pamplona 2016 – 2019 284
Tabla 5.127 Proyectos reportados por administración municipal Pamplona, periodo 2016 – 2019 285
Tabla 5.128 Ejes de desarrollo según Plan de Desarrollo Municipal Pamplonita 2016 – 2019 288
Tabla 5.131 Características Preliminares de Unidades Sociales Identificadas. 292

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO SOCIOECONÓMICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 5.1 Cartas solicitud de información secundaria 5
Figura 5.2 Carta de convocatoria reunión de inicio 8
Figura 5.3 Volante de convocatoria 17
Figura 5.4 Modelo de matriz de identificación de impactos 20
Figura 5.5 Carta de convocatoria a reunión de resultados del EIA 29
Figura 5.6 Afiche de convocatoria a reuniones de resultados del EIA. 40
Figura 5.7 Población por área Pamplona y Pamplonita, año 2017 72
Figura 5.8 Proyecciones de población Pamplona, años 2015 – 2020 73
Figura 5.9 Proyecciones de población Pamplonita, años 2015 - 2020 74
Figura 5.10 Distribución de la población por sexo, Pamplona año 2017 74
Figura 5.11 Pirámide de población por sexo y grupos de edad Pamplona, año 2017 76
Figura 5.12 Distribución de la población por sexo, Pamplonita año 2017 77
Figura 5.13 Pirámide de población por sexo y grupos de edad Pamplonita, año 2017 78
Figura 5.14 Tasas de natalidad Pamplona y Pamplonita, 2007 – 2017 80
Figura 5.15 Tasas de mortalidad Pamplona y Pamplonita, 2007 - 2017 81
Figura 5.16 Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI por cabecera, resto y total, Pamplona y y Pamplonita, año 2005 83
Figura 5.17 Porcentaje de población rural discriminadas por sexo 89
Figura 5.18 Porcentaje de población urbana discriminadas por sexo 89
Figura 5.19 Pirámide poblacional sector rural 90
Figura 5.20 Pirámide poblacional sector urbano 91
Figura 5.21 Promedio Resultados Pruebas Saber 11, Pamplona y Pamplonita año 2016 109
Figura 5.22 Publicidad de protesta por servicio de salud en Pamplona 111
Figura 5.23 Porcentaje materiales de construcción de paredes viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005 116
Figura 5.24 Porcentaje materiales de construcción de pisos viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005 117
Figura 5.25 Medios para la cocción de alimentos rural 142
Figura 5.26. Cobertura medios para la cocción de alimentos área urbana 143
Figura 5.27 Medios de transporte más utilizados en las unidades territoriales menores sector rural 144
Figura 5.28 Problemáticas relacionadas con la educación en las unidades territoriales menores (%) 147
Figura 5.29 Distribución empresarial por sectores económicos 169
Figura 5.30 Distribución de la propiedad de la tierra (participación porcentual por área de los predios) – Unidades territoriales menores de Pamplona y Pamplonita 172
Figura 5.31 Uso actual del suelo, área de intervención 175

Figura 5.32 “El 4 de Julio de 1810” Marco Aurelio Lamus 213
Figura 5.33 Resguardos indígenas presentes en el departamento de Norte de Santander 241
Figura 5.34 Localización Resguardo Uwa en relación a la ubicación del proyecto 242
Figura 5.35 Resultados elecciones Gobernación Norte de Santander 2016-2019 247
Figura 5.36 Resultados elección Asamblea departamental de Norte de Santander 2016-2019 249
Figura 5.37 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplona 2016-2019 255
Figura 5.38 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplona 2016-2019 256
Figura 5.39 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplonita 2016-2019 257
Figura 5.40 Esquema de ejes estratégicos, Plan de Desarrollo Municipal Pamplona 2016 – 2019 284

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO SOCIOECONÓMICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5.1 Afiche ubicado en Barrio El Buque 18
Fotografía 5.2 Afiche ubicado en vereda Sabaneta Alta 18
Fotografía 5.3 Afiche ubicado en vereda Alcaparral 18
Fotografía 5.4 Afiche ubicado en vereda El Naranjo 18
Fotografía 5.5 Empopamplona S.A.E.S.P 96
Fotografía 5.6 Centrales Eléctricas de Norte de Santander 100
Fotografía 5.7 Biblioteca Pública Jorge Gaitán Durán y Eduardo Cote Lamus 108
Fotografía 5.8 E.S.E Hospital San Juan de Dios, municipio de Pamplona 112
Fotografía 5.9 Parque Principal municipio de Pamplonita 114
Fotografía 5.10 Centro nucleado Los Adioses 123
Fotografía 5.11 Restaurante y Hospedaje El Descanso – Centro nucleado Guayabales. 123
Fotografía 5.12 Oficinas Unión Vial Río Pamplonita – Centro nucleado Guayabales. 123
Fotografía 5.13 Centro Educativo Rural Los Guayabales – Centro nucleado Guayabales 124
Fotografía 5.14 Capilla - Centro nucleado Guayabales 124
Fotografía 5.15 Capilla – Centro Poblado El Diamante 125
Fotografía 5.16 Centro Educativo Rural El Diamante - centro poblado El Diamante 125
Fotografía 5.17 Tienda La Dorada - Centro poblado El Diamante 125
Fotografía 5.18 Mercado La Independencia, Pamplona 127
Fotografía 5.19 Centro Educativo El Naranjo 146
Fotografía 5.20 Institución Técnico Arquidiocesano San Francisco de Asís, Sede Cristo Rey. 146
Fotografía 5.20 Hospital San Juan De Dios Pamplona 149
Fotografía 5.22 Placa polideportiva Escuela El Naranjo 152
Fotografía 5.23 Parque Biosaludable-Barrio El Buque 152
Fotografía 5.24 Carrera 16, vía urbana de acceso a la vereda Alcaparral 155
Fotografía 5.25 Empalme entre la Carrera 16 y la vía veredal a Alcaparral 155
Fotografía 5.26 Vía Nacional Bucaramanga-Pamplona (Ruta 55-04) 155
Fotografía 5.27 E.D.S El Buque, PR 121+400 Vía Nacional Bucaramanga- Pamplona . 156
Fotografía 5.28 Vía Nacional Pamplona-Bucaramanga – acceso Barrio Juan XXIII 156
Fotografía 5.29 Empalme vía Nacional con acceso a B. Cristo Rey Parte Baja y Alta ... 156
Fotografía 5.30 Actividad comercial Pamplona 169
Fotografía 5.31 Actividad comercial Pamplona 169
Fotografía 5.32 Sabaneta Alta- Maíz 177
Fotografía 5.33 -Sabaneta Alta- Papa 177
Fotografía 5.34 Alcaparral-Maíz 178
Fotografía 5.35 El Naranjo-Mora 178

Fotografía 5.36 La Hojancha – Durazno 178
Fotografía 5.37 La Hojancha – Durazno 178
Fotografía 5.38 Avicultura-Alcaparral 179
Fotografía 5.39 Ganadería – Alcaparral 179
Fotografía 5.40 Crianza de ganado porcino unidades territoriales menores 180
Fotografía 5.41 Vereda Alcaparral -Taller mecánico 185
Fotografía 5.42 Vereda Alcaparral-Restaurante 185
Fotografía 5.43 Vereda Alcaparral - (Sector Los Adioses)- fábrica de bocadillos 185
Fotografía 5.44 El Buque-Universidad de Pamplona 189
Fotografía 5.45 El Buque-Institución Educativa 189
Fotografía 5.46 El Buque-Estación de servicio 189
Fotografía 5.47 El Buque-Restaurante 189
Fotografía 5.48 El Buque- servicios-copias 189
Fotografía 5.49 El Buque- servicios-restaurante 189
Fotografía 5.50 San Luis-tienda 190
Fotografía 5.51 San Luis-tienda 190
Fotografía 5.52 Cristo Rey Parte Alta -tienda 190
Fotografía 5.53 Cristo Rey Parte Baja-tienda 190
Fotografía 5.54 Juan XXIII -tienda 190
Fotografía 5.55 Juan XXIII -tienda 190
Fotografía 5.56 Pamplona, Habitantes de la Capital 1851. Acuarela de Carmelo Fernández. Comisión Corográfica. Grupo de personas cerca de una iglesia, en Pamplona 202
Fotografía 5.57 Pamplona, Indio y Mestizo 1851. Acuarela de Carmelo Fernández. Comisión Corográfica. Muestra trabajadores agrícolas contrastando grupos étnicos de la provincia. Al fondo se aprecia trabajadores cosechando el cultivo 204
Fotografía 5.58 Cuento del Toto Villamizar. El Huerfanito 211
Fotografía 5.59 San Luis Gonzaga meditando en su estudio ante un crucifijo. Óleo sobre lienzo. Francisco de Goya y Lucientes. Hacia 1798. Inv. 51125 220
Fotografía 5.60 Tramo del Camino Real desde la Vereda Alcaparral hacia la laguna de Borrero 220
Fotografía 5.61 Romero: Planta medicinal de uso tradicional. Barrio San Luis 224
Fotografía 5.62 Uso de cocinas tradicionales con estufa de leña. Vereda Sabaneta Alta 225
Fotografía 5.63 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Alcaparral 226
Fotografía 5.64 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Sabaneta Alta 227
Fotografía 5.65 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Sabaneta Baja 228
Fotografía 5.66 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda El Naranjo 228
Fotografía 5.67 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del Barrio Simón Bolívar 229
Fotografía 5.68 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del Barrio El Buque 229
Fotografía 5.69 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del barrio San Luis 229
Fotografía 5.70 Escuela de Alcaparral, cancha de Fútbol 231

Fotografía 5.71 Detalle del ejercicio de cartografía social realizado por los pobladores de la vereda Alcaparral. 238
Fotografía 5.72 Detalle del ejercicio de cartografía social realizado por los habitantes de la vereda Sabaneta Baja..... 239
Fotografía 5.73 Detalle ejercicio cartografía social vereda El Naranjo 239
Fotografía 5.74 Panfleto amenazante de los “Rastrojos” 251
Fotografía 5.75 Estado actual vía Cúcuta - Pamplona 287
Fotografía 5.76 Producción de durazno, Norte de Santander 289
Fotografía 5.77 Hogar Juvenil Campesino, Pamplonita 290

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El presente documento tiene como propósito dar alcance a los lineamientos del medio socioeconómico y cultural dispuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- contenidos en los términos de referencia M-M-INA-02 versión 2, las políticas ambientales, contempladas principalmente en la Constitución Nacional de 1991, la Ley 99 de 1993, la Ley 3570 de 2011 y el Decreto 2041 de 2014, así como sus decretos reglamentarios, específicamente para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, Unidad Funcional 1, Variante Pamplona, que se presenta ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

El documento presenta inicialmente los objetivos, alcance y metodología que orientan el medio socioeconómico y cultural, como un marco general a partir del cual el lector puede ubicar las condiciones de desarrollo del estudio para el componente. Enseguida, se definen las unidades objeto de la presente caracterización, a saber: Unidades Territoriales Mayores y Unidades Territoriales Menores, diferenciando a lo largo del documento las condiciones particulares de las mismas ya que en el área de estudio se encuentran unidades de carácter rural y urbano.

Una vez identificado este contexto, se describen los lineamientos de participación aplicados en las áreas de influencia con las autoridades regionales, municipales y comunidades que, de acuerdo con la ANLA, se denomina Participación y socialización con las comunidades.

A continuación, se describen los diferentes componentes que conforman el medio socioeconómico y cultural que serán caracterizados en el presente capítulo:

- **Participación y socialización con las comunidades:** En este apartado, se da cuenta del proceso participativo llevado a cabo con los grupos de interés identificados en el área de influencia del proyecto a nivel local, municipal y regional, y del cual surgieron las apreciaciones con respecto al desarrollo del proyecto.

- **Componente demográfico:** A partir de los reportes proporcionados por los documentos oficiales y los habitantes de la zona, se describen los aspectos relacionados con la dinámica de poblamiento, tendencias demográficas y el Índice Necesidades Básicas Insatisfechas -NBI- de la población. Es de aclarar que, para la adecuada comprensión de la información, se hará la presentación de la misma en relación del municipio -con el departamento de Norte Santander en algunos casos que así lo ameriten y, en las unidades territoriales menores, -se presentará la información, diferenciando los tipos de asentamiento rural y urbano y comparándola entre sí en algunos ítems de este componente, con el fin de aportar una mejor comprensión del área de influencia. Como aspectos relevantes en el componente demográfico se presenta la caracterización de grupos poblacionales, tendencias demográficas, dinámica poblacional, estructura de la población, formas de tenencia de la tierra, presencia de población en situación de desplazamiento y patrones de

asentamiento.

- **Componente espacial:** Se presenta una descripción y análisis de la calidad y cobertura de los servicios públicos y sociales y su respectiva infraestructura asociada. Es de observar que, en este componente, en lo que respecta a las unidades territoriales menores, la presentación de la información se presenta de manera conjunta, pero haciendo la diferenciación entre las veredas y el barrio.

- **Componente económico:** Esta dimensión permite realizar una descripción general de las actividades económicas que se desarrollan en el territorio, partiendo de su categorización según los diferentes sectores de la economía registrados a nivel nacional e incluyendo aspectos como la estructura de la propiedad, procesos productivos y tecnológicos, mercado laboral actual, infraestructura existente y proyectada con relación al proyecto, así como los polos de desarrollo o enclaves al interior de las áreas de interés.

- **Componente cultural:** En la dimensión cultural, se caracterizan las comunidades no étnicas existentes en el territorio a intervenir, teniendo en cuenta los patrones de asentamiento, así como la dependencia económica y cultural con los ecosistemas. Igualmente, se describen hechos históricos relevantes que hayan implicado cambios culturales, los símbolos culturales más significativos y finalmente, la apropiación de los recursos naturales. Cabe resaltar que las comunidades étnicas no son caracterizadas en el documento debido a que no se identificó su presencia en el área de influencia.

- **Componente arqueológico:** Con base en información secundaria y primaria recopilada en el territorio objeto de estudio, se determina el potencial arqueológico de la zona, así como la capacidad de gestión de recursos culturales que posee el municipio de Pamplona.

- **Componente político – organizativo:** Se realiza la identificación de los actores sociales que interactúan en la zona, su participación en la estructura de poder existente, así como su nivel de influencia en la dinámica político – organizativa del territorio. Asimismo, con el propósito de obtener un panorama general de las organizaciones e instituciones que hacen presencia en el área de influencia del proyecto, en esta dimensión se describen aquellas que tienen una presencia relevante en el territorio a nivel de unidades territoriales menores y mayores. La presentación de la información en este componente se hará de manera puntual en las veredas y barrios, identificando en caso de que existan, la presencia de los distintos actores en las unidades territoriales.

- **Tendencias del desarrollo:** Caracterización y análisis de las tendencias probables de desarrollo del área de influencia, con base en el análisis de la realidad socioeconómica resultante de la articulación de los aspectos más relevantes antes evaluados en las diferentes dimensiones y de los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados).

- **Información sobre población a reasentar:** De acuerdo con las obras a realizar en el marco del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta UF1 "Variante Pamplona", no se van a generar procesos de traslado involuntario de población, por tanto, este apartado no se desarrolla en el capítulo.

➢ Objetivo general

Elaborar la caracterización socioeconómica y cultural de las unidades territoriales mayores y menores para el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta "UF1 Variante Pamplona", que permitan identificar los impactos generados por el proyecto y formular las medidas de manejo ambiental.

➢ Objetivos Específicos

- Propiciar espacios de comunicación en doble vía para generar procesos de participación con las comunidades e instituciones que conduzcan a la viabilidad del proyecto desde las etapas tempranas.
- Consultar a las comunidades acerca del desarrollo del estudio, para las fases de caracterización e identificación de los impactos ambientales que el proyecto causará.
- Establecer de manera conjunta con autoridades departamentales, municipales, ambientales y comunidades, los impactos y las medidas de manejo ambiental que permitan prevenir, mitigar, corregir o compensarlos.
- Informar con claridad y veracidad las características del proyecto y el alcance del Estudio de Impacto Ambiental, así como también, dar a conocer la empresa responsable de la ejecución del proyecto
- Vincular a las autoridades regionales, locales y comunidades en el proceso informativo y participativo llevado a cabo en el marco del estudio.

➢ Alcance

Presentar la caracterización socioeconómica y cultural de las unidades territoriales mayores y menores que constituyen el área de influencia, de acuerdo con los requerimientos de los términos de referencia M-M-INA-02 versión No. 2, para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles. Esto con el propósito de dar a conocer el panorama actual de la zona, identificar impactos y medidas de manejo ambiental.

➢ Metodología

Es de acotar que en el área de influencia del proyecto se encuentran dos tipos de poblaciones distintas por su composición y dinámica como son las veredas, de carácter rural, y los barrios, de tipo netamente urbano, por lo que la información será presentada teniendo en cuenta las dimensiones particulares de cada zona, con las limitantes que la información primaria obtenida en campo tiene, sobre todo en lo urbano, ya que la información en estas áreas no se encuentra consolidada a nivel barrial debido al tamaño de

su población, en comparación con lo rural, por lo que se recurrirá a la información consolidada de las entidades municipales, departamentales o nacionales para alcanzar mayor análisis y descripción del área de influencia del estudio.

El abordaje del medio socioeconómico y cultural para el presente EIA, convoca dos temas de importancia para el desarrollo del estudio. Por una parte, el desarrollo del PIPC con los grupos de interés ubicados en áreas de influencia (unidades territoriales menores y mayores), y por otra parte, el proceso de recolección, control y procesamiento de la información. De esta forma, en el presente estudio se han desarrollado las siguientes fases:

1. Revisión documental a partir de fuentes oficiales tales como documentos de ordenamiento territorial, documentos publicados por las diferentes dependencias de las alcaldías municipales, información publicada en páginas Web y demás información proporcionada por los grupos de interés identificados en la zona, a saber: autoridades regionales, municipal y comunidades.
2. Recorridos por las unidades territoriales menores para establecer el nivel de sensibilidad del territorio con relación al proyecto.
3. Reconocimiento de los grupos de interés ubicados en la zona objeto de intervención, es decir propietarios, líderes comunitarios, organizaciones del sector público y privado a nivel local y regional.
4. Diligenciamiento de instrumentos de recolección primaria aplicados en conjunto con las comunidades localizadas en las unidades territoriales menores, estos son: mapa social, ficha de caracterización rural, ficha de caracterización urbana y ficha cultural, que facilitan la identificación de aspectos relevantes relacionados con las dinámicas sociales, económicas y culturales desarrolladas por las comunidades.
5. Realización del taller de identificación de impactos y medidas de manejo ambiental con el propósito de identificar las eventuales afectaciones y formular las posibles medidas para prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos generados por la realización del proyecto.
6. Reuniones informativas en el marco de la participación y socialización con las comunidades, con el propósito de dar a conocer a las unidades territoriales mayores y menores, las actividades propias del proyecto.

5.3.1 Participación y socialización con las comunidades

Este primer acápite del medio socioeconómico da cuenta del proceso de participación y socialización del proyecto “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 variante Pamplona”, en el que se involucraron los siguientes grupos de interés:

- Comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia, en total 6 veredas y 6 barrios.
- Asociaciones de Acueductos veredales.
- Representantes de la Universidad de Pamplona.
- Veedurías ciudadanas
- Autoridades municipales (Alcaldes, Secretarios de Despacho y Personeros).
- Autoridades departamentales (Gobernación del Norte de Santander y autoridad ambiental regional- CORPONOR-).

Con los grupos de interés se establecieron mecanismos y estrategias conforme a los protocolos establecidos en los Términos de Referencia M-M-INA-02 y demás aspectos normativos concordantes con los lineamientos de participación.

De esta manera, se identificaron inicialmente los grupos de interés, posteriormente se realizó un acercamiento con los representantes de cada uno de los grupos (comunidades, Universidad de Pamplona, representantes de las asociaciones de acueductos veredales y autoridades municipales y departamentales del área de influencia), donde se presentaron las generalidades del proyecto y los objetivos del Estudio de Impacto Ambiental.

En la segunda fase se realizó la presentación de los resultados del Estudio con los grupos de interés mencionados anteriormente y se incluyeron las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, donde se generó un espacio de retroalimentación de los impactos y medidas de manejo propuestas para la unidad funcional 1 del proyecto.

5.3.1.1 Solicitud de información secundaria

Una de las actividades realizadas en el marco del Estudio de Impacto Ambiental consistió en la solicitud de información secundaria de interés para el desarrollo del Estudio, la cual se llevó a cabo mediante cartas (Ver Figura 5.1), relacionadas en la Tabla 5.1 (Anexo_5.3_Social_A_Sol_Info).

Figura 5.1 Cartas solicitud de información secundaria

Fuente: Aecom-Concol, 2017.

Tabla 5.1 Relación de oficios de solicitud de información a entes municipales Pamplona y Pamplonita

Municipio	Dependencia	Fecha de radicación
Pamplona	Concejo Municipal de Pamplona	02/11/2017
	Dirección Local de Salud	02/11/2017
	Inspección de Tránsito y Transporte	02/11/2017
	Instituto de Cultura	09/11/2017
	Personería Municipal de Pamplona	02/11/2017
	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria- UMATA	02/11/2017
	Secretaria de Planeación y Desarrollo	02/11/2017
	Secretaria General y de Gobierno[1]	02/11/2017
	Secretaria de Planeación[2]	02/11/2017
	Dirección Municipal SISBEN	02/11/2017
Pamplonita	Secretaria de Salud y Gestión Social	01/11/2017
	Personero Municipal	01/11/2017
	Secretaria General y de Gobierno	01/11/2017
	Secretaria de Planeación e Infraestructura -Coordinador del SISBEN-	01/11/2017
	Secretaria de Planeación e Infraestructura -Coordinador de Servicios Públicos-	01/11/2017
	Secretaria de Planeación e Infraestructura[3]	01/11/2017
	Secretaria de Salud y Gestión Social	01/11/2017

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

La recopilación de la información secundaria para la caracterización del área de influencia se realizó a través de la información proporcionada por las autoridades municipales, a quienes se le solicitó información correspondiente al diagnóstico municipal, PBOT, PDM, entre otros. Dicha información fue necesaria para adelantar la caracterización del componente socioeconómico, la cual fue revisada, depurada y analizada para estructurar el documento con la información procesada.

5.3.1.2 Encuentros de participación y socialización

Los encuentros de participación y socialización desarrollados con los grupos de interés del Proyecto, se realizaron en dos fases. En la primera fase se realizaron las reuniones de primer momento que incluyeron la presentación del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental y en la segunda fase se realizó la presentación de los resultados del Estudio y retroalimentación por parte de los asistentes a los encuentros.

5.3.1.2.1 Primer momento

Durante este primer momento se efectuaron actividades de pre-campo, avanzada social, convocatorias, desarrollo de reuniones y levantamiento de información primaria.

[1] Se radicaron dos cartas con solicitud de información diferente en este despacho.
[2] Op cit.
[3] Se radicaron en total cuatro (4) cartas de solicitud de información en esta dependencia sobre temas varios relacionados con planeación del territorio.

Para ejecutar esta etapa se realizó una labor previa, denominada “pre-campo”, que consistió en la elaboración de la presentación en Power Point (ver Anexo_5.3_Social_E_Pres_reuniones), a cargo del grupo de profesionales de Aecom-ConCol, además del alistamiento de los formatos de soporte de las reuniones, a saber: Acta de reunión y listado de asistencia (ver Anexo_5.3_Social_C_Actas).

Asimismo, se elaboró la matriz de identificación de impactos en los escenarios sin proyecto (actividades antrópicas) y con proyecto (etapas de Preconstrucción, construcción y desmantelamiento), (ver Anexo_5.3_Social_F_Taller_Impactos) y los mapas base para la construcción de la cartografía social (ver Anexo_5.3_Social_G_Cartografia_Social), estos dos instrumentos fueron aplicados en las reuniones con comunidades.

Otra actividad realizada previo al inicio de actividades en campo, consistió en la elaboración del material de convocatoria: Afiches (ver Anexo_5.3_Social_B_Conv), volantes (ver Anexo_5.3_Social_B_Conv), formato de entrega de volantes (ver Anexo_5.3_Social_B_Conv), cartas de invitación a reuniones (ver Anexo_5.3_Social_B_Conv) y alistamiento de equipos tales como cámaras de video y fotográficas.

Posteriormente, en el área de influencia del proyecto, se llevó a cabo la avanzada social que consistió básicamente en el reconocimiento de las unidades territoriales mayores y menores, asegurando tener una lista completa del área de influencia e identificando los grupos sociales que habitan en ellas, y, de esta manera, dimensionar las necesidades y requerimientos para la programación de la etapa de campo. De esta forma fue posible reconocer los asentamientos humanos, la infraestructura social más relevante y establecer contacto con las organizaciones sociales de base, a fin de iniciar el diálogo en relación con el proceso de participación en el marco del Estudio.

Como parte de la avanzada social, se exploraron los mecanismos más adecuados en cuanto a medios de convocatoria, sitios de reunión y demás aspectos logísticos necesarios para el cumplimiento de los objetivos en esta primera fase.

A partir de esto, prosiguió la etapa de convocatoria, desarrollo de las reuniones y levantamiento de información con los grupos de interés de la unidad funcional 1 del Proyecto, tal como se detalla a continuación:

- Unidades territoriales mayores

Respecto a las reuniones de primer momento en las unidades territoriales mayores con autoridades locales, se tuvo en cuenta la división político-administrativa de Colombia que contempla gobernaciones y municipios como unidades territoriales mayores con gobiernos locales y autoridades en su nivel jurisdiccional.

A partir de esto se estableció la necesidad de concertar reuniones con la Gobernación de Norte de Santander como rectora político-administrativa a nivel departamental, y con CORPONOR como referente ambiental de este mismo nivel. Además de lo anterior se concertaron encuentros con las alcaldías municipales como principales autoridades locales.

- Convocatoria

El proceso de convocatoria con las autoridades departamentales y municipales se realizó por etapas. En la primera de estas, se hizo un acercamiento telefónico y/o personal a las oficinas de la Gobernación, CORPONOR y alcaldías municipales para establecer un contacto primario y realizar una presentación preliminar, que permitiera indagar sobre las fechas tentativas para programar la reunión y los funcionarios que asistirían a la misma (avanzada social).

En la segunda etapa, a partir de la información recabada y las fechas preestablecidas por los profesionales del área social que realizaron el acercamiento con las autoridades, se procede a la elaboración de las cartas de presentación oficial y convocatoria a la reunión de inicio del EIA (Figura 5.2) y (Anexo_5.3_Social_B_Conv).

Figura 5.2 Carta de convocatoria reunión de inicio

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Para estas reuniones de primer momento, se radicaron cartas ante los despachos y dependencias departamentales y municipales con el fin de asegurar la información a cada autoridad interesada, tal como se presenta en la Tabla 5.2, Tabla 5.3, Tabla 5.4 y Tabla 5.5.

Tabla 5.2 Radicación de cartas de convocatoria Gobernación de Norte de Santander

No.	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha Radicado
1	Gobernación de Norte de Santander	William Villamizar Laguado	Gobernador	20/11/2017
2		Rafael Segundo Ramírez Marín	Secretario de Infraestructura	20/11/2017
3		Edgar Andrés Pallares	Secretario de Gobierno	20/11/2017

No.	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha Radicado
4		Ruby Alejandra Chacón Camargo	Secretaria de Desarrollo Social	20/11/2017
5		Julio Cesar Silva Rincón	Secretario de Planeación y Desarrollo Territorial	20/11/2017

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Tabla 5.3 Radicación de cartas de convocatoria CORPONOR

No.	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha Radicado
1	CORPONOR	Henry Humberto Cruz	Director Territorial	25/10/2017
2		Cesar Augusto Ortega	Coordinador de Licencias ambientales	25/10/2017
3		Rafael Navi Gregorio Angarita Lamk	Director General	25/10/2017

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Tabla 5.4 Radicación de cartas de convocatoria Alcaldía Municipal de Pamplona

No.	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha Radicado
1	Alcaldía municipal de Pamplona	Ronald Mauricio Contreras Flórez	Alcalde municipal	25/10/2017
2		Mohamad Nayet Amra Dayekh	Secretario de Planeación	25/10/2017
3		Javier Saith Acero Basto	Secretario General y de Gobierno	25/10/2017
4	Personería municipal de Pamplona	Richard Parada Jáuregui	Personero Municipal	25/10/2017

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Tabla 5.5 Radicación de cartas de convocatoria Alcaldía Municipal de Pamplonita

No.	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha Radicado
1	Alcaldía municipal de Pamplonita	Francisco Alexander Contreras Rico	Alcalde municipal	24/10/2017
2		Carlos Javier Maldonado Villamizar	Secretario de Planeación	24/10/2017
3		Nancy Teresa Capacho Miranda.	Secretario General y de Gobierno	24/10/2017
4	Personería municipal de Pamplonita	Oscar Leonardo García Antolínez	Personero Municipal	24/10/2017

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Posterior a la entrega de estas cartas de convocatoria en las oficinas de cada una de las autoridades invitadas a la reunión, se realizó contacto telefónico en los días previos para confirmar el encuentro. Dicha convocatoria tuvo como resultado las reuniones que se relacionan en la Tabla 5.6, a nivel departamental.

Tabla 5.6 Programación de reuniones con autoridades departamentales

No.	Fecha	Entidad	Lugar	Hora
1	24/11/2017	Gobernación de Norte de Santander	Salón Eustorgio Colmenares (Gobernación)	8:00 a.m.
2	24/11/2017	CORPONOR	Subdirección de desarrollo sectorial sostenible	11:00 a.m.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

En lo concerniente con las autoridades municipales de Pamplona, las reuniones se

concertaron en las fechas indicadas en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 Programación de reuniones con autoridades municipales Pamplona y Pamplonita

No.	Fecha	Entidad	Lugar	Hora
1	30/10/2017	Alcaldía municipal de Pamplona	Punto Vive Digital de Pamplona	9:00 a.m.
2	01/11/2017	Alcaldía municipal de Pamplonita	Concejo municipal de Pamplonita	2:00 p.m.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

- Desarrollo de las reuniones

En el momento del desarrollo de las reuniones se contó con un espacio apto para la proyección de las diapositivas que fueron el principal apoyo visual del proceso de información.

Previo a cada inicio de reunión, se solicitó el permiso a los asistentes para la toma de registros de la reunión, que incluía registro fotográfico, registro fílmico, acta y listado de asistencia (Anexo_5.3_Social_D_Reg_Info, Anexo_5.3_Social_C_Actas).

Las reuniones se desarrollaron de acuerdo con el siguiente temario:

1. Presentación de los asistentes: Cada asistente expuso su nombre, cargo y dependencia. Posteriormente, se efectuó la presentación del personal de la Concesión que acompañó el espacio y finalmente el personal del consorcio consultor.

2. Objetivo de la reunión: Informar los aspectos técnicos y ambientales del Proyecto a las autoridades del área de influencia.

3. Beneficios del proyecto: Se expone cada uno de los beneficios que representa el proyecto para los municipios y la región, desde los que implican el desarrollo económico, mejoras en movilidad, seguridad vial y empleo.

4. Alcance del proyecto: Se presentó el proceso de licenciamiento desde el momento de la definición de las alternativas hasta el punto actual de licenciamiento. Posteriormente se mostraron todas las Unidades Funcionales (UF) que componen el proyecto, haciendo énfasis en la UF 1 y los aspectos técnicos de las obras a realizar, así como las unidades territoriales menores por las que transcurre todo el proyecto.

5. Cronograma: Para cada una de las etapas técnicas se detallan las actividades a realizar y el tiempo previsto en el contrato de concesión.

6. Estudio de Impacto Ambiental: Se tomaron como referencia las definiciones establecidas en la norma para hacer una introducción al significado del estudio de impacto ambiental y de la palabra impacto, de tal manera que se estableciera desde el principio el marco de referencia para los asistentes.

- Proceso de licenciamiento: Orientado a describir una especie de ruta que se sigue en el Estudio desde su inicio hasta la obtención de la licencia ambiental.
- Aspectos normativos generales: Se presentó una relación de las más importantes normas que se tienen en cuenta para la elaboración del Estudio, como son los Términos de referencia, la metodología de elaboración de los Estudios Ambientales.
- Etapas del estudio y alcance de las actividades: Para dar a conocer cómo se inicia y qué alcance tiene un Estudio de Impacto Ambiental para este tipo de proyectos, se incluyeron las principales actividades por medio a estudiar (abiótico, biótico y socioeconómico), de tal manera que a la vez la comunidad conociera la razón por la que se encuentran durante la etapa de campo, varios grupos de trabajo y sus actividades en el conocimiento de cada medio.

7. Datos de contacto atención a la comunidad: Teniendo en cuenta que pudieran darse situaciones de inquietudes que no son competencia del Estudio, se incluyó una diapositiva relacionada con los puntos y medios de atención al usuario (oficina fija, líneas telefónicas, correo electrónico y página web) entre otros, dispuestos por el Concesionario.
8. Inquietudes de los asistentes: Destinado a la atención y respuesta de las preguntas e inquietudes de los asistentes a las reuniones.
9. Lectura del acta y aprobación de la misma por parte de los representantes de las dependencias que asistieron a la reunión.

- Inquietudes y conclusiones

A partir del desarrollo de la reunión con las autoridades departamentales y municipales, en la parte final se abrió el espacio para las preguntas por parte de los asistentes, las cuales se presentan de la Tabla 5.8 a la Tabla 5.11.

Tabla 5.8 Detalle del desarrollo de la reunión con Gobernación de Norte de Santander

Gobernación de Norte de Santander	
Lugar: Oficina de infraestructura de la Gobernación	
Fecha: 24/11/2017	
Hora: 9:05 a.m. – 10:20 a.m.	
Total asistentes: 8	
Asistentes: • Rafael Ramírez/secretario de infraestructura-Gobernación • Marco Tulio Martínez/Asesor Jurídico-Gobernación • Martha Meneses/Profesional-secretaria de planeación. • Samuel Medina/Profesional-Secretaría infraestructura. • Gustavo Lamus/Profesional-Secretaría infraestructura. • Sandra Gutiérrez/Coord.EIA-Aecom-Concol • Carolina Perico/Aecom-Concol-Profesional Social • Marlyn Eliana Santander/Profesional social-UVRP	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta secretario de infraestructura ¿Quién otorga la	Respuesta coordinadora del EIA de Aecom-

licencia?	Concol: La licencia ambiental es otorgada por la ANLA-Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
Pregunta profesional de secretaría de planeación: ¿Bajo qué normatividad se regula el EIA?	Respuesta coordinadora de EIA de Aecom-Concol: Informa que el Decreto 1076 de 2015 establece a la Autoridad Ambiental designar los alcances del EIA.
Pregunta Asesor jurídico: En la entrada a Pamplonita existe un riesgo muy alto porque la montaña no permite visualizar el paso ¿Esta situación va a mejorar con el proyecto?	Respuesta coordinadora de EIA de Aecom-Concol: Se aclara que la vía quedaría en un solo sentido, por lo que se estima que el riesgo de accidente baje.
Secretario de infraestructura pregunta: ¿Se tendrán que solicitar licencias adicionales? Y solicita el cronograma detallado de pre-construcción y construcción	Respuesta coordinadora de EIA de Aecom-Concol: Informa que se han tenido que hacer modificaciones en otras vías 4G. Por su parte la profesional social de UVRP comenta que el Plan de obra tiene unos tiempos establecidos, que están en elaboración actualmente.
Pregunta profesional de secretaria de planeación: ¿Actualmente están conformadas veedurías para el seguimiento del proyecto?	Respuesta profesional social de UVRP: Informa que actualmente hay conformadas dos veedurías, una por parte de la Universidad Francisco de Paula Santander y otra conformada por el municipio de Pamplona. El Secretario de Gobierno manifiesta que es importante que la gobernación participe en la veeduría.
Secretario de infraestructura comenta: Se realizó zonificación territorial del departamento, la cual se encuentra incluida en los documentos de ordenamiento territorial, planes básicos actualizados en CORPONOR.	Respuesta coordinadora de EIA de Aecom-Concol: Informa que se ha consultado información cartográfica de los municipios del área de influencia, el POMCA del Río Pamplonita y en el marco del estudio se realiza una zonificación ambiental para los medios biótico, abiótico y socioeconómico y se agregan aspectos legales, posteriormente la evaluación con y sin proyectos y de manejo.
Secretario de infraestructura solicita se informe si se entregan las coordenadas de lo identificado en el estudio	Respuesta coordinadora de EIA de Aecom-Concol: Informa que en el marco del EIA se presentan a la ANLA las coordenadas con datos Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá
Asesor jurídico comenta: Tener precauciones frente al tema de seguridad en la zona.	Respuesta profesional social de UVRP: Informa que se han adelantado acercamientos y se ha articulado una red de vigilancia con el Ejército Nacional, quienes va a hacer acercamientos con los trabajadores para brindar pautas de seguridad frente a la presencia de grupos al margen de la ley.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Tabla 5.9 Detalle del desarrollo de la reunión con CORPONOR

CORPONOR	
Lugar: Sala de Juntas CORPONOR	
Fecha: 24/11/2017	
Hora: 11:20 a.m. – 12:10 m.	
Total asistentes: 7	

<table>
<tr><td>Asistentes:
• Jorge E. Pinzón/Secretario general-CORPONOR
• César Orrego/CORPONOR
• Jovanny Bermonth/profesional-CORPONOR
• Ana María Hernández/profesional-CORPONOR
• Luis Fernando P./Técnico-CORPONOR
• Cristian Buitrago/Asesor-CORPONOR
• María E. Arana/Jefe jurídico-CORPONOR
• Sandra Gutiérrez/ Coord. EIA-Aecom-Concol
• Carolina Perico/Aecom-Concol-Profesional Social
• Marilyn Eliana Santander/profesional social-UVRP
• Edgar Luciano Bueno/Geólogo-UVRP
• Pedro Simón Lamprea/Director Ambiental-UVRP</td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">Inquietudes y comentarios de los asistentes</td></tr>
<tr><td>Secretario técnico operativo pregunta: ¿Se van a requerir permisos para ocupación de cauce?</td><td>Respuesta Coordinadora EIA de Aecom-Concol: Se informa que, si es posible que se necesite, pero en el momento se adelantará la consulta a la Corporación. Se estima que los permisos de ocupación de cauce serán para el lavado de señales, para reparaciones de emergencia, entre otros, en la etapa de operación del proyecto. Actualmente se está realizando la compra de agua para las oficinas de UVRP. Frente al tema de vedas no se han identificado actualmente, se estará informando a la Corporación según lo identificado en campo.</td></tr>
<tr><td>Comentario: Se solicita por parte de CORPONOR tener un interlocutor de UVRP para la entrega de la información solicitada.</td><td>Respuesta Director UVRP: Informa que el interlocutor es Jesús Porras de UVRP.</td></tr>
</table>

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

Tabla 5.10 Detalle del desarrollo de la reunión con Alcaldía municipal de Pamplona

Alcaldía municipal de Pamplona	
Lugar: Punto Vive Digital	
Fecha: 30/10/2017	
Hora: 9:45 a.m.-11:30 a.m.	
Total asistentes: 9	
Asistentes: • Gerson Ortiz/Apoyo Técnico - Secretaría Planeación municipal. • Angie Casallas/Judicantes - Personería Municipal. • Farly Durán/Emisora del Ejército Nacional-Batallón GRP • Rubén Darío Pérez/Gestor apoyo urbano - Secretaría de Gobierno municipal. • María Ludy Moreno/Jefe gestión social- UVRP • Marcela Satizabal/Profesional Social- UVRP • Liliana Castillo/Responsable Social-AFA • Jesús Porras/Coordinador ambiental-UVRP • Johnatan Chacón/Coordinador Predial-UVRP • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Alejandro Borráez/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Gerson Ortiz (Apoyo-Sec. Planeación): Que se impriman los volantes de los puntos de información para ubicar a la población con los temas de contratación y servicios.	Marcela Satizabal (UVRP): Se les entregará en las oficinas de cada funcionario los volantes informativos sobre los puntos de atención.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

La reunión en la alcaldía municipal de Pamplona no contó con la presencia del alcalde, integrantes del gabinete de gobierno, ni con el personero, se realizó con algunos delegados que comentaron las dificultades de los titulares para asistir. Estas ausencias provocaron una baja asistencia y redundó en una limitada participación y formulación de preguntas sobre el proyecto y sobre el Estudio.

Tabla 5.11 Detalle del desarrollo de la reunión con Alcaldía municipal de Pamplonita

Alcaldía municipal de Pamplonita	
Lugar: Concejo municipal	
Hora: 2:15 p.m.-4:20 m	
Total asistentes: 14	
Asistentes: • Alexander Contreras/ Alcalde municipal • Víctor Julio Flórez/ Concejal • Oscar García/Personero • Celia Ayde Acevedo/Secretaria del Concejo • Luz Karime Ortega/Comisaria-Alcaldía • Nancy Teresa Capacho-Secretaria de Gobierno • Carlos Maldonado/Secretario de Planeación • Hernán Hernández/Geólogo EMES-EOT Pamplonita	

• Manuel Ricardo A. Silva/ Secretario de Desarrollo • Oscar Acevedo/Asesor alcaldía • Jesús Alfredo Porras/Coordinador Ambiental-UVRP • Marcela Satizabal/Profesional Social-UVRP • Alejandro Borráez/Ing. Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta: ¿En Guayabales se reciben PQRS?	Respuesta: Sí, desde la semana pasada se habilitó la recepción de PQRS.
Comentario: Es conveniente generar comunicaciones de mayor tamaño para las comunidades	
Pregunta: ¿Los diseños van a cambiar?	Respuesta Profesional Técnico: El diseño va a tener sólo cambios menores.
Secretaría de planeación municipal solicita se les entregue un plano preliminar del proyecto, para efectos con empalme con el ordenamiento territorial. Dicha solicitud se reitera tras la primera reunión.	
La secretaría de planeación municipal solicita el diseño del acceso al municipio, así como de los retornos proyectados en su jurisdicción y los accesos a las unidades territoriales menores.	Respuesta Profesional Técnico: Se presenta en los retornos proyectados en el diseño preliminar.
Pregunta: ¿Cuál sería el alcance de la Concesión en la formulación y apoyo a los proyectos productivos?	Respuesta profesional social: El alcance de la Concesión se enmarca en gestionar convenios interadministrativos y gestiones tendientes a conseguir recursos para dichos proyectos, pero no la entrega de recursos económicos.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017.

En lo que respecta a la reunión con la alcaldía municipal de Pamplonita, se logró una nutrida asistencia que contó con el alcalde municipal y algunos secretarios, así como el personero municipal y un representante del concejo. Aparte de estos asistentes citados por el Concesionario, la Alcaldía convocó a la concesión encargada del tramo Bucaramanga Pamplona y la empresa encargada de la actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial.

Durante el desarrollo de la reunión hubo una participación activa de los asistentes y varias preguntas, principalmente por parte del secretario de Planeación, que recogió algunas inquietudes previamente conversadas por el gabinete, centradas en la localización del peaje, la construcción de los retornos y los accesos veredales del municipio.

- Unidades territoriales menores

En lo concerniente a las reuniones de primer momento con las comunidades de las unidades territoriales menores y los otros grupos de interés, se tuvo en cuenta la división política reportada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC y la división contenida en los documentos de ordenamiento territorial de los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Las unidades territoriales menores que conforman el área de influencia del proyecto son las veredas Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja y La Hojancha en lo correspondiente a la zona rural y los barrios El Buque, Simón Bolívar, San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja de la zona urbana de Pamplona.

Es de aclarar que las unidades territoriales menores Sabaneta Baja y Simón Bolívar, pertenecientes al municipio de Pamplona ingresaron al área de influencia en la fase final del estudio por modificaciones en los diseños del proyecto (incorporación de nuevas ZODME y vías de acceso). Asimismo, de acuerdo a la solicitud de información adicional por parte de la Autoridad Nacional de licencias Ambientales – Auto No. 07623 de 03 de diciembre de 2018 se amplía y ajusta el área de influencia socioecómica del proyecto a las unidades territoriales menores donde se prevé trasciendan los impactos sobre el recurso hídrico, incluyendo a la misma los barrios Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja. Por tal razón, con las comunidades de estas cinco (5) unidades territoriales menores, se realizó un solo momento de reunión donde se presentaron los resultados del estudio y se incorporaron los impactos y medidas de manejo que la comunidad consideró pertinentes para la construcción de la Variante Pamplona, UF1.

Asimismo, en las reuniones de primer momento se presentaron las características generales del Proyecto, aclarando el alcance y localización de las Unidades Funcionales que hacen parte de la construcción del proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta (UF 1, 2, 3, 4 y 5), haciendo énfasis en la Unidad Funcional 1, objeto del presente estudio ambiental. Para facilitar la comprensión del desarrollo del primer momento, cabe aclarar que La vereda La Hojancha hace parte del área de influencia de las Unidades Funcionales 1 y 2 (esta última objeto de otro EIA). Sin embargo, por solicitud de la comunidad, la reunión de primer momento se realizó de manera conjunta con la vereda El Colorado, perteneciente sólo al área de influencia de la Unidad Funcional 2. En consecuencia, la información relacionada en la Tabla 5.20 registra la participación de la comunidad de las dos (2) unidades territoriales.

- Convocatoria

El proceso de convocatoria para los encuentros con las comunidades y demás grupos de interés de la unidad funcional 1 del proyecto se realizó en dos etapas. La primera de estas se surtió al realizar contactos telefónicos o personales con los presidentes de las JAC y representantes de los grupos de interés identificados, siendo estos los líderes comunitarios reconocidos y con capacidad de convocatoria.

En segunda medida, una vez acordado de manera previa el lugar y la fecha, se les entregó una carta de convocatoria oficial (Ver Tabla 5.12) en la que se presentaba de manera general el proyecto y el estudio de impacto ambiental, así como la confirmación de la fecha, hora y lugar y los datos de contacto (Anexo_5.3_Social_A_Sol_Info).

Tabla 5.12 Radicación de cartas de comunidades y otros grupos de interés UF1

No.	Unidad Territorial/ Grupo de interés	Destinatario	Cargo	Fecha Radicado
1	Barrio El Buque	Jorge Herrera	Presidente JAC	07/12/2017
2	Barrio San Luis	Carolina Delgado Leal		24/01/2018
3	Vereda Sabaneta Alta	Juan de Jesús Caicedo		15/11/2017
4	Vereda Alcaparral	Bernabé Anteliz Espinosa		25/10/2017
5	Vereda La Hojancha	José Eugenio Acevedo		25/10/2017
6	Vereda El Naranjo	Edinson Fernando Torres Cañas		27/10/2017
7	Vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda Jaimes		25/10/2017

8	Junta Administradora Acueducto El Naranjo	Juan De La Cruz Cañas	Presidente	25/11/2017
9	Universidad de Pamplona	Ivaldo Chávez Torres	Rector	17/11/2017
		Mauricio García	Oficina de Planeación	17/11/2017
		Alejandro Plaza	Oficina Jurídica	17/11/2017
		Wilson Gutiérrez	Oficina de Planeación Física	17/11/2017

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Posteriormente se utilizaron diferentes estrategias (Anexo_5.3_Social_B_Convoc) para difundir la convocatoria a la reunión, que se basó en la entrega volantes (Figura 5.3) y ubicación de carteleras (Ver Fotografía 5.1 a Fotografía 5.4), con el objetivo de llegar a la mayor cantidad de habitantes por unidad territorial menor y motivar la asistencia.

Figura 5.3 Volante de convocatoria

CONTRATO 002 DE 2017 "CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA"

UNIÓN VIAL RÍO PAMPLONITA Y SACYR TIENEN EL GUSTO DE INVITARLO A LA REUNIÓN DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO "PAMPLONA - CÚCUTA", QUE SE LLEVARÁ A CABO EL:

Día: Viernes, 3 de noviembre de 2017 **Hora:** 9:00 a.m.
Lugar: Escuela vereda Alcaparral **Vereda:** Alcaparral

"Su asistencia y participación es de gran importancia para el desarrollo del evento"

Para mayor información, favor dirigirse a la Oficina de Atención al Usuario:
PR 120+000 Vía Cúcuta – Pamplona, Recta Corocal - Frente a Báscula. Área de servicio Los Acacios
Horario de Atención: Lunes a Viernes de 8:00 a.m. – 5:00 p.m. y Sábado de 8:00 a.m. - 12:00 m.
LÍNEAS DE ATENCIÓN:
Celular: 350 3806824 – 350 3806833 – 350 3806821 Línea gratuita: 01 8000 806816
Correo electrónico: atencionalusuario@unionvialriopamplonita.com Página web: www.unionvialriopamplonita.com

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

La ubicación y cantidad de afiches obedeció al tamaño de la población de las unidades territoriales menores y de los puntos recurrentes, de encuentro o de tránsito frecuente por parte de los habitantes, tales como acceso veredales, sectores comerciales, escuelas o sitios de reunión, procurando informar a la mayor cantidad de personas posibles.

En cuanto a los volantes, se manejó una estrategia similar a la de los afiches, dejando una muestra representativa respecto a la cantidad de familias por unidad territorial, siendo el presidente de la JAC el encargado de su distribución al conocer las familias y su ubicación.

Fotografía 5.1 Afiche ubicado en Barrio El Buque

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.2 Afiche ubicado en vereda Sabaneta Alta

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.3 Afiche ubicado en vereda Alcaparral

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.4 Afiche ubicado en vereda El Naranjo

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Producto de la labor de convocatoria realizada para siete (7) de las doce (12) unidades territoriales menores de la Unidad Funcional 1, se estableció el cronograma de reuniones que se presenta en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13 Programación de reuniones con comunidades y otros grupos de interés de la UF 1

No.	Fecha	Unidad Territorial/ Grupo de Interés	Lugar	Hora
1	09/12/2017	Barrio El Buque	Frente a parque Biosaludable	4:00 p.m.
2	26/01/2018	Barrio San Luis	Casa Familia Delgado	5:30 p.m.
3	15/11/2017	Vereda Sabaneta Alta	Casa presidente JAC	9:00 a.m.
4	03/11/2017	Vereda Alcaparral	Escuela Alcaparral	9:00 a.m.
5	03/11/2017	Vereda La Hojancha	Casa Gregorio Gélvez Presidente JAC El Colorado	2:00 p.m.
6	05/11/2017	Vereda El Naranjo	Centro Educativo Rural Chíchira - sede El Naranjo-	9:00 a.m.
7	31/10/2017	Vereda Ulagá Baja	Escuela Ulagá Baja	9:00 a.m.

No.	Fecha	Unidad Territorial/ Grupo de Interés	Lugar	Hora
8	28/11/2017	Junta Administradora de Acueducto Vereda El Naranjo	Punto Vive Digital, cabecera municipal de Pamplona	2:00 p.m.
9	22/11/2017	Universidad de Pamplona	Sala de juntas de la rectoría	9:00 a.m.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

- Desarrollo de las reuniones

En el momento del desarrollo de las reuniones se contó con un espacio apto para la proyección de las diapositivas que fueron el principal apoyo visual del proceso de información.

Tal como se realizó en las reuniones con autoridades, previo al inicio de la agenda se solicitó permiso a los asistentes para tomar los registros de la reunión: Video, fotografías, acta y asistencia.

Las reuniones se desarrollaron de acuerdo con el siguiente temario:

1. Presentación de los asistentes: Cada asistente expuso su nombre, cargo y dependencia. Posteriormente, se efectuó la presentación del personal del Concesionario que acompañó el espacio y finalmente el personal del consorcio consultor.
2. Objetivo de la reunión: Informar los aspectos técnicos y ambientales del Proyecto a las comunidades del área de influencia.
3. Beneficios del proyecto: Se expone cada uno de los beneficios que representa el proyecto para los municipios y la región, desde los que implican el desarrollo económico, mejoras en movilidad, seguridad vial y empleo.
4. Alcance del proyecto: Se presentó el proceso de licenciamiento desde el momento de la definición de las alternativas hasta el punto actual de licenciamiento. Posteriormente se mostraron todas las Unidades Funcionales (UF) que componen el proyecto, haciendo énfasis en la UF 1 y los aspectos técnicos de las obras a realizar, así como las unidades territoriales por las que trascurre todo el proyecto.
5. Cronograma: Para cada una de las etapas técnicas se detallan las actividades a realizar y el tiempo previsto en el contrato de concesión.
6. Estudio de Impacto Ambiental: Se tomaron como referencia las definiciones establecidas en la norma para hacer una introducción al significado del estudio de impacto ambiental y de la palabra impacto, de tal manera que se estableciera desde el principio el marco de referencia para los asistentes.

- Proceso de licenciamiento: Orientado a describir una especie de ruta que se sigue en el Estudio desde su inicio hasta la obtención de la licencia ambiental.
- Aspectos normativos generales: Se presentó una relación de las más importantes normas que se tienen en cuenta para la elaboración del Estudio, como son los Términos de referencia, la metodología de elaboración de los Estudios Ambientales
- Etapas del estudio y alcance de las actividades: Para dar a conocer cómo se inicia y qué alcance tiene un Estudio de Impacto Ambiental para este tipo de proyectos, se incluyeron las principales actividades por medio a estudiar (abiótico, biótico y

socioeconómico), de tal manera que a la vez la comunidad conociera la razón por la que se encuentran durante la etapa de campo, varios grupos de trabajo y sus actividades en el conocimiento de cada medio.

7. Datos de contacto atención a la comunidad: Teniendo en cuenta que pudieran darse situaciones de inquietudes que no son competencia del Estudio, se incluyó una dispositiva relacionada con los puntos y medios de atención al usuario (oficina fija, líneas telefónicas, correo electrónico y página web) entre otros, dispuestos por el Concesionario.
8. Inquietudes de los asistentes: Destinado a la atención y respuesta de las preguntas e inquietudes de los asistentes a las reuniones.
9. Taller de impactos: Esta parte de las reuniones se orientó a la identificación de los impactos por parte de la comunidad, en el escenario sin proyecto (Actividades Antrópicas) y con proyecto. Para lograr el ejercicio se identificaron las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto (Pre- Construcción, construcción y desmantelamiento (Figura 5.4), procurando detallar los posibles impactos de forma separada y correspondiente a cada actividad. Posteriormente se proponía por parte de la comunidad una o más medidas de manejo por cada impacto identificado. (Anexo_5.3_Social_F_Taller_Impactos).

Figura 5.4 Modelo de matriz de identificación de impactos

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

10. Cartografía Social: Durante la reunión se elaboró la cartografía social, donde se destacaron los elementos de mayor importancia material e inmaterial presentes en las unidades territoriales menores. (Anexo_5.3_Social_G_Cartografia_social).
11. Lectura del acta y aprobación de ésta por parte de las comunidades y demás grupos de interés que asistieron a la reunión.

- Inquietudes y conclusiones

Tabla 5.14 Detalle del desarrollo de reunión Barrio El Buque

Barrio El Buque	
Lugar: Frente a parque Biosaludable	
Fecha: 09/12/2017	
Hora: 4:00 p.m.	
Total asistentes: 31 personas	
Asistentes: • Marcela Satizabal./Profesional Social- UVRP • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Daniel Buitrago/Profesional social-Aecom-Concol • Jorge Herrera/Presidente-JAC El Buque • Antonio Durán /Vicepresidente-JAC El Buque • Mario Daniel Gómez/Tesorero-JAC El Buque	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
Jorge Herrera (Presidente JAC): ¿Nos van a tener en cuenta a la hora de la contratación por ser área de influencia?	Profesional social: El proceso que se debe realizar es; en primera medida, acercarse con la cédula a las oficinas de la UVRP (una ubicada en Guayabales y la otra en los Acacios). Posteriormente inscribirse en la bolsa de empleo del SENA y esperar las convocatorias que inician a partir del 28 de julio. En estas convocatorias se priorizarán los habitantes del área de influencia.
José Torres: ¿Los que son empresarios y quieren ser parte de la construcción de la obra que deben hacer?	Profesional social: Debe `presentar su portafolio de servicios a la UVRP, con todos los papeles reglamentarios.
José Torres: Si la persona tiene que vender, ¿cómo será el aporte por parte de la concesión? ¿Les crearía un plan de emprendedores?	Profesional social: Por medio del programa de proyectos productivos
Jorge Herrera (Presidente JAC): ¿Para los proyectos productivos si hay ayuda?	Profesional Social UVRP: Para la formulación de proyectos productivos si hay acompañamiento de capacitación y apoyo.
Sugerencia: Que no se vean afectadas las fuentes hídricas que surten al barrio, como lo son las de las veredas Alcaparral y Sabaneta Alta	

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.15 Detalle del desarrollo de reunión Barrio San Luis

Barrio San Luis	
Lugar: Casa tesorera JAC	
Fecha: 26/01/2017	
Hora: 17:30-20:30	
Total asistentes: 28 asistentes	
Asistentes: • Marcela Satizabal./Profesional Social-UVRP • Luis Adolfo Gélvez/ Vicepresidente-JAC San Luis • Noralba Peñalosa Delgado/Fiscal-JAC San Luis • María Reyes Méndez/Tesorera-JAC San Luis	

• Carolina Mora Acosta/Coordinadora-Aecom-Concol • Carolina Perico/Profesional social-Aecom-Concol • Faizuly Cerón/Coordinadora Ambiental-Sacyr • Edna Penagos/Profesional ambiental-Sacyr.	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
¿Cómo es el proceso de contratación?	Profesional social: Deben inscribirse en la página de la bolsa de empleo del SENA y dirigirse a alguna de las oficinas de atención ubicadas en los Acacios y Guayabales.
¿Cuánto tiempo dura la oficina móvil en el barrio?	Profesional social: La oficina móvil estará por una semana en el barrio San Luís, para recepción de PQRS y recepción de hojas de vida.
¿Cuál es el rango de edad para contratar personal?	Profesional social: El rango de edad es de 18 a 55 años.
¿Cuántos son los tramos de túneles?	Respuesta Profesional técnico UVRP: Se harán 2 túneles: 1 en la variante de Pamplona y 2 en el municipio de Pamplonita. El primero de 1.33Km y el otro de 1.06Km.
¿Qué es la etapa de pre-construcción?	Respuesta Profesional técnico UVRP: Es la etapa donde se realizan los estudios y diseños del proyecto, se da la socialización de las actividades a desarrollar y la gestión socio-predial.
¿Qué se hace cuándo se encuentra infraestructura social?	Respuesta profesional socio-predial: En estos casos, contractualmente, se establece que se debe reponer la estructura afectada y entregarse en iguales o mejores condiciones.
Solicitan informar los resultados del estudio hidrogeológico	Respuesta: Se informa que se tendrá en cuenta la solicitud para la reunión de resultados.
Pregunta: ¿Cómo será el manejo de las aguas producto de la excavación del túnel?	Respuesta: Se informa que se revisará la inquietud y durante la reunión de resultados se presentará.
Solicitud: La comunidad solicita los resultados para proponer medidas de manejo y solución ambiental.	Respuesta Profesional ambiental: Luego de realizado el EIA, se realizará la reunión de presentación de resultados y se realizará el documento, que deberá ser solicitado a la UVRP.
Pregunta Luis Antonio: ¿Se tienen permisos para los estudios ambientales?	Respuesta profesional social: Se tienen permiso por parte de las autoridades ambientales para la colección flora y fauna.
Pregunta Mariana Blanco: Tener en cuenta el antecedente de remoción en masa.	Respuesta profesional ambiental: Con el estudio se realiza el inventario de los cuerpos hídricos y a partir del análisis de suelo en el área de influencia establecida se tienen en cuenta las medidas de manejo y la viabilidad de proyecto.
Pregunta Marina Blanco: ¿Qué manejo se le dará a los residuos de excavación?	Respuesta profesional ambiental: Se están haciendo los estudios y revisando los diseños para determinar las zonas de disposición de material de excavación (ZODME).
Pregunta: ¿Quiénes realizan los estudios bióticos y abióticos y de dónde son los profesionales?	Respuesta profesional ambiental: Se cuenta con un grupo de profesionales de diferentes regiones, quienes cuentan con la experiencia requerida para realizar los estudios de impacto ambiental, siendo un grupo interdisciplinario.
Pregunta Carolina (presidente de la JAC): ¿Se analizaron alternativas para el diseño de la vía?	Respuesta profesional ambiental: A partir de un diagnóstico ambiental de alternativas presentadas a la autoridad ambiental, ésta determina y establece sobre cual alternativa se deben realizar los estudios ambientales.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.16 Detalle del desarrollo de reunión vereda Sabaneta Alta

Vereda Sabaneta Alta	
Lugar: Casa Presidente JAC Juan Caicedo Hora: 9:20 a.m.-12:54 m. Fecha: 15/11/2017 Total asistentes: 21 asistentes Asistentes: • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Carolina Mora/Coord. Proyecto-Aecom-Concol • Daniel Buitrago M./Aecom-Concol • Juan de Jesús Caicedo/Presidente JAC	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
Wilson Omar Rangel: ¿El túnel afectaría las fuentes hídricas con la construcción del mismo?	Profesional ambiental: No va a afectar las fuentes hídricas de la región, ya que hay un diseño técnico que minimiza el impacto
Wilson Omar Rangel: ¿El gobierno qué aporta para las vías terciarias?	Profesional ambiental: Las vías terciarias corresponden a las entidades municipales; la concesión sólo se encarga de la adecuación de las entradas sobre el corredor a intervenir
Pedro Leal: No queremos que con la construcción de la doble calzada se afecte el ambiente.	Profesional ambiental: En lo posible se va a tratar que esto no suceda, ya que se realiza un diagnóstico donde se evalúa todo lo que está en el medio ambiente.
Wilson Omar Rangel: ¿Qué pasaría con las viviendas que se van a afectar con la construcción?	Profesional social: Se realiza un avalúo catastral, se visita a las personas afectadas, se realiza una oferta y se llega a una negociación.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.17 Detalle del desarrollo de reunión vereda Alcaparral

Vereda Alcaparral	
Lugar: Escuela Alcaparral Fecha: 03/11/2017 Hora: 9:45 a.m.-12 m. Total asistentes: 22 (2 Barrio Simón Bolívar- 3 Barrio Cristo Rey-17 vereda Alcaparral) Asistentes: • Nidia Liliana Tovar B./Profesional Social- UVRP • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Alejandro Borráez/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol • Bernabé Anteliz/Presidente JAC vereda Alcaparral • Fanny Duarte/Presidente JAC Barrio Cristo Rey	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
¿La vía nueva quedaría subiendo o bajando?	Profesional técnico: La nueva calzada tendría el sentido Pamplona Cúcuta.
¿Para acceder al empleo se debe estar inscrito en el SENA?	Profesional social: Para poder ocupar una vacante laboral se debe estar inscrito en la Agencia

	Pública de Empleo del SENA.
¿Para inscribirme en la página del SENA debo haber estudiado allá?	Profesional social: Las personas se pueden inscribir en la página sin tener estudios en el SENA, está disponible para todos.
Si el proyecto pasa por los predios ¿los compran?	Profesional Social: Si los predios son afectados se hace el avalúo comercial y se hará el pago en caso de ser necesario por la posible afectación.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.18 Detalle del desarrollo de reunión vereda El Naranjo

Vereda El Naranjo	
Lugar: Punto Vive Digital	
Fecha: 05/11/2017	
Hora: 9:20 a.m.-12:00 m.	
Total asistentes: 35	
Asistentes: • Marcela Satizabal/Profesional Social- UVRP • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Alejandro Borráez/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol • Fernando Torres/Presidente JAC El Naranjo	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
¿Los vehículos interesados en trabajar en la UVRP?	Profesional social de UVRP: Los vehículos de placa blanca serán comprados por la UVRP, por lo que no se van a alquilar las camionetas.
¿Qué va a pasar con la escuela?	Profesional social UVRP: El proyecto no contempla intervenir las infraestructuras existentes adyacentes a la vía actual.
¿Qué puedo hacer para los empleos?	Profesional social UVRP: Para inscribirse y postularse para las vacantes laborales pueden presentar su hoja de vida en los correos electrónicos o presentarlas en las oficinas de atención.
¿Cuándo inicia el proyecto?	Profesional UVRP: El proyecto inició su etapa pre-operativa en junio de 2017 y la fase constructiva se tiene proyectado empezar a mitad 2018, hasta mitad de 2022, momento en el que se inicia la fase de operación.
¿Los diseños presentados pueden cambiar?	Profesional técnico: Se indica que los trazados pueden cambiar, pero que dichos cambios no serán drásticos ya que están ligados al proceso de licenciamiento.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.19 Detalle del desarrollo de la reunión vereda Ulagá Baja

Vereda Ulagá Baja	
Lugar: Escuela Ulagá Baja	
Hora: 9:45 a.m.-11:50 a.m.	
Total asistentes: 22	
Asistentes: • Nidia Liliana Tovar B./Profesional Social- UVRP • Jesús Porras/Coordinador ambiental-UVRP • Diana Espinel/Profesional Social-Aecom-Concol • Alejandro Borráez/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta Ramón Miranda: ¿Cuándo habla de pavimento rígido se refiere a concreto?	Respuesta de profesional técnico: Sí, el pavimento rígido hace referencia a loza de concreto.
Pregunta Ricardo Barco: ¿Dónde va a quedar ubicada la glorieta número uno?	Respuesta Profesional Técnico: La glorieta uno va quedar ubicada en la curva de los Adioses.
Pregunta Juan Pablo Ferreira: ¿Lo que va a haber en el segundo sub-sector es ampliación de calzada?	Respuesta profesional técnico: En el segundo subsector se va a realizar la construcción de segunda calzada.
Pregunta César García: ¿Las personas de la zona que prestan servicios como restaurante-Hoteles tienen el mismo proceso de inscripción para ofrecerlos?	Respuesta Profesional Social UVRP: Realizan inscripción, pero como bienes y servicios, en las oficinas de atención al usuario, indicando los servicios que ofrecen y los documentos formales que lo soportan.
Pregunta Ricardo Barco: ¿Con base a qué criterio se hace el avalúo predial?	Respuesta profesional social UVRP: Con base en un avalúo comercial realizado por una lonja que se contrata para tal fin.
Pregunta César Gómez: Si hay una capilla donde va a pasar la vía ¿se tumba?	Respuesta profesional social UVRP: Se hace lo posible en diseño para evitar la afectación, en caso de ser necesario se realiza el proceso de gestión predial correspondiente.

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.20 Detalle del desarrollo de reunión vereda La Hojancha

Vereda La Hojancha	
Lugar: Casa Gregorio Gélvez (Presidente JAC El Colorado)	
Hora: 2:20 p.m.-6:30 p.m.	
Total asistentes: 45 (18 vereda El Colorado-27 vereda La Hojancha)	
Asistentes: • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Alejandro Borráez/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Diego Zabaleta/ Profesional Social-Aecom-Concol • Gregorio Gélvez/Presidente JAC vereda El Colorado	

Vereda La Hojancha	
• José Eugenio Acevedo/Presidente JAC La Hojancha	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta: ¿El parcheo y el mantenimiento cada cuanto se hace?	Respuesta Profesional Técnico: El mantenimiento de la vía existente se hace en los tiempos fijados por la UVRP y según se requiera.
Pregunta: ¿Dónde me puedo acercar para recibir información sobre contratación?	Respuesta: Se puede atender en los sitios de información ubicados en el PR 120+600.
Pregunta: ¿Dónde va a quedar ubicado el peaje?	Respuesta Profesional Técnico: Se indica que el peaje quedaría ubicado en el PR 50+200 en la zona norte respecto de la vereda La Hojancha.
Pregunta: ¿Quién hace el avalúo comercial y cuánto se demora para cancelar a los propietarios afectados?	Respuesta Profesional Social: Se informa que el proceso de avalúo se hace por medio de una lonja contratada por la UVRP. Los pagos y los tiempos definidos dependen de cada uno de los procesos de adquisición de bienes.
Pregunta: ¿El proyecto doble calzada Pamplona-Cúcuta genera impactos ambientales sobre la vereda La Hojancha?	Respuesta Profesional Social: Sí, se indica que toda el área de influencia va a tener impactos positivos y negativos.
Pregunta: ¿Se van a respetar los accesos y vías de acceso a las veredas?	Respuesta Profesional Técnico: Se indican que se respetarán los accesos y vías de accesos existentes, aclarando que este requerimiento está estipulado en los apéndices técnicos del proyecto.
Pregunta: ¿Cuál es la distancia entre los retornos proyectados?	Respuesta Profesional Técnico: Se indica que el proyecto contará con ocho (8) retornos, los cuales están fijados contractualmente. Se indica también que no hay una distancia fija entre retornos.
Comentarios: La comunidad solicita dejar constancia de su preocupación por la localización del peaje, debido a que puede afectar su diario vivir.	
Comentarios: La comunidad solicita dejar constancia de su preocupación por la ubicación de los retornos a sus veredas y solicita que sean revisados debido a la posible afectación que generarían.	
Comentario: La comunidad expresa su preocupación e insatisfacción por la doble línea amarilla que está señalizada sobre la vía Pamplona a Pamplonita, sin dar espacios para el adelanto de vehículos y desconociendo el código de tránsito.	

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017

La reunión con las comunidades de las veredas La Hojancha y El Colorado se realizaron en la misma hora, fecha y lugar debido a la solicitud expresa realizada por los dos Presidentes de Juntas de Acción Comunal. Como se aclaró anteriormente, la vereda El Colorado hace parte de la unidad funcional 2, la cual no hace parte del área de influencia del presente estudio.

- **Otros grupos de interés**

En desarrollo del presente ítem también se realizaron reuniones con las asociaciones de usuarios de los acueductos veredales existentes en las unidades territoriales menores del área de influencia y con los representantes de la Universidad de Pamplona. Ver Tabla 5.21 y Tabla 5.22.

Tabla 5.21 Detalle del desarrollo de la reunión asociación de usuarios de acueducto El Naranjo

Vereda El Naranjo	
Lugar: Punto Vive Digital	
Fecha: 28/11/2017	
Fecha: 28/11/2017	
Hora: 2:20 p.m. - 3:10 p .m.	
Total asistentes: 5	
Asistentes: • Marcela Satizabal/Profesional Social- UVRP • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Gustavo Roa/Ingeniero Civil-Aecom-Concol • Valeria Ramírez/Residente Ambiental-UVRP • Juan de la Cruz/Presidente Asociación de usuarios de acueducto vereda El Naranjo.	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Asistió el presidente de la asociación de usuarios de acueducto de la vereda El Naranjo Juan de la Cruz Cañas, quien no manifestó inquietudes ya que había asistido a la reunión de la vereda donde se realizó el taller de impacto y la cartografía social. A esta reunión habían sido convocadas las veredas El Naranjo y Ulaga Baja, quienes tienen activa la asociación. Esta reunión se realizó con el objeto de informar a cada uno de los presidentes del acueducto de que se trata el proyecto y los estudios de impacto ambiental.	

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Tabla 5.22 Detalle del desarrollo de reuniones con Universidad de Pamplona

Universidad de Pamplona	
Lugar: Sala de juntas de la rectoría	
Fecha: 22/11/2017	
Hora: 9:00 a.m.-10:45 a.m.	
Total asistentes: 4	
Asistentes: • Sonia Rojas/Contratista – Universidad de Pamplona. • Wilson Gutiérrez/Contratista – Universidad de Pamplona. • Diana Espinel/Profesional social-Aecom-Concol • Sandra Gutierrez/Coordinadora de proyecto-Aecom-Concol	
Inquietudes y comentarios de los asistentes	
Pregunta	**Respuesta**
Wilson Gutiérrez: ¿Por qué se está haciendo un estudio ambiental, si no hay trazado?	Profesional ambiental (Aecom-Concol): Hay un trazado preliminar de diseño inicial con base en el cual se están llevando a cabo los estudios.
Pregunta Wilson Gutiérrez: ¿Dónde van a quedar ubicadas las glorietas?	Profesional ambiental (Aecom-Concol): Ambas glorietas quedarán en la Unidad Funcional 1. Una en la curva de los Adioses y la otra en frente de la Universidad de Pamplona.
Solicitud: Se solicita por parte de la Universidad de Pamplona que se entregue la ubicación de las ZODME proyectadas.	
Solicitud: Se solicita por parte de la Universidad de Pamplona que se realice una reunión con cada una de las entidades que hacen parte de la construcción de la doble calzada.	

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

En términos generales, las reuniones que se realizaron con los grupos de interés para la UF 1 tuvieron una buena acogida y asistencia y una participación activa de los asistentes en el taller de impactos y en la cartografía social.

Respecto a los temas de interés prioritario por parte de las comunidades resaltan los siguientes:

- Retornos: Las comunidades solicitaron información precisa sobre la ubicación de los retornos para valorar el impacto sobre sus desplazamientos diarios.
- Accesos veredales y prediales: El tema de los accesos fue recurrente por parte de las comunidades, haciendo énfasis en la importancia de adecuar estos y mantener todas las conexiones actuales.
- Inicio del proyecto: Se consultó de manera reiterada por el inicio de obras, por la terminación del mismo, por la entrada en vigencia del peaje y por las fechas para la contratación.
- Generación de empleo: Este punto fue común en todas las reuniones realizadas, solicitando información sobre los procesos de inscripción y el inicio de las contrataciones, solicitando mantener un número de contrataciones considerables y distribuidas en todas las veredas.

Por otra parte, respecto a los aspectos logísticos de las reuniones, cada una de las locaciones indicadas por parte de las comunidades permitió el correcto desarrollo de las reuniones al contar con espacios propicios para ubicar a los asistentes y utilizar elementos tales como el Video Beam y el computador. La única excepción se presentó en la vereda Alcaparral, debido a que la escuela no está en funcionamiento, razón por la que no cuenta con sillas ni fluido eléctrico; no obstante, es el único espacio disponible y de fácil acceso para la población del sector.

5.3.1.2.2 Segundo momento

Continuando con el proceso de información y participación con las autoridades y comunidades, en el segundo momento se generó un encuentro con los grupos de interés, donde se presentaron los resultados del Estudio de Impacto Ambiental y se atendieron las inquietudes de los asistentes.

Previo al desarrollo del segundo momento, se realizó una labor denominada “pre-campo”, que consistió en la elaboración de la presentación en Power Point (ver Anexo_5.3_Social_E_Pres_Reuniones) a cargo del grupo de profesionales de Aecom-Concol, además del alistamiento de los soportes de la reunión, a saber: Acta de Reunión (ver Anexo_5.3_Social_C_Actas), listado de asistencia (ver Anexo_5.3_Social_C_Actas) y video corporativo donde se muestra la descripción y alcances del proyecto (ver Anexo_5.3_Social_E_Pres_Reuniones).

Otra actividad realizada previo al desarrollo de las reuniones, consistió en la elaboración del material de convocatoria: Afiches (ver Anexo_5.3_Social_B_Convoc), volantes (ver Anexo_5.3_Social_B_Convo), formato de entrega de volantes (ver Anexo_5.3_Social_B_Convoc), cartas de invitación a reuniones (ver

Anexo_5.3_Social_B_Convoc) y alistamiento de equipos tales como cámaras de video y fotográficas.

- Unidades Territoriales Mayores
  - Convocatoria

El proceso de convocatoria con las autoridades departamentales y municipales se realizó por etapas. En la primera de estas, se hizo un acercamiento telefónico y/o personal a las oficinas de la Gobernación del Norte de Santander, CORPONOR y alcaldías municipales de Pamplona y Pamplonita para establecer un contacto primario y realizar una presentación preliminar, que permitiera indagar sobre las fechas tentativas para programar la reunión y los funcionarios que asistirían a la misma.

En la segunda etapa, a partir de la información recabada y las fechas preestablecidas por los profesionales del área social que realizaron el acercamiento con las autoridades, se elaboraron las cartas de convocatoria a las reuniones de presentación de resultados del EIA (ver Anexo_5.3_Social_B_Convoc) (Ver Figura 5.5).

Figura 5.5 Carta de convocatoria a reunión de resultados del EIA

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Posterior a la entrega de las cartas de convocatoria en las dependencias de cada una de las autoridades invitadas a la reunión, se realizó contacto telefónico en los días previos para confirmar el encuentro. Dicha convocatoria tuvo como resultado las reuniones que se relacionan en la Tabla 5.23.

Tabla 5.23 Programación de reuniones con autoridades departamentales y

municipales

Nº	Fecha	Entidad	Lugar	Hora
1	03/08/2018	Alcaldía Municipal de Pamplona	Despacho del Alcalde	9:00 a.m.
2	06/08/2018	Gobernación del Norte de Santander	Secretaría de Infraestructura Gobernación N. de Santander	9:00 a.m.
3	08/08/2018	CORPONOR	Territorial Pamplona- Sala de Juntas	9:00 a.m.
4	08/08/2019	Alcaldía Municipal de Pamplonita	Despacho del Alcalde	9:00 a.m.
5	09/08/2018	CORPONOR	Subdirección de Desarrollo Sectorial	9:00 a.m.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para la convocatoria a reuniones de segundo momento se radicaron cartas ante los despachos y dependencias departamentales y municipales, con el fin de asegurar la información a cada autoridad interesada, tal como se presenta en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24 Radicación de cartas de convocatoria autoridades departamentales y municipales

Nº	Entidad	Funcionario	Cargo	Fecha	Radicado
1	Gobernación del Norte de Santander	William Villamizar Laguado	Gobernador	27/07/2018	914
2		Julio Cesar Silva Rincón	Secretario de Planeación y Desarrollo Territorial	27/07/2018	913
3		Ruby Alejandra Chacón Camargo	Secretaria de Desarrollo Social	27/07/2018	912
4		Edgar Andrés Pallares Díaz	Secretario de Gobierno	27/07/2018	910
5		Rafael Segundo Ramírez Marín	Secretario de Infraestructura	27/07/2018	909
6	CORPONOR	Cesar Augusto Ortega	Coordinador de Licencias Ambientales		
7		Henry Humberto Cruz Cruz	Director Territorial Pamplona	01/08/2018	653
8		Rafael Navi Gregorio Angarita Lamk	Director General	06/08/2018	11255
9	Alcaldía municipal de Pamplona	Reinaldo Silva Lizarazo	Alcalde municipal	30/07/2018	4056
10		Javier Saith Acero Basto	Secretario General y de Gobierno	30/07/2018	544
12		Astrid Flórez Rodriguez	Personera Municipal	30/07/2018	660
13		Mohamad Nayed Amra Dayekh	Secretario de Planeación	30/07/2018	1571
14	Alcaldía municipal de Pamplonita	Francisco Alexander Contreras Rico	Alcalde Municipal	31/07/2018	Sin número de radicado
15		Nancy Teresa Capacho Miranda	Secretaria de Gobierno	31/07/2018	Sin número de radicado
16		Oscar Leonardo García Antolínez	Personero Municipal	31/07/2018	Sin número de radicado
17		Carlos Javier Maldonado Villamizar	Secretario de Planeación e Infraestructura	31/07/2018	Sin número de radicado

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- Desarrollo de reuniones

Para el desarrollo de las reuniones se contó con un espacio apto que permitió la proyección

de las diapositivas en formato power point y un video con la descripción de las generalidades del proyecto, como principales apoyos visuales del proceso de información.

Previo al inicio de cada reunión, se solicitó el permiso a los asistentes para la toma de registros de la reunión, que incluía registro fotográfico, registro fílmico, acta y listado de asistencia (ver Anexo_5.3_Social_C_Actas, Anexo_5.3_Social_D_Reg_Fotog y Anexo_5.3_Social_E_Pres_Reuniones).

Las reuniones se desarrollaron de acuerdo con el siguiente temario:

i. Objetivos de la reunión: Presentar los resultados del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto *"*Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF-1 Variante Pamplona" y retroalimentar los resultados del Estudio de Impacto Ambiental con las opiniones de los asistentes

ii. Presentación de los asistentes: Cada asistente expuso su nombre, cargo y dependencia. Posteriormente, se efectuó la presentación del personal del Concesionario que acompañó el espacio y finalmente el personal del consorcio consultor del Estudio de Impacto Ambiental.

iii. Beneficios del proyecto: Se expone cada uno de los beneficios que representa el proyecto para los municipios y la región, tales como: Competitividad y desarrollo para la región en términos económicos y de conectividad, mejoras en movilidad, ahorro de tiempo de viaje, seguridad vial y generación de empleo.

iv. Características del proyecto: Con apoyo de un video corporativo y la presentación, se mostraron los aspectos técnicos de las obras a realizar, así como las unidades territoriales por las que transcurre todo el proyecto. Asimismo, se presentó el cronograma para cada una de las etapas técnicas y el tiempo previsto en el contrato de Concesión.

v. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental: Se presentó el proceso de licenciamiento desde el momento de la definición de las alternativas hasta el punto actual de licenciamiento. Posteriormente se mostraron todas las Unidades Funcionales (UF) que componen el proyecto, haciendo énfasis en la UF 1. En lo referente a los resultados del EIA se presentaron los siguientes temas:
    a. Área de Influencia: Orientado a describir las unidades territoriales mayores y menores en las que se proyecta el desarrollo de la Variante Pamplona, UF1.
    b. Línea Base: Se expone los contenidos que comprendieron cada uno de los tres medios estudiados (Abiótico, Biótico y Socioeconómico).
    c. Resultados evaluación de impactos y medidas de manejo: Se presenta los impactos identificados por cada una de las actividades a realizar y las medidas de manejo propuestas para cada uno de estos.
    d. Plan de Gestión del Riesgo.
    e. Demanda de recursos.
    f. Inversión del 1% - Compensación componente biótico.

vi. Preguntas y comentarios: Destinado a la atención y respuesta de las preguntas e inquietudes de los asistentes a las reuniones.

vii. Lectura del acta y aprobación de esta por parte de los representantes de las dependencias que asistieron a la reunión.

- Retroalimentación del estudio, inquietudes y conclusiones

A partir del desarrollo de las reuniones con las autoridades departamentales y municipales, en la parte final se generó un espacio de retroalimentación del Estudio de Impacto Ambiental y atención de inquietudes y conclusiones por parte de los asistentes, las cuales se presentan en la Tabla 5.25, Tabla 5.26, Tabla 5.27, Tabla 5.28 y Tabla 5.29.

Tabla 5.25 Reunión con Gobernación del Norte de Santander

Gobernación de Norte de Santander	
Lugar: Despacho del Gobernador.	
Fecha: 06/08/2018	
Hora: 10:00 a.m. – 11:30 a.m.	
Total, asistentes: 11	
Asistentes: • William Villamizar-Gobernador-Gobernación del Norte de Santander • Samuel Medina- Profesional Especialista-Gobernación del Norte de Santander • Alberto Umbarila-Proyectos Especiales-Gobernación del Norte de Santander • Víctor Peña-Secretario Privado- Gobernación • Jesús Porras-Coordinador Ambiental -UVRP • Valeria Ramírez- Profesional Ambiental-Interventoría AFA • Diana Fernández- Jefe Social - UVRP • Vilma Vélez/Profesional Social-Aecom-Concol. • Andrés Cortes/Profesional Ambiental-Aecom-Concol. • María Carolina Rojas /Profesional Ambiental-Aecom-Concol.	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Durante la reunión los funcionarios del área técnica de la Unión Vial Rio Pamplonita explican de manera detallada las especificaciones técnicas de las unidades funcionales, respecto al túnel, glorietas, retornos, pasos peatonales y demás aspectos de la vía.	
Con relación al tema de las compensaciones, el Gobernador expresa que es importante ver la posibilidad de articular los sitios y las áreas de compensación propuestos por la Corporación Ambiental y las áreas sobre el tema, establecidas en el plan de desarrollo departamental o los planes de desarrollo de los municipios del área de influencia del proyecto.	Por lo anterior, el representante de la Unión Vial Rio Pamplonita expresa que más adelante se podría generar un espacio para tratar en detalle este tema.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.26 Reunión con CORPONOR -Territorial Pamplona

CORPONOR- Territorial Pamplona	
Lugar: CORPONOR, Territorial Pamplona - Sala Múltiple	
Fecha: 08/08/2018	
Hora: 8:20 a.m. – 10:00 a.m.	
Total asistentes: 15	

Asistentes: • Valeria Ramírez Pérez -Interventoría AFA • Edgar Luciano Bueno- Especialista -UVRP • Henry Humberto Cruz -Director Territorial-CORPONOR • Luis Humberto Vargas-Profesional Universitario-CORPONOR • Néstor Cardona-Técnico- CORPONOR • Oscar Guerrero-Técnico Operativo -CORPONOR • Rubier Pulido-Técnico Operativo-CORPONOR • Daniel Buitrago -Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol. • Diana Rodriguez - Profesional Ambiental-Consorcio Aecom-Concol. • Maria Daniela Moreno - Profesional Social - Consorcio Aecom-Concol.	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Un funcionario de Corponor pregunta por qué hay algunas fuentes hídricas que aparecen sin nombre en la presentación.	El profesional Ambiental del Consorcio Aecom-Concol informa que en los POMCAs no figuran, por tal razón, se les dio una numeración específica de acuerdo al proyecto.
Un funcionario de Corponor pregunta si existe un cálculo de las áreas de reserva.	El Profesional Ambiental del Consorcio Aecom-Concol menciona que se tiene prevista el área de reserva en las veredas Alcaparral, El Naranjo y Sabaneta Baja, de todas formas, deberá hacerse primero una negociación en los predios.
Un funcionario de Corponor solicita conocer con más detalle el área de influencia del proyecto, ya que manifiesta no tener conocimiento pleno del proyecto en lo referente a las compensaciones sobre el medio biótico.	La funcionaría de la interventoría menciona que en el tema de la compensación ya se adelantó un primer acercamiento donde se definieron las áreas equivalentes para la compensación, aclara que esta gestión se ha adelantado con la Corporación territorial Pamplona y Dirección General de Cúcuta. También resalta que este espacio es importante para retroalimentar el estudio.
Un funcionario de Corponor menciona que es importante que la socialización de resultados quede clara especialmente a la comunidad, recomienda que las exposiciones a la comunidad se hagan de forma pausada y lo más claras posibles.	El profesional de la UVRP responde que las presentaciones están ajustadas para cada público y que se recibe la recomendación.
Un funcionario de Corponor manifiesta que personas de la comunidad se han acercado con preocupaciones a la Corporación sobre el uso de los espacios por propietarios cercanos a la vía y el espacio público.	El profesional de la UVRP informa que se busca hacer un acompañamiento asertivo donde se mencionan los mecanismos de información y atención al usuario establecidos para la comunidad.
Un funcionario de la UVRP aclara que el corredor del diseño corresponde a un antiguo corredor que ya había sido presentado a la ANLA, el cual fue avalado para el desarrollo del estudio de impacto ambiental, también menciona que el estudio es remitido a Corponor a través del ANLA para que se hagan las respectivas observaciones.	
Un funcionario de Corponor menciona que es muy importante que el proyecto cuente con el apoyo de la territorial Pamplona ya que a diferencia de la territorial Cúcuta conocen mejor el territorio y las visitas pueden ser más productivas. La corporación sugiere acompañar a la Concesión durante las jornadas de socializaciones y atención de otras inquietudes de la comunidad.	Profesional UVRP reitera que de las dudas de la comunidad existen los canales de comunicación que brinda el proyecto
El Director de la territorial Pamplona sugiere que la	El Profesional Ambiental del Consorcio Aecom-

compensación se haga dentro de la zona de influencia de las unidades territoriales que hacen parte de las otras unidades funcionales del proyecto (2, 3, 4 y 5), teniendo en cuenta que dentro de la unidad funcional 1 no existen zonas similares para compensar, pero en las demás unidades funcionales del proyecto si hay zonas estratégicas que se pueden adquirir. También resalta el plan de reasentamiento ya que en el caso de pamplonita El Diamante cuenta con 220 familias a reasentar,	Concol responde que se tendrá en cuenta la sugerencia frente a la compensación y aclara que existen programas de acompañamiento a las personas que serían reasentadas, aclarando que el sector El Diamante hace parte del EIA para las unidades funcionales 3, 4 y 5. La Profesional de la interventoría menciona que a la Corporación ya fueron entregados los insumos requeridos en los términos de referencia, aclarando que se proponen áreas dentro de la cuenca, la compensación actualmente está en propuesta y se está a la espera de que se entregue el plan definitivo.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.27 Reunión con CORPONOR- Dirección General

CORPONOR	
Lugar: CORPONOR, Subdirección de Desarrollo Sectorial	
Fecha: 09/08/2018	
Hora: 9:00 a.m. -11:30 a.m.	
Total asistentes: 12	
Asistentes: • Luis Francisco Pantaleón- técnico operativo- Corponor • Cesar Ortega-Técnico Operativo- Corponor • Jesús Porras- Coordinador Ambiental- Corponor • Marlyn Elina Santander- Profesional Social- UVRP • Edgar Luciano Bueno-Geólogo- UVRP • Liliana Castillo Leal- Profesional Social -UVRP • Valeria Ramírez- Profesional Ambiental- UVRP • Cesar Augusto Larrotta-subdirector -Interventoría AFFA • Milena del Pilar Quiroga- Profesional Especializada- Corponor • Daniel Buitrago /Profesional Ambiental / Consorcio Aecom-Concol. • Vilma Vélez/Profesional Social-Aecom-Concol. • Andrés Cortes/Profesional Ambiental-Aecom-Concol.	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Se puntualiza que la principal fuente de información consultada para la caracterización de la calidad del agua proviene del laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA – Acreditación del IDEAM.	
Un representante de Corponor, pregunta la cantidad de material de excavación, los sitios de ZODME y si estos son suficientes para todo el material de excavación proveniente del proyecto.	Se informa que la excavación en los portales es estándar con altura de 20 metros aproximadamente, alrededor del túnel se hicieron 12 perforaciones para determinar el modelo geológico y alrededor de estos quedan instalados 8 piezómetros para monitorear los niveles freáticos. Respecto a los ZODME, se informa que se realizó una preselección y posteriormente se establecieron 8 en total, con una demanda de 600 mil metros cúbicos aproximadamente. Adicionalmente, se informa que la UVRP aún se encuentra haciendo algunas gestiones por si se requiere en el futuro más ZODMES.

Un representante de Corponor pregunta si ya se realizó la reunión con la administración municipal de Pamplona.	Respecto al tema, se informa que la reunión con la alcaldía de Pamplona se realizó el viernes 3 de agosto de 2018. Menciona que no se presentó la asistencia esperada debido a una contingencia relacionada con la población venezolana. También se comunica que, pese a esta circunstancia, la comunicación con la administración municipal es constante.
Respecto al recurso hídrico, un representante de Corponor manifiesta su preocupación frente al acueducto que abastece a Cúcuta circula por zonas aledañas a la vía y cuando ocurre algún inconveniente sobre la vía, afecta el abastecimiento de este. Por lo anterior pregunta cómo se atenderán las contingencias asociadas a la infraestructura de servicios públicos.	Se informa que se adelantó la identificación de toda la infraestructura que se va a intervenir y los planes de contingencia contemplan personal especializado con experiencia que pueden ejercer un control oportuno sobre cualquier evento inesperado; Asimismo, se explica que la UVRP se encuentra actualizando el Plan de Contingencia con las alcaldías y los organismos correspondientes. Esto teniendo en cuenta algunos sucesos ocurridos con anterioridad. Respecto a la intervención del recurso hídrico, se establece que esta busca realizar la menor intervención posible y no modificar el cauce; asimismo, se informa que, por no ser cauces importantes, la ocupación se hará por medio de alcantarillas circulares de un metro de diámetro en promedio. Se añade que se presentará ante la ANLA un aparte específico para la ocupación de cauce donde explica todos los aspectos relacionados con el tema. También, se especifica que los sitios de captación están sobre el río Pamplonita para uso industrial, por lo que no se requiere utilizar agua de buena calidad. También se informa que la descarga del agua, es decir los vertimientos se establecieron de acuerdo a los modelamientos numéricos y la idea es reutilizarla en la medida de lo posible, lo cual dependería de la calidad del agua que fluya
Un representante de la Corporación pregunta donde se localizará el tercer sitio de vertimiento.	Se informa que el sitio de vertimiento se ubicará sobre la quebrada San Antonio cerca a uno de los portales del túnel.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.28 Reunión con Alcaldía Municipal de Pamplona

Alcaldía municipal de Pamplona	
Lugar: Auditorio Secretaria de Salud -Alcaldía municipal de Pamplona-	
Fecha: 03/08/2018	
Hora: 10:00 a.m.-11:38 a.m.	
Total asistentes: 16 personas	

<table>
<tr><th colspan="2">Alcaldía municipal de Pamplona</th></tr>
<tr><td>Asistentes:
• José Alexander Guerrero – Profesional Universitario -Secretaria de Planeación Alcaldía Municipal de Pamplona.
• Yudy Carolina Pulido – Apoyo a la gestión - Secretaria de Planeación Alcaldía Municipal de Pamplona
• Adriana Mora - jefe de prensa Alcaldía Municipal de Pamplona.
• Valeria Ramírez- Profesional Ambiental -AFA- Interventoría
• Liliana Castillo Leal - Profesional Social- AFA Interventoría
• Faizuly Cerón -Coordinadora Ambiental -UVRP
• Marlyn Eliana Santander – Profesional Social - UVRP
• Edgar Luciana Bueno- Geólogo -UVRP
• Marcela Satizabal Niño-Profesional UVRP
• Vilma Vélez- Profesional Social -Consorcio Aecom-Concol
• Daniela Moreno- Profesional Social -Consorcio Aecom-Concol
• Andrés Cortes- Profesional Ambiental -Consorcio Aecom-Concol
• Maria Carolina Rojas- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol</td><td> </td></tr>
<tr><th colspan="2">Participación de los asistentes</th></tr>
<tr><th>Inquietudes, comentarios o sugerencias</th><th>Respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">El Sr Edgar Luciano Bueno Geólogo de la UVRP menciona que se hizo una campaña muy extensa de sondeos a lo largo del túnel, tomografías geo eléctricas y otros ensayos de los procesos que dan como resultado un informe muy completo para el estudio.</td></tr>
<tr><td>El Sr José Alexander Guerrero de la Secretaria de Planeación pregunta sobre la intervención que van a hacer en el barrio El Buque sector antiguo DAS, ya en este sector se conecta el túnel y se localiza la tubería principal de acueducto de 6 pulgadas, denominada sector norte del casco urbano que surte la zona, no sabe si habrá interferencia con el proyecto. Por otro lado, menciona que el Fondo de Adaptación durante los años 2015 y 2016 iniciaron un ejercicio de mitigación en el barrio El Buque, donde hicieron unos filtros longitudinales y transversales para reparar la línea longitudinal del acueducto, se hizo un estudio de dos años para estabilizar los taludes y al final se generó la propuesta de los filtros, de ahí que en la zona existen unos centros de afloramiento de agua, por lo que sugieren prever a futuro el afloramiento de las aguas. Informa que los barrios San Luis y Juan XXIII tienen acueductos comunales y utilizan esas aguas, si ellos sienten alguna afectación podrían pensar que es a causa del proyecto, según experiencia que ha tenido la administración.</td><td>El Ing.- Edgar Luciano Bueno, Geólogo de la UVRP informa que existe un plan de monitoreo donde se tiene registro de los niveles freáticos que están caracterizados en la línea base, donde se puede identificar cualquier variación para tomar las medidas necesarias antes de que ocurra algún evento no deseado, en el sector se hace un monitoreo frente a una contingencia que pueda presentar con medidas específicas de manejo. Frente a la pregunta de la red de acueducto se informa que la UVRP contempla en el capítulo 3 del estudio los servicios interceptados por el proyecto.</td></tr>
</table>

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.29 Reunión con Alcaldía Municipal de Pamplonita

Alcaldía Municipal de Pamplonita	
Lugar: Recinto del Concejo Municipal	
Fecha: 08/08/2018	
Hora: 9:00 am a 11:30 m	
Total asistentes: 11	
Asistentes: • Oscar García- Personero- Municipio Pamplonita • Manuel Ricardo Silva- Secretario de Desarrollo- Alcaldía de Pamplonita • Nancy Teresa Capallo- Secretaria de Gobierno- Alcaldía Pamplonita • Liliana Castillo- Profesional Social – UVRP • Marlyn Eliana Santander- Profesional Social – UVRP • Vilma Vélez- Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Gustavo Buitrago- Ingeniero Especialista- UVRP • Andrés Cortés- Profesional Ambiental- Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental-Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Un representante de la administración municipal pregunta si la empresa realizará el mantenimiento de la vía de ingreso a la ZODME durante su uso,	Un representante de Concol responde que se realizarán adecuaciones y en caso de ser necesario se asegurará que, al finalizar el proyecto, la vía quede en el estado en que se encontraba inicialmente.
Representante de la secretaría de planeación pregunta si se tuvo en cuenta el humedal ubicado en cercanías de la laguna de Borrero y algunos barrios de Pamplona.	El representante de Concol expresa que todos los cuerpos de agua localizados en el área de influencia físicobiótica del proyecto se inventariaron y se caracterizaron en el marco del Estudio de Impacto Ambiental.
Representante de la secretaría de Planeación, pregunta si la entrada y salida del túnel se encuentra en la parte baja de la vereda Alcaparral.	Por lo anterior se aclara que efectivamente se encuentra en la parte baja de dicha vereda.
Funcionarios de la alcaldía expresan que las vías allí existentes no son muy amplias y no se encuentran en buenas condiciones, por tanto, es posible que se requieran algunas obras de adecuación.	Respecto a la placa huella existentes en la vereda Alcaparral, se explica que este tema ya se ha tratado directamente con los propietarios de los predios contiguos a la vía de acceso a la ZODME planteada, quienes han manifestado están de acuerdo porque lo ven como una oportunidad para el posible mejoramiento de la vía.
Un representante de planeación expresa que, de acuerdo con la información proporcionada por los expositores, los resultados de la modelación arrojaron que no existen aguas subterráneas y quisiera verificar si realmente es así.	Un representante de la UVRP responde que si existen aguas subterráneas localizadas en las zonas de fractura de la montaña y no corresponden a reservas de acuíferos representativos.
Se explica a los representantes de la administración municipal que, en el tema de compensación, esta se encuentra planteada sobre la quebrada San Antonio, como resultado de la revisión documental realizada como por ejemplo POMCAS, entre otros.	Por lo anterior representante de la administración municipal sugiere que la propuesta y/o los proyectos de compensación establecidos por la UVRP se engranen con las iniciativas que tiene la alcaldía en los predios que esta tiene destinados para esta actividad.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En las reuniones efectuadas con los representantes de la administración departamental y las administraciones municipales de Pamplona y Pamplonita, se destaca que sus intereses se orientan principalmente a temas de manejo ambiental concernientes con los sitios destinados para realizar las compensaciones del medio biótico y cómo podrían engranarse con los sitios propuestos por las corporaciones ambientales. Asimismo, se destacaron algunas observaciones asociadas con el inventario de los cuerpos de agua, la intervención sobre los acueductos y sus redes y en términos generales las medidas de manejo para mitigar el impacto del proyecto sobre los mismos.

En cuanto a las autoridades ambientales, los comentarios también se focalizaron principalmente en los aspectos que tienen que ver con las ZODME, la compensación del medio biótico, el recurso hídrico y el manejo que se le dará durante el proyecto, destacando los vertimientos, el manejo de residuos líquidos y alteración de los acueductos y formas de mitigación del impacto.

- Unidades territoriales menores y otros grupos de interés

En las reuniones de segundo momento con las comunidades de las unidades territoriales menores y otros grupos de interés, se tuvo en cuenta la división política de los municipios que reportaba el Instituto de Geográfico Agustín Codazzi-IGAC y la división contenida en los documentos de ordenamiento territorial de cada uno de los municipios (Pamplona y Pamplonita). Asimismo, se identificaron otros grupos de interés que pueden tener incidencia en el desarrollo del proyecto, en este caso, la Universidad de Pamplona, localizada en el área de intervención del proyecto y las veedurías ciudadanas conformadas en el municipio de Pamplona.

Las unidades territoriales menores que hace parte del área de influencia del proyecto son: barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja y las veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, El Naranjo y Ulagá Baja del municipio de Pamplona y la vereda La Hojancha del municipio de Pamplonita.

  - Convocatoria

El proceso de convocatoria para los encuentros con las comunidades y los demás grupos de interés se realizó de una manera similar al adelantado con autoridades debido a que contó con varias etapas.

La primera de estas se surtió al realizar contactos telefónicos o personales con los presidentes de las JAC, siendo estos los líderes comunitarios reconocidos y con capacidad de convocatoria.

En segunda medida, una vez acordado de manera previa el lugar y la fecha, se les entregó una carta de convocatoria (ver Tabla 5.30) en la que se informó el alcance de la reunión y se confirmó la fecha, hora y lugar de los encuentros y los datos de contacto de los lideres a invitar (ver Anexo_5.3_Social_B_Convoc).

Tabla 5.30 Relación de entrega cartas de invitación a Presidentes JAC y representantes de los demás grupos de interés

No.	Grupo de interés / Unidad territorial	Destinatario	Cargo	Fecha Radicado
1	Vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda Jaimes	Presidente JAC	28/07/2018
2	Vereda Sabaneta Baja	Jesús Armando Becerra		28/07/2018
3	Vereda Sabaneta Alta	Juan de Jesús Caicedo		28/07/2018
4	Vereda El Naranjo	Edinson Fernando Torres Cañas		28/07/2018
5	Vereda Alcaparral	Bernabé Anteliz Espinosa		28/07/2018
6	Vereda La Hojancha	José Eugenio Acevedo		28/07/2018
7	Barrio Simón Bolívar	Rosalía Mantilla		29/07/2018
8	Barrio San Luis	Carolina Delgado Leal		27/07/2018
9	Barrio El Buque	Jorge Herrera		28/07/2018
10	Universidad de Pamplona	Ivaldo Chávez Torres	Rector	30/07/2018
11	Veeduría ciudadana líderes por la transparencia y desarrollo de la ciudad de Pamplona	Carlos Julio Carvajal Gélvez	Representante Legal	31/07/2018
12	Veeduría ciudadana de la Autopista de cuarta generación Pamplona - Cúcuta	Víctor Manuel Sandoval Mendoza	Representante Legal	31/07/2018
13	Junta Administradora de Acueducto veredal -Vereda El Naranjo	Juan de la Cruz Cañas	Presidente Junta Administradora de Acueducto Veredal	28/07/2018
14	Junta Administradora de Acueducto veredal -Vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda		28/07/2018
15	Junta Administradora de Acueducto veredal -Vereda La Hojancha	Pedro Alejandro Cortes		01/08/2018
16	Juan XXIII	Wilson Mantilla	Presidente JAC	07/12/2018
17	Cristo Rey Parte Alta	María Fanny Duarte		07/12/2018
18	Cristo Rey Parte Baja	Marisol Villamizar		07/12/2018

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De manera simultánea la entrega de cartas de invitación a reunión, en las unidades territoriales menores se utilizaron diferentes estrategias (ver Anexo_5.3_Social_B_Convoc) para difundir la convocatoria a la reunión, que se basó en la entrega volantes y ubicación de carteleras, con el objetivo de informar a la mayor cantidad de habitantes por unidad territorial menor y motivar su asistencia. Ver Figura 5.6.

Figura 5.6 Afiche de convocatoria a reuniones de resultados del EIA.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La ubicación y cantidad de afiches, así como para el primer momento, obedeció al tamaño y la población de las unidades territoriales y de los puntos recurrentes, de encuentro o de tránsito frecuente por parte de los habitantes, tales como accesos veredales, sectores comerciales, escuelas o sitios de reunión, procurando lograr informar a la mayor cantidad de personas posibles.

En cuanto a los volantes, se manejó una estrategia similar a la de los afiches, procurando dejar una muestra representativa respecto a la cantidad de familias por unidad territorial, siendo el presidente de la JAC el encargado de su distribución al conocer las familias y su ubicación. Ver Fotografía 5.1, Fotografía 5.2 y Fotografía 5.3.

Fotografía 5.1 Afiche de invitación instalado en la vereda Sabaneta Baja

Fotografía 5.2 Afiche de invitación instalado en la vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Fotografía 5.3 Afiche de invitación instalado en el barrio Simón Bolívar

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Se estableció una programación de reuniones, producto de la labor de convocatoria realizada para las comunidades de las doce (12) unidades territoriales menores de la Unidad Funcional 1, las veedurías ciudadanas de Pamplona y la Universidad de Pamplona. Ver Tabla 5.31.

Tabla 5.31 Programación de reuniones de resultados del EIA con grupos de interés de la UF 1

No.	Fecha	Unidad Territorial/ Grupo de Interés	Lugar	Hora
1	03/08/2018	Barrio San Luis	Salón Familia Afanador	5:30 pm
2	04/08/2018	Vereda Sabaneta Alta	Vivienda Sr. Juan de Jesús Caicedo	2:00 pm
3	04/08/2018	Vereda Sabaneta Baja	Escuela de la vereda	2:00 pm
4	05/08/2018	Vereda Alcaparral	Escuela de la vereda	9:00 am
5	05/08/2018	Vereda La Hojancha	Vivienda Sr. José Raúl Gélvez	9:00 am
6	05/08/2018	Vereda El Naranjo	Escuela de la vereda	2:00 pm
7	05/08/2018	Barrio Simón Bolívar	Salón Comunal	5:30 pm
8	06/08/2018	Veedurías ciudadanas de Pamplona	Hotel Hontibón	4:00 pm
9	07/08/2018	Barrio El Buque	Frente al segundo portón de la Universidad	3:00 pm
10	07/08/2018	Vereda Ulagá Baja	Escuela de la vereda	4:00 pm
11	08/07/2018	Universidad de Pamplona	Oficina de Planeación	2:00 pm
12	13/12/2018	Juan XXIII Cristo Rey Parte Baja	Comedor infantil / Salón comunal	5:00 pm
13	14/12/2018	Cristo Rey Parte Alta	Antiguo Puesto de Salud/Salón comunal	5:00 pm

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se evidencia en la tabla anterior, se programaron trece (13) reuniones con los grupos de interés, por solicitud del presidente de JAC de la vereda Sabaneta Baja, se cambió la hora de inicio del encuentro para las 3:00 pm, dado que la comunidad se encontraba adelantando actividades comunitarias en su territorio, las demás reuniones se desarrollaron según la agenda establecida inicialmente.

- Desarrollo de reuniones

Para el desarrollo de las reuniones se contó con un espacio apto para la proyección de las diapositivas y el video corporativo, principales apoyos audiovisuales dentro del proceso de información y participación.

Tal como se realizó en las reuniones con autoridades, previo al inicio de la agenda se solicitó permiso a los asistentes para tomar los registros de la reunión: fotografías, acta y planillas de asistencia.

Las reuniones se desarrollaron de acuerdo con el siguiente temario:

i. Objetivos de la reunión: Presentar los resultados del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF-1 Variante Pamplona" y retroalimentar los resultados del Estudio de Impacto Ambiental con las opiniones de los asistentes

ii. Presentación de los asistentes: Cada asistente expuso su nombre, cargo y dependencia. Posteriormente, se efectuó la presentación del personal del Concesionario que acompañó el espacio y finalmente el personal del consorcio consultor del Estudio de Impacto Ambiental.

iii. Beneficios del proyecto: Se expone cada uno de los beneficios que representa el proyecto para los municipios y la región, tales como: Competitividad y desarrollo para la región en términos económicos y de conectividad, mejoras en movilidad, ahorro de tiempo de viaje, seguridad vial y generación de empleo.

iv. Características del proyecto: Con apoyo de un video corporativo y la presentación, se mostraron los aspectos técnicos de las obras a realizar, así como las unidades territoriales por las que transcurre todo el proyecto. Asimismo, se presentó el cronograma para cada una de las etapas técnicas y el tiempo previsto en el contrato de Concesión.

v. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental: Se presentó el proceso de licenciamiento desde el momento de la definición de las alternativas hasta el punto actual de licenciamiento. Posteriormente se mostraron todas las Unidades Funcionales (UF) que componen el proyecto, haciendo énfasis en la UF 1. En lo referente a los resultados del EIA se presentaron los siguientes temas:

   a) Área de Influencia: Orientado a describir las unidades territoriales mayores y menores en las que se proyecta el desarrollo de la Variante Pamplona, UF1.
   b) Línea Base: Se expone los contenidos que comprendieron cada uno de los tres medios estudiados (Abiótico, Biótico y Socioeconómico).
   c) Resultados evaluación de impactos y medidas de manejo: Se presenta los impactos identificados por cada una de las actividades a realizar y las medidas de manejo propuestas para cada uno de estos.
   d) Plan de Gestión del Riesgo.
   e) Demanda de recursos.
   f) Inversión del 1% - Compensación componente biótico.

vi. Preguntas y comentarios: Destinado a la atención y respuesta de las preguntas e inquietudes de los asistentes a las reuniones.

vii. Lectura del acta y aprobación de esta por parte de los representantes de las dependencias que asistieron a la reunión.

- Inquietudes y conclusiones

En las reuniones con las comunidades de las unidades territoriales menores que conforman el área de influencia y los encuentros sostenidos con las veedurías de Pamplona y la Universidad de Pamplona se destinó en la parte final, un espacio para las preguntas por parte de los asistentes, los cuales se presentan en la Tabla 5.32 a la Tabla 5-54.

Tabla 5.32 Reunión barrio San Luis

Barrio San Luis	
Lugar: Salón Familia Afanador	
Fecha: 03/08/2018	
Hora: 6:00 pm a 9:30 pm	
Total asistentes: 31	
Asistentes: • Carolina Delgado Leal- Presidente JAC- Barrio San Luis • Luis Gélvez- vicepresidente JAC-Barrio San Luis • José Álvaro Gélvez- delegado de deportes- barrio San Luis • María Rojas- Tesorera JAC- Barrio San Luis • Marcela Satizabal-Profesional Social-UVRP • Maria Daniela Moreno- Profesional Social - Consorcio Aecom-Concol • Andrés Cortes - Profesional Ambiental -Consorcio Aecom-Concol • Maria Carolina Rojas- Profesional Ambiental – Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
El Presidente de JAC pregunta sobre las personas que quieran ser contratadas después de presentar las hojas de vida y la inscripción ¿Qué debe hacer después?	La profesional social de la UVRP responde que debe esperar que se abran las convocatorias y las personas que se inscribieron en la base de datos sean llamadas.
Un representante de la comunidad pregunta si en la reunión esta presenta la profesional de atención al usuario del proyecto y, de igual manera, presenta tres preguntas puntuales: Dónde se encuentra la oficina de atención al usuario, la afectación por emisión de gases a los hogares y la tercera, relacionada con los animales atropellados.	Se informa que en el proyecto se utilizan cargas explosivas mínimas y el equipo de HSEQ de la empresa garantiza la seguridad en esos procesos. La empresa levanta actas de vecindad para cerciorarse del estado de las propiedades antes y después del proyecto. Respecto al tránsito de animales se informa por parte del profesional ambiental del Consorcio Aecom-Concol que se debe diferenciar entre la fauna doméstica y la silvestre, que en esta zona no es muy presente, la señalización tiene que ver también con la educación a conductores, actualmente se ha desarrollado una aplicación para identificar estas especies. El Geólogo de la UVRP informa que frente a la emisión de gases se determinan las condiciones actuales, es decir, anteriores a la construcción y se espera que estas condiciones mejoren.
La comunidad pregunta por donde va a el túnel y porque no pasa por el Zulia.	El Profesional de geología de la UVRP informa que el objetivo del proyecto es conectar a Pamplona con Cúcuta, razón por la cual no toca a Zulia.
El Sr. Carlos Rodríguez pregunta sobre los humedales	El profesional Ambiental del Consorcio Aecom-

Barrio San Luis	
ya que no los vio reflejados en la presentación y el impacto de la fragmentación de rocas sobre los humedales.	Concol informa que si están referenciados. De acuerdo con lo estipulado en los términos de referencia, se debe presentar información detallada sobre los niveles freáticos, sobre el suelo; todos los puntos de agua inventariados debes ser monitoreados de tal forma que, si se identifican casos de disminución del caudal, se tomen medidas de contingencia para enfrentar esas situaciones. Aclara que la interventoría y la ANLA están muy pendientes de ese tema. Se orienta al señor Carlos Rodríguez para que solicite a través de la oficina de atención al usuario de la UVRP la visita a su predio para verificar los puntos de captación hídrica.
El Sr. Carlos Rodríguez solicita que se dé prioridad al acceso a la comunidad con las vías que usa el proyecto.	La Profesional Social de la UVRP informa que las políticas generales de la ANI determinan que las vías se mantendrán en servicio durante la ejecución del proyecto.
La Presidente de JAC del barrio pregunta si el proyecto trae como propuestas de mejoramiento de parques o nacimientos.	La Profesional Social de la UVRP informa que el proyecto procura que estas áreas no se intervengan por el proyecto.
La comunidad pregunta si actualmente el proyecto se encuentra en etapa de estudios.	El Geólogo de la UVRP informa que para la unidad funcional 2 ya se presentó el estudio de impacto ambiental, en la Unidad funcional 1 se están presentando los resultados a los grupos de interés, se espera consolidar la información y radicar el estudio a la ANLA a mediados del mes de agosto. Se tiene previsto iniciar obras durante el primer trimestre del año 2019.
La comunidad pregunta si existen oficinas de atención al usuario en Pamplona, o solamente en Cúcuta.	La Profesional Social de la UVRP informa que se tiene prevista una oficina satélite para este sector, pero la comunidad puede hacer esas solicitudes. Existen otros medios como el correo de atención al usuario entre otros medios de comunicación para las solicitudes.
La Presidente de JAC sugiere que las actas de vecindad se elaboren de forma concertada con los propietarios.	La Profesional Social de la UVRP informa que las actas de vecindad son documentos técnicos y se procede a explicar las características y dinámica del levantamiento de las actas.
La comunidad pregunta sobre la caracterización de la población.	La Profesional Social de la UVRP aclara que en este momento ya existe esa información, pero si desean la comunidad la puede solicitar.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.33 Reunión vereda Sabaneta Alta

Vereda Sabaneta Alta	
Lugar: Vivienda Sr. Juan de Jesús Caicedo	
Fecha: 04/08/2018	
Hora: 3:00 pm a 6:00 pm	
Total asistentes: 18	

Vereda Sabaneta Alta	
Asistentes: • Anadiela Jaimes Parada- Habitante – vereda Sabaneta Alta • Jesús Jaimes Jaimes- Habitante – vereda Sabaneta Alta • Flor Albarracín-delegada - vereda Sabaneta Alta • Jackeline Caicedo- Conciliadora JAC- vereda Sabaneta Alta • Leidy Alfonso Rueda – Profesional Social – UVRP • Duberney García- Biólogo – UVRP • Vilma Vélez – Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Andrés Cortés – Profesional Ambiental- Consorcio Aecom-Concol • Carolina Rojas- Profesional Ambiental- Consorcio Aecom -Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Un representante de la vereda pregunta si ya se pidieron los permisos para disponer los residuos de material sobrante de excavación en los predios.	El profesional técnico informa que se han realizado algunos acercamientos a propietarios de los predios donde se ubicarán las Zodme, pero no a todos y añade que para realizar esta actividad se hace necesaria la autorización de la ANLA.
Un representante de la vereda sugiere que durante el desarrollo del proyecto se conserven los accesos y caminos de herradura utilizados por los habitantes de la Sabaneta Alta. Adicionalmente, comenta una situación que sucedió en otro proyecto vial existente en la zona donde le causaron una afectación a la comunidad y solicita que esto no vuelva a suceder.	El profesional ambiental expresa que cualquier inquietud o queja respecto al tema u otro diferente puede ser reportado a la UVRP a través de cualquiera de sus mecanismos de atención al usuario.
Un representante de la comunidad pregunta quienes van a ser los veedores del proyecto.	Un representante de la UVRP informa que efectivamente existen veedurías ciudadanas, comités de participación ciudadana y comunitaria y comunidad en general, cuyas sensibilizaciones para hacer parte del proyecto se generarán posteriormente. Asimismo, se explica que el proyecto se encuentra supervisado por la ANI y la Interventoría del proyecto.
Se informa a los asistentes que la UVRP enviará una copia del diseño del proyecto a todos los Secretarios de Planeación de los municipios interceptados por el proyecto, para que sean incluidos en los planes de ordenamiento territorial.	El representante de la UVRP reitera que la ANI y la UVRP no tienen convenio con entidades administrativas o políticas. (No tiene convenio con estas organizaciones).

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.34 Reunión vereda Sabaneta Baja

Vereda Sabaneta Baja	
Lugar: Escuela de la vereda	
Fecha: 04/08/2018	
Hora: 3:00 pm a 6:10 pm	
Total asistentes: 36	

Vereda Sabaneta Baja	
Asistentes: • María Oliva Caicedo- Comité Conciliador- vereda Sabaneta Baja • Elaida Jaurén- vicepresidente JAC- vereda Sabaneta Baja • Jesús Armando Becerra- Presidente JAC- vereda Sabaneta Baja • Suli Liliana Becerra- Secretaria JAC- vereda Sabaneta Baja • Liliana Castillo- Profesional Social -AFA interventoría • Valeria Ramírez- Profesional Ambiental – AFA interventoría • Daniela Moreno- Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol • Diana Rodríguez - Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
La vicepresidenta de JAC menciona que la Zodme que se estima ubicar en la vereda puede generar una avalancha.	El profesional ambiental del Consorcio Aecom-Concol informa que existen medidas de manejo para las Zodmes, asimismo se hacen estudios de compatibilidad que garantizan la seguridad de la zona.
La vicepresidenta de JAC menciona que la vía está en placa huella, esta se puede afectar por el paso de maquinaria y equipos del proyecto.	El profesional ambiental informa que el Concesionario debe entregar la vía en iguales o mejores condiciones que las existentes, de igual manera tiene entes de regulación y control. Aclara que el Concesionario estará presente en el territorio durante aproximadamente 20 años, eso es una garantía para la comunidad.
El Presidente de JAC pregunta por las casas que están aledañas a la vía, puesto que se pueden ver afectadas por el paso de maquinaria y equipos.	Se informa que en las medidas de manejo se contemplan varias actividades a fin de prevenir los impactos a las viviendas.
La comunidad pregunta sobre las acciones de mitigación o prevención por la posible afectación a los pasos de agua y nacientes.	El profesional ambiental informa que para las fuentes hídricas se prevén unas obras para que el agua pueda tener continuidad y no pierda su curso.
Un habitante de la comunidad pregunta porque ya se tiene definida la ZODME para la licencia si las personas no están informadas y no se ha llegado a ningún acuerdo en esta zona.	Se informa que la compra de predios no se puede adelantar antes de obtener la licencia ambiental, puesto que se generarían expectativas y se está sujeto a la decisión de la Autoridad Ambiental. El Profesional de la UVRP informa que ya se desarrolló la fase de campo, pero se espera entregar a la ANLA. Se aclara que el POMCA es fundamental para la selección de la zona del Zodme y se garantiza que la zona se entrega en mejor o igual estado, revegetalizada y en el momento de la medición topográfica se adelanta el primer acercamiento con los propietarios.
A la comunidad le preocupa que sean 24 hectáreas del ZODME y no sabe la ubicación, pregunta cuando va a iniciar el proyecto y cuánto va a ser el dinero que se la va a pagar a los propietarios de los terrenos	El Profesional Ambiental de la UVRP informa que siempre se buscan medidas de control y prevención, se plantea una visita al área donde se localizará la ZODME. Se establece como compromiso realizar

Vereda Sabaneta Baja	
donde se ubicará el ZODME. Un integrante de la comunidad desea hacer una visita hasta el lugar donde se ubicará la ZODME.	una visita con los profesionales técnicos y la comunidad a la zona de la ZODME.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.35 Reunión vereda Alcaparral

Vereda Alcaparral	
Lugar: Escuela de la vereda	
Fecha: 05/08/2018	
Hora: 9:30 am a 12:40 pm	
Total asistentes: 35	
Asistentes: • David Anteliz -habitante – vereda Alcaparral • Javier Leonardo Anteliz- -habitante – vereda Alcaparral • Bernabé Anteliz -Presidente JAC- vereda Alcaparral • Álvaro Barrera- Habitante- vereda Alcaparral • Marcela Satizabal Niño- Profesional Social- UVRP • Edna Penagos - Profesional Ambiental- UVRP • Vilma Vélez – Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Andrés Córtes- Profesional Ambiental- Consorcio Aecom-Concol • Maria Carolina Rojas – Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Un representante de la comunidad pregunta si se realizarán cortes de agua.	El representante de la UVRP informa que sí, debido a las actividades del proyecto se pueden generar cortes de manera prolongada. La empresa ejecutará alguna estrategia para suministrar nuevamente el recurso como por ejemplo a través de carrotanques. Añade que la UVRP tendrá en cuenta si la afectación al suministro de agua se realiza sobre captaciones licenciadas o no, de acuerdo con esto se determinará la forma en que se mitigará o proporcionará nuevamente el suministro.
Durante la reunión se da claridad a la comunidad sobre el diseño del proyecto por medio del video institucional (específicamente del túnel).	
La comunidad pregunta si se tiene contemplado el impacto generado a los cuerpos de agua.	Los expositores explican que se tienen planteadas unas medidas de manejo relacionadas con los cuerpos hídricos, adicionalmente se explica que existen autoridades ambientales de ese tipo y a donde pueden acudir en caso de que la comunidad necesite revisar alguna irregularidad
Un representante de la comunidad solicita que cuando el personal del proyecto se dirija a la zona soliciten previamente permiso para ingresar a los predios a través de sus propietarios.	Una de las profesionales de la UVRP proporciona los datos de contacto 3102910253-3502806824.
Un representante de la comunidad explica que en la vereda existe placa huella construida con esfuerzo y gracias a la gestión de la comunidad y por tanto expresan que les preocupa que estas sean	Un representante de la UVRP informa que antes de iniciar las obras se levantarán las actas de vecindad sobre la infraestructura aledaña y las vías de manera que se pueda establecer su estado y dejarlos en las

Vereda Alcaparral	
deterioradas por el paso del proyecto.	mismas condiciones en que se encontraba antes del proyecto.
Algunos propietarios solicitan que sus predios sean visitados para hacer algunas verificaciones asociadas a los cuerpos hídricos.	Se acuerda que se revisará el tema en otro espacio previamente programado con la UVRP.
La comunidad pregunta sobre el peaje que se va a construir en la UF 2.	La UVRP informa que la ubicación fue establecida por la ANI con el propósito de financiar los gastos de construcción de la obra. Añade que también se está analizando la posibilidad de amortiguar el tema del peaje para algunas comunidades estableciendo retornos entre otros. Respecto al costo del peaje, este aún no se ha establecido.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.36 Reunión vereda La Hojancha

Vereda La Hojancha	
Lugar: Vivienda Sr. José Raúl Gélvez	
Fecha: 05/08/2018	
Hora: 9:15 am a 11:00 am	
Total asistentes: 31	
Asistentes: • José Eugenio Acevedo – Presidente JAC-vereda La Hojancha • Oscar García- Personero Municipal- Municipio Pamplona • Emilse Lorena Vera-Delegada- vereda La Hojancha • Pedro A. Córtes- Presidente Junta Administradora Acueducto veredal- vereda La Hojancha • Nidia Liliana Tovar- Profesional Social- UVRP • Daniela Moreno- Profesional Social -Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol • Diana Rodriguez- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
La comunidad pregunta por el material particulado que puede afectar las viviendas.	El profesional de la UVRP informa que se plantean medidas como el riego de vías, cercas vivas, entre otras.
La comunidad pregunta porque en ocasiones no hay atención al ciudadano en los canales que se mencionan.	La profesional social de la UVRP informa que no todos los mecanismos de atención al usuario están activos en este momento, se plantean unos canales para la etapa de construcción, pero estos todavía no han sido aprobados formalmente. Adicionalmente, si la persona requiere puede solicitar información ya que personas inescrupulosas intentan sacar provecho del proyecto. Se aclara que únicamente los propietarios pueden dar a conocer la información catastral de sus predios a los funcionarios del proyecto, quienes deberán ir debidamente identificados. Se informa que la oficina móvil estará presente en la vereda los días 6, 8, 9, 10, y 11 de agosto.

Vereda La Hojancha	
Un habitante de la vereda pregunta si los planes de compensación tienen seguimiento.	Se informa que siempre se hace una entrega a la Corporación, lo cual hace un seguimiento.
Un habitante de la vereda pregunta si se tiene acceso a los resultados del estudio ambiental.	Se informa que los resultados del estudio se deben solicitar por escrito.
El Personero Municipal explica el alcance de la reunión y la disposición de la ZODME y aprovecha para invitar a la comunidad a acercarse a la Personería, para gestionar las solicitudes al proyecto.	
Se aclara que la vereda La Hojancha pertenece a las unidades funcionales 1 y 2.	
La comunidad manifiesta preocupación por el estado de las vías y como quedarán después del proyecto	Se aclara la ubicación de la vía a utilizar, posteriormente, con la licencia ambiental se tendrá claridad de las vías definitivas a ser utilizadas por el proyecto. Se deberá hacer una intervención para el mejoramiento de la vía, actividad que realizará directamente la empresa y esta se compromete a dejarla en iguales o mejores condiciones que las iniciales.
La comunidad manifiesta la importancia de contar una copia del acta e informa que no se tiene claridad frente a las intervenciones a los predios.	La profesional social de la UVRP informa que se realizan acercamientos y acompañamientos de diferentes áreas para los cambios o relocalización de las personas. Se informa que al finalizar la reunión se dejará copia del acta al Presidente de JAC.
La comunidad pregunta sobre los retornos y el diseño de la vía.	Se informa que estos responden a un estudio técnico donde se buscan las mayores conexiones con los caminos y acceso veredales.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.37 Reunión vereda El Naranjo

Vereda El Naranjo	
Lugar: Escuela de la vereda	
Fecha: 05/08/2018	
Hora: 2:30 p.m. a 4:45 p.m.	
Total asistentes: 46	
Asistentes: • Víctor Manuel Rivera- Habitante- Vereda El Naranjo • Martha Cecilia Duarte- Tesorera- Vereda El Naranjo • Carlos García- Habitante- Vereda El Naranjo • Edinson Fernando Torres- Presidente JAC- Vereda El Naranjo • Lucy Cañas- Delegada JAC- Vereda El Naranjo • Rodolfo Delgado- Habitante- vereda El Naranjo • Nidia Liliana Tovar- Profesional Social- UVRP. • Vilma Vélez – Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Andrés Córtes- Profesional Ambiental- Consorcio Aecom-Concol • Maria Carolina Rojas – Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Respecto a la fecha de inicio de obra de la unidad funcional 1 se aclara que está aún no se ha establecido, porque no se ha radicado el documento ante la ANLA para solicitar la licencia. No obstante, por ahora se	

Vereda El Naranjo
iniciarán las obras de rehabilitación de la unidad funcional 6.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.38 Reunión barrio Simón Bolívar

Barrio Simón Bolívar	
Lugar: Salón Comunal	
Fecha: 05/08/2018	
Hora: 5:30 pm a 7:20 p.m.	
Total asistentes: 128	
Asistentes: • Rosaliana Mantilla- Presidente JAC- Barrio Simón Bolívar • Alfonso García- Habitante- Barrio Simón Bolívar • Luis Francisco Andrade- Delegado suplente- Barrio Simón Bolívar • Víctor Adolfo Grisales- Vicepresidente JAC- Barrio Simón Bolívar • Gustavo Buitrago- Especialista- UVRP • Marcela Satizabal- Profesional Social – UVRP • Daniela Moreno- Profesional Social -Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol • Diana Rodriguez- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
La comunidad pregunta cuál es la afectación específica al barrio.	La Profesional Social de la UVRP informa que el uso de la vía, por tal razón se levantarán actas de vecindad para verificar el estado actual de las viviendas antes de la intervención del proyecto.
La comunidad menciona que el barrio está conformado por 12 sectores y 2 veredas. Pregunta por la vinculación de mano de obra para el proyecto.	La profesional Social de la UVRP informa que para la vinculación laboral al proyecto se deben inscribir y de acuerdo con las vacantes se empiezan a llamar a los postulados para la contratación. Se explica a la comunidad que no sólo se contratará mano de obra no calificada, también se tendrá en cuenta la mano de obra calificada, se explica el proceso de contratación dependiendo la edad debido a la exigencia física que este tipo de trabajos requiere. Con respecto a la división territorial que menciona la comunidad, se aclara que la cartografía oficial de Pamplona muestra que esta zona se encuentra dividida por barrios, uno de estos es Simón Bolívar.
A la comunidad le preocupa el estado de las vías y les gustaría acompañar ese proceso de verificación con la Alcaldía.	La profesional Social de la UVRP informa que existen en el proyecto unas veedurías ya conformadas, las cuales realizan seguimiento al proyecto. Invita a los asistentes a hacer parte de estas o a conformar otras veedurías.
Un representante de la comunidad pregunta si el Concesionario es el mismo de la vía Pamplona - Bucaramanga.	La profesional Social de la UVRP informa que es una Concesión diferente.
La comunidad pregunta si se contratarán mujeres para el proyecto y las capacitaciones que ofrecerá la empresa.	La profesional Social de la UVRP informa que si se contratarán mujeres y se tendrá en cuenta la experiencia de las personas y se generarán capacitaciones durante todo el proyecto.

Barrio Simón Bolívar	
Un representante de la comunidad pregunta si las capaciones deberán ser tomadas en el SENA o en otra entidad.	La profesional Social de la UVRP manifiesta que personas con doble nacionalidad si pueden ser contratados. Se explica que las hojas de vida pueden ser enviadas por correo o llevarlas en medio físico a las oficinas de atención al usuario, se deben postular previamente en la página del SENA. Con respecto a las capacitaciones, se aclara que dentro de estas se encuentra el manejo de carga pesada, capacitación que adelanta directamente el SENA.
La comunidad cuestiona sobre el tráfico y los trancones que se pueden generar en la vía por el paso de vehículos pesados durante la construcción del proyecto.	La profesional Social de la UVRP manifiesta que, si se pueden generar trancones en la vía, pero se contará con controladores de tráfico para mitigar esta situación.
La comunidad solicita que la empresa colabore con el proyecto de adecuación de la vía que está gestionando la comunidad. Informan que se tiene un proyecto de vía alterna como propuesta de solución al manejo de tráfico, mencionan que ya tienen el levantamiento topográfico y adicionalmente manifiestan su interés por darla a conocer al Concesionario. Mencionan que es importante que se tenga en cuenta a las personas para acceder a los trabajos que plantea el proyecto.	
Un asistente pregunta cuando inician las obras.	Se informa que en este momento se están presentando los resultados del estudio de impacto ambiental para radicar ante la ANLA, una vez se emita concepto por parte de la entidad. Se aclara que el proyecto ya inicio obras en la UF 6
Un asistente manifiesta que existen varias personas con experiencia como albañiles sin certificación.	Se informa que es necesaria la certificación; como sugerencia, se informa que varias personas se pueden organizar y solicitar el curso ante el SENA.
Un habitante del barrio pregunta qué pueden hacer las personas que les queda difícil llegar a la oficina de atención al usuario de Los Acacios.	La Profesional Social de la UVRP informa que se pueden comunicar a través del correo electrónico o acercarse a la oficina móvil.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.39 Reunión con veedurías ciudadanas de Pamplona

Veedurías ciudadanas de Pamplona	
Lugar: Hotel Hontibón	
Fecha: 06/08/2018	
Hora: 4:15 pm a 6:35 p.m.	
Total asistentes: 21	
Asistentes: • Víctor Manuel Sandoval- Representante Legal - Veeduría ciudadana de la Autopista de Cuarta Generación Pamplona – Cúcuta • Álvaro Montenegro- Veedor • Francisco Rubiel Capacho Moreno- Veeduría ciudadana de la Autopista de Cuarta Generación Pamplona – Cúcuta • Belén Contreras Eslava- Veeduría ciudadana de la Autopista de Cuarta Generación Pamplona – Cúcuta • Celina Toscano Cruz- Veeduría ciudadana de la Autopista de Cuarta Generación Pamplona – Cúcuta • Juan Ortega- Veeduría ciudadana de la Autopista de Cuarta Generación Pamplona – Cúcuta • Cesar GARCÍA- Veeduría ciudadana	

Veedurías ciudadanas de Pamplona	
• Marlyn Elinan Santander- Profesional Social - UVRP • Edna Julieth Penagos- Profesional Ambiental – UVRP • Daniela Moreno- Profesional Social -Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol • Diana Rodriguez- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Un representante de las veedurías pregunta en qué fase se encuentra la licencia ambiental, de acuerdo con los términos de referencia.	El profesional Ambiental de Aecom-Concol informa que ya se presentó ante la ANLA el estudio de impacto ambiental de la unidad funcional 2 y se efectuó visita por parte de esta Autoridad; actualmente estamos cumpliendo con los términos de referencia para presentar el estudio de la unidad funcional 1.
Un representante de la veeduría pregunta si como veeduría pueden tener acceso al documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, quisiera conocer las razones de la elección de la alternativa.	El profesional Ambiental de Aecom-Concol informa que estos documentos son de libre consulta en la ANLA, adicionalmente la página tiene una gaceta y allí se puede consultar todos los proyectos que se han presentado en todo el país, también cuenta con un chat en caso de no encontrarse la información en la gaceta.
El Sr Franklyn Camacho y otros miembros de las veedurías manifiestan su preocupación frente a los barrios Cristo Rey, Juan XXIII, Brisas de Pamplonita y Sagrada Familia, ya que según la percepción de los miembros de las veedurías estos barrios podrían verse afectados en la construcción del Túnel y no figuran dentro de las unidades territoriales menores presentadas. El Sr Franklyn menciona que por encima de la finca El Monroy hay un nacimiento de agua, ese acueducto debe tener alrededor de 100 usuarios, también hay una urbanización y detrás queda otro nacimiento que surte al barrio Juan XXIII que cuenta con 100 usuarios. Las veedurías quieren hacer constar que, si ocurre algún daño que se reintegre el dinero a las comunidades que han elaborado esos acueductos, ya que los aportes han sido enteramente de iniciativa de la comunidad y no ha habido aportes de otras instituciones. Les preocupa a los miembros de la veeduría que ya que estos acueductos no tienen registros oficiales no se pueda posteriormente acudir a Corponor.	La Profesional de la UVRP responde que los acueductos comunales, a pesar de no estar registrados oficialmente si se encuentran caracterizados y no se desconoce la existencia de los mismos, ya que en el levantamiento de información primaria, la comunidad misma identifica a través de las fichas de caracterización rural y/o barrial y de la cartografía social, la existencia y ubicación de estos puntos, por esto dentro del estudio están identificados y enfatiza que la responsabilidad de la empresa frente a estas infraestructuras es que queden en igual o mejor estado en los que se encontraron. Se tienen identificados cada uno de los puntos de nacimientos de agua y están planteados en los planes de manejo cada uno de estos puntos.
Menciona un representante de la veeduría que es importante que quede registrado el tema de los acueductos informales, porque les preocupa el tema del agua.	Se informa que estos puntos han sido censados en cuanto a usos y usuarios.
Un integrante de la veeduría pregunta cuales son los tiempos estimados para que se otorguen las licencias de las unidades funcionales 1 y 2.	El profesional Ambiental de Aecom-Concol responde que en la unidad funcional 1, estamos en entrega de información adicional posteriormente se evalúa y se estiman unos 3 meses, para la unidad funcional 1 se estiman 5 meses.
Un miembro de la veeduría pregunta si existe alguna	Dentro de las medidas de manejo están

Veedurías ciudadanas de Pamplona	
póliza de garantía o una póliza que a futuro pueda blindar la afectación de viviendas que estén alejadas del proyecto.	contemplados los riesgos y también el plan de gestión del riesgo para evitar la ocurrencia de estos sucesos. Constantemente va a haber una oficina satélite y una oficina fija donde las personas pueden acercarse en caso de que ocurra alguno de los escenarios mencionados. Se levantan para esto, unas actas con registros fílmicos y fotográficos antes del inicio de las obras del proyecto para que posteriormente se pueda verificar y establecer la responsabilidad frente al daño y en caso de que esto ocurra la empresa tomara las medidas de compensación pertinentes.
Un integrante de la veeduría pregunta frente a las aguas subterráneas y su posible afectación en la excavación del túnel.	Las profesionales de la UVRP y Aecom-Concol informan que se realizan perforaciones donde se mide el nivel freático y a partir de un programa, se puede analizar el comportamiento del agua, en la medida que se realizan las excavaciones, adicionalmente, se hacen revestimientos. Asimismo, durante la construcción se tendrán identificados unos puntos de monitoreo, los cuales se medirán periódicamente para asegurarse de los riesgos que se puedan generar. Igualmente se menciona que todo está sujeto a la verificación de la ANLA quienes revisan la información aportada al estudio y adelantan los comentarios que estimen pertinentes frente a esta situación.
Un asistente pregunta que pasa con los acueductos y otros servicios públicos.	La profesional de la UVRP informa que el proyecto debe restituir las redes y garantizar que la comunidad siempre tenga acceso al servicio.
Un miembro de la comunidad menciona que en la parte alta del barrio Juan XXIII hay una falla geológica para que se tenga en cuenta en el estudio. Se informa que actualmente existe un plan maestro de alcantarillado, que pasa con ese proyecto. Asimismo, mencionan que ese es un elefante blanco y que no habría afectación por parte del proyecto, también manifiestan que esta sobre la vía.	El profesional Ambiental de Aecom-Concol responde que antes de la construcción se realizará el registro del estado actual de las redes.
Un asistente pregunta que ocurre con los escombros que salen de las obras del proyecto.	Se informa que estas corresponden a Zonas de disposición de materiales de excavación, en total 8.
Un asistente pregunta cuanto ha costado hacer el estudio.	Se informa que se han invertido más de 3.000 millones, pero no se tiene el dato exacto, también se está tramitando una negociación con la ANI por compensación y no se tiene un presupuesto de ejecución.
Un asistente pregunta por qué no se han aportado los documentos del proyecto.	El profesional Ambiental de Aecom-Concol responde que en el momento no hay un documento oficial de ninguna unidad funcional porque aún se encuentra siendo objeto de estudio de la autoridad la unidad funcional 2, los demás están en elaboración. Una vez se emita la licencia ambiental para cada EIA estarán disponibles para el público en general.
La comunidad solicita se coordine una reunión con los barrios Mirador de Cristo Rey, Juan XXIII que tienen acueducto barrial y los barrios Cristo Rey parte baja, Villa Cristina, Brisas de Pamplonita y Sagrada Familia, donde se socialice el tema del túnel.	

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.40 Reunión barrio El Buque

Barrio El Buque	
Lugar: Predio Sra. Irma Suárez	
Fecha: 07/08/2018	
Hora: 3:38 pm a 5:40 pm	
Total asistentes: 34	
Asistentes: • Gustavo Buitrago-Ingeniero Especialista-UVRP • Marcela Satizabal Niño-Profesional Social-UVRP • Eduardo Jam-Habitante- barrio El Buque • Fabio Orlando Parada Bustos-Habitante-Barrio El Buque • José Gamboa- Ingeniero Ambiental-Barrio El Buque • Michael Marcada-Ingeniero Industrial-Barrio El Buque • Jorge Herrera- Presidente JAC- Barrio El Buque	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
El Presidente de JAC pregunta cómo será el proceso de contratación de mano de obra en el barrio. También pregunta sobre la prioridad a los negocios del área de influencia.	Se informa que el proyecto les da prioridad a las personas de los barrios como El Buque y Simón Bolívar, para las obras cercanas se contratará tanto mano de obra calificada como no calificada. Con respecto a los negocios, se informa que se dará prioridad a los negocios de alimentación, hospedaje y transporte, deberán inscribirse en la base de datos del proyecto bien sea en la oficina de Guayabales o valerse de los medios electrónicos.
La comunidad pregunta si existirán vacantes para vigilantes.	Se informa que se vinculará personal para la seguridad de la obra, se aclara que es necesario contar con experiencia para este cargo.
El Presidente de JAC pregunta sobre el impacto que se puede generar en la laguna de Borrero y los nacimientos de agua que hay cercanos al barrio.	Se informa que la laguna está a 1.100 m del área de intervención del proyecto. Se aclara que los puntos de agua identificados, que pueden llegar a ser afectados cuentan con medidas de manejo específicas como protección con cercamientos, zanjas o traslado del punto de afloramiento. Los nacimientos o fuentes corresponden a flujos subsuperficiales de la ladera y no a mejoras productivas en el área. Esas aguas se pueden contener con el revestimiento que se plantea para el túnel.
La comunidad pregunta sobre los resquebrajamientos y el agua.	Se informa que la medida de manejo que se tiene para todos los puntos es que se recoge el agua y la contiene, pasa por debajo de la estructura y al otro lado queda disponible en un tanque, se traslada el sitio de afloramiento, no se perdería el agua.
Que compensaciones se hacen cuando se vuelven infiltrables los acuíferos en las fincas, por ejemplo, en las sequias.	Las medidas de compensación están planteadas como contingencias, no se espera que haya una afectación permanente de escases de agua. Actualmente las veredas del área de influencia del proyecto muestran que hay pérdidas de agua en los mecanismos de abastecimiento actuales.
La comunidad pregunta sobre la tubería que lleva el agua a Cristo Rey y si hay alguna afectación.	Los profesionales de la UVRP informan que no hay afectación en el barrio, se aclara que en el territorio también se encuentra la Concesión Bucaramanga-

Barrio El Buque	
	Pamplona.
La comunidad pregunta sobre la estabilidad del talud.	Los profesionales de la UVRP informan que se hace un ejercicio ya que gran parte del proyecto tiene esa geografía, existe4n más de 300 puntos críticos, pero se tienen medidas sobre el talud como muros de contención o revestimiento.
La UVRP informa a la comunidad que cualquier intervención a nivel de contingencia debe ser autorizado por la Interventoría, Corponor y la ANLA	
El profesional Social de la UVRP explica que se pueden hacer las inscripciones para la vinculación laboral en las oficinas de los Acacios o Guayabales, o a través de la página web, pero se aclara que estas vacantes salen a través de la agencia pública de empleo del SENA, lo mismo ocurre en la prestación de servicios o maquinaria, deben acercarse con la documentación, la comunidad tiene prioridad, pero se tienen en cuenta exámenes, experiencia y capacitaciones. A través de los Presidentes de JAC se identifican las personas de las unidades territoriales del proyecto.	
La comunidad manifiesta preocupación frente a la prueba de polígrafo que se exige para el ingreso.	Se informa que son requisitos y políticas de contratación de la empresa los cuales deben ser cumplidos. También se explica que se cumplirá con unos porcentajes de contratación de la unidad funcional del proyecto, en todo el proyecto el porcentaje de contratación deberá ser mínimo del 60%.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.41 Reunión vereda Ulagá Baja

Vereda Ulagá Baja	
Lugar: Escuela de la vereda	
Fecha: 07/08/2018	
Hora: 4:00 pm a 7:00 pm	
Total asistentes: 27	
Asistentes: • Cynthia González-Profesional Social- UVRP • Hamilton Morales-Investigador-Vereda Ulagá Baja • José Ramón Miranda- Presidente JAC-vereda Ulagá Baja • Ramiro Ferreira-Odontólogo-vereda Ulagá Baja • Yuri Andrea Niño-Habitante-vereda Ulagá Baja • Cristian Sequeda-Arquitecto-Vereda Ulagá Baja • Jesús Porras- Coordinador Ambiental - UVRP • Vilma Vélez- Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Andrés Cortes – profesional Ambiental-Consorcio Aecom-Concol • Carolina Rojas- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**

Vereda Ulagá Baja	
Un representante de la vereda pregunta si se realizó algún monitoreo de aire en la zona urbana de Pamplona o en cercanías a esta.	La Profesional ambiental del Consorcio Aecom-Concol informa que no se realizó propiamente en dicha zona y añade que los sitios de monitoreo de aire se establecen de acuerdo con los protocolos establecidos por el laboratorio que realizó el monitoreo y que en parte tiene que ver con el hecho de que en esas áreas no existe información secundaria sobre el tema, como si existe en la zona urbana de Pamplona. Por último, el representante de la vereda comenta que habría sido oportuno establecer un punto de monitoreo en la zona urbana de Pamplona o en cercanías, en tanto considera que el impacto sobre este medio será considerable.
Un asistente a la reunión pregunta que método se utilizó para los estudios hidrogeológicos, como se realizó o se determinaron los estudios de ruido y como se realizará el paso de las personas que realizan las caminatas ecológicas.	Respecto a los estudios hidrológicos, se explica que se realizaron sondeos numéricos; en cuanto al paso peatonal por el sendero ecológico se establece que este tema se analizará y se comunicará a la comunidad una vez se tengan una respuesta, esto será comunicado por funcionarios de la UVRP. Posteriormente se explica al representante de la vereda lo siguiente: 1. La licencia ambiental de la UF 2 se encuentra en trámite. 2. Ulaga Baja se encuentra en el área de influencia de la UF 1 por la localización de un sitio de vertimiento. 3. Respecto a los hallazgos arqueológicos se explica que en el AIA se determina el potencial arqueológico de la zona, mas no se realizan excavaciones profundas o actividades que permitan extraer elementos arqueológicos significativos. Teniendo en cuenta la tecnicidad de las preguntas realizadas por los señores Cristian Sequeda y Hamilton Morales, representantes de la unión vial rio Pamplonita los invitan a la reunión que se llevará a cabo con funcionarios de la Universidad de Pamplona, el día 8 de agosto de 2018, en las instalaciones de misma (2:00 pm).
Un representante de la vereda sugiere que sería procedente incluir en los aspectos generadores del riesgo en la zona, la crisis humanitaria que se está presentando actualmente, por la llegada masiva de población venezolana.	Se informa que los aspectos de riesgo mencionados son soportados por información secundaria y quizás por eso no se incluyó; no obstante, es muy válida la sugerencia y se tendrán en cuenta en cuanto se considere pertinente.
Un representante de la vereda considera pertinente que la UVRP ejecute algún tipo de educación ambiental que instruya a la comunidad en el tema de cuidado del recurso hídrico.	Un representante del Consorcio Aecom-Concol expresa que esta propuesta podría plantearse a la UVRP en etapas posteriores del proyecto.
Un habitante de la vereda pregunta donde se va a instalar el peaje de la UF 2.	Un representante de la UVRP informa que se ubicará en la vereda La Hojancha que incluirá unos retornos que permitan beneficiar a algunos sectores o comunidades de la zona; añade que la comunidad puede enviar sus solicitudes al respecto a la oficina de atención al usuario de la UVRP. Lo anterior, se refiere al plan del 1% solicitando que ubiquen un punto de monitoreo en el rio Pamplonita-Quebrada Ulagá Baja.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.42 Reunión con directivos Universidad de Pamplona

Universidad de Pamplona	
Lugar: Oficina de Planeación	
Fecha: 08/08/2018	
Hora: 2:15 pm a 4:30 pm	
Total asistentes: 16	
Asistentes: • Marlyn Eliana Santander- Profesional Social – UVRP • Wilson Gutierrez- Líder de proceso oficina de Planeación- Universidad de Pamplona • Fredy Solano-Coordinador-Universidad de Pamplona • Carlos Guerrero -Director Recursos Físicos – Universidad de Pamplona • Edwin Jaimes- Director de Planeación- Universidad de Pamplona • Cediel Mantilla García- Contratista Planeación- Universidad de Pamplona • Vanesa García- Jefe de Diseño-Universidad de Pamplona. • José Pallares-Jefe de Diseño-Universidad de Pamplona • Gustavo Buitrago- Especialista -UVRP • Vilma Vélez- Profesional Social- Consorcio Aecom-Concol • Andrés Cortes – profesional Ambiental- Consorcio Aecom-Concol • Daniel Buitrago- Profesional Ambiental - Consorcio Aecom-Concol	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Se informa a los representantes de la Universidad de Pamplona que, a partir de los estudios ambientales realizados para el proyecto, buena parte de la cartografía del POMCA se ajustó o actualizó y quedó a disposición de la Corporación Ambiental – Corponor.	
Con relación a la inquietud presentada por el Sr Hamilton Torres, durante la reunión realizada con la comunidad de la vereda Ulaga Baja el día 7 de agosto de 2018 (4:00 pm), quien manifestó algunas inquietudes relacionadas con el Estudio de Impacto Ambiental y a quien, a su vez, se le expresó que se daría respuesta en el presente espacio y se aclara que no fue posible dar respuesta a sus inquietudes, dado que el señor Hamilton Torres no asistió. Por lo anterior, se buscarán otros medios para contactarlo y darle respuesta a sus inquietudes, de acuerdo con su pertinencia.	
Un representante de la Universidad de Pamplona (arquitecto), expresa que en el mes de julio recibió un comunicado relacionado con los sitios de ZODME y a partir del comunicado pregunta si los sitios de ZODME se establecen de acuerdo al área necesitada.	Se informa que los ZODMES se establecen de acuerdo con la capacidad que se necesita para disponer el material, más no se determina por el área que se requiera, ya que se debe asegurar que se contrarreste volúmenes que oscilan entre los 300 y 350 mil metros cúbicos para la unidad funcional 1. Se añade que para definir los sitios de ZODME, se tienen en cuenta aspectos como el área de influencia, la negociación predial sobre predios legalmente constituidos y los requerimientos ambientales. Por lo anterior, se expresa que la UVRP está abierta a analizar la propuesta frente al tema de ZODME planteado por la universidad. Por otro lado, se explica el proceso de descapote y restablecimiento de la cobertura según los lineamientos técnicos y ambientales legales que incluyen material orgánico.

Universidad de Pamplona	
	Por último, se aplicarán las medidas de estabilización de acuerdo con los resultados del análisis de estabilidad realizado en el estudio
Uno de los asistentes pregunta qué tipo de tratamiento o disposición se le darán a las epifitas	Se informa que existe un documento con la caracterización de las epifitas y un plan de rescate, basados en los lineamientos legales al cual se le dará cumplimiento durante el desarrollo del proyecto.
Un representante de la Universidad de Pamplona reitera que en otros espacios han solicitado información más técnica que dé cuenta de las intervenciones que se realizarán y sugiere que se espera que estas actividades y sus medidas de manejo sean ambientalmente amigables.	Ante esto, la UVRP expresa que ya se han entregado algunos documentos técnicos como el que acaban de referir de la ZODME y que, si requieren de información técnica adicional, esta debe solicitarse de manera formal a la UVRP.
Un representante de la universidad de Pamplona expresa que es importante tener en cuenta los procesos de remoción en masa que se han presentado en los últimos años en las partes altas de la montaña. Esta observación la realiza, en aras de proteger las instalaciones de la universidad, la cual se ha visto afectada en épocas anteriores por esta problemática.	Se informa que en el marco del estudio se hacen unos análisis técnicos, se analizan los cortes y se realizan obras de contención en la parte baja que permitan detener ese tipo de eventos y garantizar que estas obras canalicen el agua. Se añade que los polígonos de las ZODME en el predio de la universidad no son iguales a las de construcción.
Uno de los asistentes pregunta cómo será el tratamiento de las aguas lluvias en el sector aferente a la universidad	Se expresa que se deben seguir algunos lineamientos ambientales. Se explica que en la zona confluyen dos proyectos viales y por tanto se sugiere que se comunique esta inquietud a la otra Concesión. Por lo cual, los representantes de la Universidad de Pamplona expresan que elevarán esta pregunta a la otra Concesión y de acuerdo su respuesta determinará si es necesario nuevamente contactar a la UVRP.
Uno de los asistentes pregunta que iniciativas tiene la empresa para descontaminar el río Pamplonita.	Se informa que actualmente, la Gobernación y la alcaldía de Pamplona tienen el compromiso de llevar un colector que conduce hasta una planta de tratamiento de aguas residuales, en aras de atender la situación de contaminación del Río Pamplonita. Se añade que los términos de referencia no contemplan aspectos de descontaminación del río Pamplonita y la fecha la UVRP tampoco tiene contemplado ningún plan, adicional a las capacitaciones realizadas con las comunidades en temas de conservación, medio ambiente y tratamiento de vertimientos.
Respecto a la ubicación del Polvorín, pregunta si quedarán en las instalaciones de la Universidad de Pamplona.	Frente a la inquietud, los expositores expresan que El polvorín no quedará en las instalaciones de la Universidad de Pamplona.
Respecto al manejo de la fauna presente en el corredor vial, el estudio tiene contemplado un plan de señalización y ahuyentamiento de fauna. Por lo anterior, representante de la Universidad pregunta si es posible tener alguna copia del documento	Se informa que esta solicitud se debe hacer de manera oficial a Corponor, una vez esta entidad ya cuente con dicho documento.
Representantes de la universidad de Pamplona pregunta cómo se va a realizar el tratamiento de los lodos.	Se informa que los lodos se secan y normalmente se disponen en ZODME, excepto en los casos que se establezca que por su nivel de contaminación se deban entregar a un tercero autorizado para su disposición final adecuada.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.43 Reunión con Barrios Juan XXIII y Cristo Rey Parte Baja.

<table>
<tr><th colspan="2">Barrio Juan XXIII-Cristo Rey Parte Baja</th></tr>
<tr><td>Lugar: Salón Comunal, Comedor Escolar Juan XXIII</td><td rowspan="5"> </td></tr>
<tr><td>Fecha:13/12/2018</td></tr>
<tr><td>Hora: 5:00 pm a 7:30 pm</td></tr>
<tr><td>Total asistentes: 68</td></tr>
<tr><td>Asistentes:
• Marlyn Eliana Santander- Coordinadora Social – UVRP
• Liliana Tovar – Profesional Social UVRP
• Edgar Bueno – Geólogo UVRP
• Wilson Mantilla – Presidente JAC Juan XXIII
• Juan José Zuñiga – Vicepresidente JAC Juan XXIII
• Johan Zamir Valencia – Cristo Rey Parte Baja</td></tr>
<tr><th colspan="2">Participación de los asistentes</th></tr>
<tr><th>Inquietudes, comentarios o sugerencias</th><th>Respuesta</th></tr>
<tr><td>El vicepresidente de la JAC del Barrio Juan XXIII, manifiesta que las inquietudes son grandes y que para la comunidad es claro que todo megaproyecto trae impactos. Se conoce que según estudios de la Universidad de Pamplona existe una falla geológica que pasaría cerca al túnel, ¿esto como afectaría la construcción del mismo?</td><td>Edgar Bueno – Geólogo UVRP maniesta que en lo relacionado con el túnel se hicieron perforaciones de hasta 150 metros de profundidad aproximadamente, en esas perforaciones encontramos tres tipos de rocas diferentes que según su comportamiento serán determinantes, se han estudiado a nivel de detalle las fallas geológicas de tal forma que durante el proceso constructivo no se tengan inconvenientes, por cuanto se ha hecho toda la investigación directamente con sondeos e indirectamente con tomografías lo que hace que el estudio tenga el nivel de detalle.</td></tr>
<tr><td>El vicepresindente de la JAC del Barrio Juan XXIII, ¿En cuanto a cauces o microcuencas que va a pasar?</td><td>Para realizar el seguimiento al nivel de estos, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA requiere de monitoreo continuo a puntos de agua durante el proceso constructivo.</td></tr>
<tr><td>Representante del Barrio Cristo Rey Parte Baja, pregunta acerca del proceso de vinculación de mano de obra.</td><td>La profesional social de la UVRP explica que el proceso de inscripción para la vinculación laboral se debe adelantar en las oficinas de atención al usuario ubicadas en Los Acacios en el municipio de Los Patios y en el sector de Guayabales, vereda La Palmita del municipio de Pamplonita, ó enviando su hoja de vida al correo electrónico de atención al usuario o a través de la página web del Concesionario, adicional que deben registrarse en la bolsa de empleo del SENA.</td></tr>
<tr><td colspan="2">La señora Celina Cruz, hace una sugerencia relacionada con la laguna de Borrero de la cual se derivan las aguas captadas por los barrios presentes, sugiriendo buscar la forma de tener cuidado con la laguna especialmente por los antecedentes que tiene la misma.</td></tr>
</table>

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.44 Reunión con Barrio Cristo Rey Parte Alta.

Barrio Cristo Rey Parte Alta	
Lugar: Puesto de Salud, Cristo Rey Parte Alta	
Fecha: 14/12/2018	
Hora: 5:00 pm a 7:30 pm	
Total asistentes: 28	
Asistentes: • Marlyn Eliana Santander- Coordinadora Social – UVRP • Liliana Tovar – Profesional Social UVRP • Edgar Bueno – Geólogo • María Fanny Duarte – Presidenta JAC • María Otilia Pérez – Delegada JAC	
Participación de los asistentes	
Inquietudes, comentarios o sugerencias	**Respuesta**
Presidenta de la JAC, pregunta por el uso de las vías del barrio, manifestando que esto representa preocupación a la comunidad por el deterioro e inestabilidad que puedan presentar.	Edgar Bueno – Geólogo responde que dichas vías tendrán uso temporal para el ingreso de maquinaria a los frentes de obra y que el movimiento de tierras se hará al interior de la unidad funcional; adicional que como medida preventiva se hará levantamiento de actas de vecindad y la identificación del estado inicial de las vías, sobre estas últimas se han realizado recorridos con funcionarios de la Secretaria de Planeación del municipio para su reconocimiento.
Presidenta de la JAC, ¿Qué vacantes se generarían y que oportunidad laboral habrá para la comunidad del sector?	Profesional Social responde que a medida que avance la obra se va a requerir personal tanto mano de obra calificada, como no calificada con perfiles desde ayudantes de construcción, controladores viales, ingenieros civiles, ambientales, auxiliares de obra, entre muchos otros.
¿Qué beneficios ofrece la empresa a los usuarios del acueducto comunal?	Ante esto, la UVRP expresa que más que beneficios se trata de un compromiso de realizar seguimiento y medición a los puntos de agua que surten estos acueductos comunales.
La sra. María Otilia Pérez, pregunta por el proceso de vinculación de mano de obra.	Se informa que las personas interesadas en trabajar en el proyecto deben realizar la respectiva inscripción en la base de datos de sus perfiles a través de los diferentes puntos de atención al usuario con los que cuenta el Concesionario, adicional a ello, deben registrar sus hojas de vida en la bolsa de empleo del APE del SENA.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En términos generales, todas las reuniones que se realizaron con las comunidades de las doce (12) unidades territoriales menores, la Universidad de Pamplona y las veedurías de Pamplona, tuvieron una buena acogida y asistencia. Es de resaltar que, con las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia, se destinó un espacio para la retroalimentación de los impactos y medidas de manejo, identificados con la participación de la comunidad durante las reuniones de primer momento, se destinó un mayor tiempo de retroalimentación con las comunidades de los barrios Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta, Cristo rey Parte Baja y la vereda Sabaneta Baja, dado que con

estas comunidades no se generó un primer encuentro por las razones expuestas anteriormente.

Respecto a los temas de interés prioritario por parte de las comunidades, se resaltan los siguientes:

i. Localización del proyecto e infraestructura asociada: Fueron recurrentes las preguntas relacionadas con las zonas donde se realizarían obras como el túnel y la posible interferencia que esto podría generar con los acuíferos de la zona y los acueductos comunales de veredas y barrios aledaños, la comunidad también preguntó en reiteradas ocasiones donde quedarían ubicadas las zonas de las ZODMES y como se darían los procesos de negociación con los propietarios.

ii. Uso de vías de acceso veredales y barriales: El tema de los accesos fue recurrente por parte de las comunidades, haciendo énfasis en la importancia de adecuar estos y mantener todas las conexiones actuales. Lo anterior, debido a que las Juntas de Acción Comunal habían gestionado la cimentación y construcción de placa huellas en la vía que podrían verse afectadas por el paso de estos vehículos, o también el mal estado de algunas vías que no aguantarían ese tráfico pesado.

iii. Vinculación de mano de obra: La comunidad se mostró muy interesada en ser vinculada laboralmente al proyecto, así como sobre la posibilidad de ofrecer productos y servicios al mismo, de esta forma se mencionaron los canales de comunicación con la comunidad y se motivó a la gente para que existiera un dialogo abierto con el proyecto y la posibilidad de inscribirse en las bases del proyecto para poder ser vinculados

iv. Inicio del proyecto: Se consultó de manera reiterada por el inicio de obras y la terminación de este.

5.3.2 Componente demográfico

En este apartado se desarrolla el componente demográfico del municipio de Pamplona y Pamplonita, localizado en el departamento de Norte de Santander. Para iniciar, se realiza una breve reseña histórica de poblamiento, en donde se describen las condiciones de origen y los hechos relevantes que han definido hitos en la vida de estos municipios.

Posteriormente, se realiza una descripción de las características demográficas y tendencias de crecimiento poblacional, incluyendo la distribución poblacional por edades, y sexo. Esta caracterización también permite determinar la demanda urbana y rural de infraestructuras y servicios públicos y sociales de la población allí asentada. Así mismo, se realiza una descripción de las estadísticas vitales (tasa de mortalidad y natalidad) y por último se caracterizan los índices de pobreza a través de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y su incidencia en la calidad de vida de la población.

Con el propósito de describir los aspectos mencionados, se recurrió a la información consignada en los documentos de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo Municipales 2016 – 2019, entre otros documentos de carácter oficial, proporcionados por

las administraciones municipales de Pamplona y Pamplonita, y consultados a través de las páginas Web oficiales. Asimismo, se recurrió a la información demográfica proporcionada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

5.3.2.1 Unidades territoriales mayores

5.3.2.1.1 Dinámica de poblamiento

A través de la Tabla 5.45 se muestran los hechos más relevantes de la dinámica de poblamiento histórica de los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.45 Hechos relevantes, dinámica de poblamiento histórica Pamplona y Pamplonita

Municipio	Época / año	Tipo de asentamiento	Comunidad/ líder	Ubicación/ aspecto de influencia en la dinámica de poblamiento
Pamplona	1.549	Periodo Colonial.	Pedro de Ursúa y Ortún Velásquez.	Fundaron a Pamplona, en un territorio cercano a la cordillera central y que constituyó la intersección de los caminos de conexión más importantes de la época.
	Siglos XVII y XVIII	Colono.	Aristocracia española.	A través del asentamiento de la comunidad española, la entonces provincia de Pamplona vivió una bonanza económica a través de la producción minera y agrícola, el intercambio comercial y como epicentro político - administrativo durante los siglos XVII y XVIII.
	1.810	Colono.	Conquistadores españoles.	El territorio de Pamplona constituyó un lugar de vital importancia para la conformación del Nuevo Reino de Granada y posteriormente de la República de Colombia.
	1.871	Colono.	N/A	Desde la provincia salieron distintas expediciones que permitieron la fundación de ciudades como Ocaña, Chinácota, Bucaramanga y San José de Cúcuta en Colombia y, Mérida, San Cristóbal y La Grita en Venezuela, aspecto que influyó en que a Pamplona se le conociera como "Ciudad fundadora de ciudades".
	Comienzos del siglo XIX.	Campesino.	N/A	Pamplona hace parte de la industria de la ruta cacaotera que, aunque tuvo un auge importante, hacia 1.840 se depreció dado el surgimiento en el interior del país de una nueva ruta cafetera.
	1.857	N/A	N/A	Hasta la fecha, Pamplona fue provincia de la República de la Nueva Granada. En ese año, se creó el Estado soberano de Santander y Pamplona pasó a ser su capital hasta que, en diciembre le fue cedido el título a Bucaramanga.
	1.910	Colono.	N/A	Después de varios cambios en la división política, se funda el departamento de Norte de Santander y San José de Cúcuta pasa a ser su capital. Para ese entonces, Pamplona dejó de ser provincia y se convirtió en una de las ciudades del departamento.

Municipio	Época / año	Tipo de asentamiento	Comunidad/ líder	Ubicación/ aspecto de influencia en la dinámica de poblamiento
Pamplonita	1.549	Colono.	Pedro de Maldonado y Pedro Alonso de Hoyos.	Por la riqueza de sus tierras y su abundante fauna, los españoles conquistaron las tierras de los caciques Chepo, Cúcano, Séptimaly, Matagira y Batagá. Posteriormente, los españoles fundaron la Casa de la Encomienda, un rancho de bahareque y paja donde casa uno de los capitanes tenía una habitación. Ante esta invasión el Cacique Chepo intentó dominar a los españoles por medio de una ceremonia religiosa realizada en la Laguna de Borrero. Después, Chepo junto a los demás caciques de zonas cercanas, ofrecieron a los españoles, regalos de oro para hacer creer que se someterían a ellos. Una vez, los españoles se mostraron desprevenidos, los caciques la lanzaron contra ellos y siendo muchos menos, creyeron perder la contienda. Sin embargo, se escuchó un fuerte grito de Zulima, sobrina de Chepo quien planeó la estrategia para combatir a los españoles, ante lo cual, los caciques indígenas huyeron. El capitán Maldonado y su esposa, le enseñaron a Zulima la doctrina cristiana y la bautizaron convirtiéndose en sus padrinos; la pareja española fundó un convento en Pamplona y Zulima fue su primera monja, adoptando el nombre de Sor Juana.
	1.553	Colono.	Pedro de Maldonado y Pedro Alonso de Hoyos.	Luego de la derrota de los caciques indígenas, los capitanes españoles inician su expansión sobre el territorio de Norte de Santander e identifican al Lago Maracaibo, un puerto importante para el fortalecimiento del comercio con Europa. En su avanzada, encuentran a los indios Motilones, bajo la dirección Cacique Cínera por ello, los conquistadores conforman un grupo militar cerca del río Zulia sin embargo, los indígenas lograron frenar varios intentos de colonización.
	Siglo XVI	Colono.	Conquistadores españoles.	En la medida en que los españoles avanzaron, fueron conquistando distintos territorios a su paso, intentaban controlar posibles rebeliones de los líderes indígenas y, por otro lado, realizar exploraciones mineras. Los líderes españoles denominaron algunos territorios como "Pueblos de Españoles" y otros como "Pueblos de Indios", limitando con ellos el acceso de unos y otros pobladores. Los pobladores del entonces pueblo del Chopo, hoy Pamplonita fueron encomendados al Capitán Juan de Maldonado, quien lideró la invasión de la comunidad indígena, siguiendo las instrucciones del licenciado Tomás López para la edificación del territorio.

Municipio	Época / año	Tipo de asentamiento	Comunidad/ líder	Ubicación/ aspecto de influencia en la dinámica de poblamiento
	1.602	Colono.	Antonio Beltrán de Guevara.	Constituyó el Resguardo de Chopo en memoria del Cacique Chepo, asignó tierras a los nativos de la zona, conformó la Caja Comunal y designó un corregidor para que velara por el progreso de la comunidad.
	Siglo XVII y mediados del siglo XVIII	Colono.	Blancos y mestizos.	Durante esta época se mantuvo la doctrina de Chopo aunque con el paso del tiempo, la población nativa disminuyó. Las tierras antes asignadas a los indígenas fueron ocupadas por blancos y mestizos de zonas cercanas, hasta que, en 1778, Francisco Antonio Moreno, Fiscal y Protector de Naturales de la Real Audiencia, decidió que el pueblo fuera destruido y sus tierras rematadas.
	1.802	Colono.	José Gregorio Barragán.	Los indígenas pusieron resistencia a lo estipulado por Moreno, aprovechando su unión con las parcialidades Cucutilla y Arboledas. Entonces, el padre José Gregorio Barragán dio inició a la construcción del nuevo templo en donde antes estaba la vieja capilla del Resguardo de Chopo, aspecto que originó la conformación del caserío.
	1.913	N/A	N/A	En 1913, el asentamiento fue elevado a la categoría de Municipio de Pamplonita.

Fuente: (Gobernación de Norte de Santander, s.f.), (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2015), (Alcaldia municipal de Pamplonita), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2018.

Así como se identifican algunos aspectos que influyeron en la dinámica de poblamiento histórica, a continuación, se presentan otros factores que han marcado las características demográficas de Pamplona y Pamplonita desde la segunda mitad del siglo XX.

- Industrialización de la economía

Durante el siglo XX, surgieron distintas iniciativas enfocadas a fortalecer la economía del país, influidas por las políticas económicas internacionales, la situación por los conflictos bipartidistas, el fortalecimiento del sector industrial con un paralelo declive de la producción agrícola. Lo anterior, tiene como consecuencia una importante movilización de población del campo a las ciudades colombianas con el propósito de encontrar las garantías que en las zonas rurales eran cada vez más escasas.

La violencia protagonizada por los dirigentes de los partidos políticos tradicionales se exacerbó luego del 9 de abril de 1948, afectando a las comunidades campesinas que padecieron el reclutamiento de personas por parte de los conservadores para salvaguardar al entonces presidente Mariano Ospina Pérez luego del atentado contra el líder liberal Jorge Eliécer Gaitán. Al respecto, Kalmanovitz señala:

> […] Las propiedades de los terratenientes liberales son asoladas, haciendo fugar a sus arrendatarios y aparceros o a los campesinos parcelarios no definidos como conservadores, por medio de la funesta "boleta", que es un ultimátum de asesinato para los *[sic]* que abandonen rápidamente la región. Los mayordomos de las haciendas cumplen un papel destacado en la represión y muchos se enriquecen en base a los despojos de muertos y emigrados […] (Banco de la República, s.f.).

En la medida que el conflicto avanzó y luego de dejar centenares de muertos, se reorganizaron los territorios, pero ante el inminente caos generado por el conflicto, los empresarios agrícolas sacaron provecho a través de la adquisición de tierras a bajo costo que les permitieron ampliar su dominio y monopolizar la producción de sus productos. En palabras de Kalmanovitz:

> […] La economía campesina a partir de este momento se transforma más claramente en una máquina expulsora de población, lo cual se agudiza con la competencia que impone la agricultura comercial sobre los cultivos parcelarios, contribuyendo no tanto a la diferenciación de las clases entre el campesinado, sino a la pauperización de los productores de ladera (Banco de la República, s.f.).

Lo anterior, influyó en la depreciación de la mano de obra urbana y rural que fue recibida en ciertas regiones para fortalecer su desarrollo económico. No obstante, hacia los años sesenta y pese al fortalecimiento de la industria, se generó un amplio desempleo dada su incapacidad para recibir toda la mano de obra generada con el declive de las actividades agrícolas. En su momento, el gobierno asoció el exceso de mano de obra a un acelerado desarrollo de los procesos agrícolas que impedía mantener empleada la fuerza de trabajo de manera constante, impactando en las cifras de desempleo urbano y no como una falla del sistema capitalista. Por tanto, el presidente Lleras Restrepo propuso la Reforma Agraria a través de la Ley 135, tendiente a mantener a los campesinos en el campo y frenar los procesos migratorios hacia las ciudades para no entorpecer el desarrollo capitalista. De acuerdo con Bejarano,

> En opinión de Lleras Restrepo, el proceso de industrialización se veía amenazado por la estrechez del mercado interior de manufacturas, la cual a su vez provenía fundamentalmente de los bajos ingresos campesinos. La distribución de la propiedad debía pues resolver la concentración de los ingresos, ampliando con ello el mercado de manufacturas. Por otra parte, la Reforma Agraria debía compensar los efectos de la penetración del capital al campo frenando el proceso migratorio, mediante la creación de

> empleos en las áreas rurales (Banco de la República, s.f.).

Ya hacia los años setenta, se promovió desde el Estado colombiano la política que buscaba catapultar las exportaciones de producción agrícola e industrial aprovechando la financiación de Estados Unidos para posicionar los productos nacionales a nivel mundial luego del estancamiento del país en el comercio exterior entre 1956 y 1969 (Banco de la República, s.f.).

En simultáneo, se observaba que los propósitos reformistas no estaban siendo alcanzados, pues el desempleo de la población campesina siguió aumentando, en tanto no se consolidó un mercado que a nivel interno y externo garantizara los ingresos de los trabajadores.

Luego, el gobierno de Lleras Restrepo propuso en su plan de Gobierno “Cuatro estrategias” para fortalecer la economía nacional y una de ellas consistía en impulsar otros sectores (aparte del agrícola) que, por sus características, demandaran mano de obra. En su momento se identificó que la construcción podía facilitar la ocupación de población, dando con este hallazgo, un giro en la manera de afrontar las altas cifras de desocupación. De esta manera, las soluciones para el desempleo dejaron de vincularse sólo a lo rural y se empezaron a visibilizar en las ciudades.

De lo anterior, se infiere que la actual conformación de los territorios tiene como antecedente un proceso migratorio del campo a la ciudad asociado a diferentes causas que tuvieron un impacto significativo en las características demográficas de las ciudades del país.

- Migración de población venezolana

Otro de los aspectos que ha influido en la dinámica de poblamiento reciente es la llegada de ciudadanos venezolanos, tras la crisis política, social y económica que afronta el vecino país. Si bien este fenómeno ha sido afrontado por gran parte de las regiones del país, se da de manera más evidente en las ciudades fronterizas, dentro de las cuales se encuentra Pamplona. A través del reconocimiento del territorio y según lo reportado por la prensa local y nacional, se observa que día tras día arriban al municipio venezolanos que encuentran a Colombia como una alternativa para “volver a comenzar”.

De acuerdo con lo reportado por el periódico La Opinión, en enero de 2017, el personero municipal de Pamplona reportó el ingreso de venezolanos con el propósito de radicarse en el municipio:

> El funcionario indicó que en la última semana se han atendido más de 240 personas procedentes del vecino país, quienes llegan buscando ayuda para establecerse legalmente en el municipio […] La constante es que todos quieren legalizar la situación para trabajar sin problemas, por tanto, la mayoría están ilegalmente en Colombia (La Opinión, 2017).

La masiva llegada de venezolanos al departamento de Norte de Santander y a los municipios de Pamplona y Pamplonita, ha impactado su dinámica habitual en tanto, se han alterado las condiciones demográficas, de demanda de servicios públicos y sociales y la economía, pues aumenta la oferta de mano de obra. Este aspecto es de vital importancia, teniendo en cuenta la devaluación de la moneda de venezolana con respecto a la colombiana, es decir, que los trabajadores foráneos están dispuestos a emplearse por bajos salarios, precarizando con ello, las condiciones laborales de la población nativa. Al respecto, los medios nacionales reportan:

> La migración de venezolanos buscando oportunidades de trabajo se ha convertido en un dolor de cabeza para las autoridades, además para empleados y desempleados en Cúcuta que temen un desplazamiento de la mano de obra local por la venezolana, considerando que pueden prestar sus servicios a menor costo (Caracol Radio, 2017).

El comercio informal ha sido escenario de la vinculación de venezolanos que esperan generar ingresos para subsistir en Colombia y enviar dinero a sus familias que se quedaron en el vecino país. El "rebusque" resulta ser una opción para la población venezolana en Norte de Santander, quienes se vuelven competencia directa de los comerciantes colombianos, tal como lo registran los medios nacionales:

> […] en las calles de Cúcuta se observa una lucha por los espacios comerciales informales entre colombianos y venezolanos. Los semáforos, parques y transporte público son escenarios del rebusque de centenares de personas que llegan a esta región buscando el dinero para enviar al vecino país, para el sostenimiento de las familias (Caracol Radio, 2017).

- Pamplona "ciudad universitaria de Colombia" y "ciudad mitrada"

Pamplona tiene una característica particular y es que facilita el arribo de personas de otras regiones del país para cursar sus carreras profesionales, de allí que sea conocida como la "ciudad universitaria de Colombia". Esto, porque en su cabecera municipal se encuentra la Universidad de Pamplona fundada en 1960 por líderes presbíteros. Con el paso del tiempo, el centro educativo ha ampliado su oferta, con programas en distintas áreas y en los niveles de educación superior, a saber: pregrado, posgrado y educación continuada (Universidad de Pamplona, s.f).

Desde su fundación, Pamplona ha sido receptora de población estudiantil, aspecto que influye de manera considerable en su dinámica de poblamiento, tal como lo destacan los medios nacionales, "13 mil de los habitantes que tiene Pamplona, son jóvenes universitarios que adelantan sus estudios en la institución de educación superior propia del municipio. Por ellos, dicen las autoridades, es que pareciera haber vida en este lugar" (Caracol.com.co, 2016).

Por lo anterior, vale la pena analizar a lo largo del presente componente en qué grupos de edad hay más habitantes pues en primera instancia, se infiere que la composición poblacional está compuesta mayoritariamente por jóvenes.

No se puede desconocer que Pamplona también se conoce como la "ciudad mitrada" debido a su arraigada tradición religiosa. Las procesiones realizadas durante la semana santa son conocidas a nivel nacional, motivando la llegada de población de otras zonas del país.

- Pamplonita, ciudad turística y musical

Pamplonita es considerado como uno de los municipios turísticos del departamento de Norte de Santander. Algunos de sus lugares de interés son El Pozo del Pato, la Laguna Encantada de Borrero, el Puente Potosí, la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario y la Granja Experimental de la Universidad de Pamplona (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2012). De igual manera, en la zona rural se localizan fincas de recreo a las cuales acude la población de otros municipios para actividades recreativas.

La cercanía entre Pamplona y Pamplonita facilita la movilidad de población por el corredor vial que comunica a los dos municipios, situación que puede influir en las características demográficas del territorio.

De otra parte, cabe mencionar que en Pamplonita se celebra anualmente el Festival Nacional de Música Andina Colombiana Rodrigo Mantilla, atrayendo a turistas de otras regiones del país. Este año, se desarrolló en noviembre su novena versión con distintas actividades para población de distintas edades.

- Retorno de población al campo

Finalmente, se identifica de manera reciente, que en algunas zonas de Colombia se está identificando una tendencia distinta a la presentada durante el siglo XX. Actualmente, la población está regresando al campo, lo que en principio está influido por una intención de mejorar su calidad de vida y aprovechar las ventajas de las zonas rurales.

De igual manera, los procesos que se están adelantando por el Gobierno nacional para la restitución de tierras en el marco de la Ley 1448 de 2011, hacen que las comunidades antes desplazadas con ocasión del conflicto armado retornen a sus territorios, para controlar el crecimiento de la población urbana y recuperar el campo colombiano.

> En el caso Colombiano, la Unidad de Restitución de Tierras ha encontrado que tomando como universo las reclamaciones con sentencia judicial de restitución, alrededor de 85% de las familias están explotando económicamente su predio y/o han retornado físicamente a los mismos. Estas cifras demuestran la construcción de confianza en el Estado y en la posibilidad de reconstruir proyectos de vida sostenibles en el campo, esto es un efecto directo que ha generado la política de restitución al promover esfuerzos específicos para fortalecer el retorno (lasillavacia.com, 2015).

En este escenario y teniendo en cuenta que Pamplona y Pamplonita no fueron ajenos a la situación de conflicto, se infiere que puedan darse procesos de retorno y con ellos, se impacte la dinámica demográfica de sus territorios.

- Tipo de población asentada

A través de la Tabla 5.46, se presenta el reporte del Sistema de Consulta de Información Censal de DANE y sus estimaciones a 30 de junio de 2005, con relación al tipo de población que reside en las unidades territoriales mayores que integran el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.46 Tipo de población asentada en Pamplona y Pamplonita, año 2005

Municipio	Pertenencia étnica					
	Rom	Indígena	Raizal de San Andrés y Providencia	Negro (a), mulato, afrocolombiano	Ninguno de los anteriores	No Informa
Pamplona	0	0,07	0	0,65	99,17	0,11
Pamplonita	0	0	0	0,04	99,9	0,06

Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

Con respecto al tipo de población asentada en Pamplona y de acuerdo con las cifras del DANE, se encuentra que de los 53.158 habitantes del municipio para 2005, aproximadamente el 1% corresponde a población indígena, afrocolombiana y personas que no proporcionan información acerca de su pertenencia étnica, mientras que el 99% restante

está integrado por población no étnica.

De otra parte, se infiere que, de los 4.758 habitantes de Pamplonita, el 0,1% representa población afrocolombiana y personas que no aportan información sobre su pertenencia étnica. De lo anterior, se tiene que el municipio está habitado en su gran mayoría por personas no étnicas. Finalmente, cabe mencionar que en ninguno de los dos municipios se identifica presencia de población Rom ni oriundos de San Andrés y Providencia. Asimismo, los dos municipios presentan una tendencia similar con relación al tipo de población asentada, en tanto que en los dos casos predomina la población no étnica, representada por más del 99% de sus habitantes.

- Actividades económicas sobresalientes

Tal como lo establece el Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019, Pamplona basa su economía en un 95% en el sector terciario, a través de negocios y prestación de servicios y un 5% en el sector industrial.

El municipio tiene desarrollo empresarial por la existencia de microempresas con procesos rudimentarios y baja inversión que, aunque no contribuyen sustancialmente a la economía del municipio, vale la pena mencionar. Caso similar ocurre con el comercio tradicional, pues carece de tecnologías que le permitan ser más competitivo en la escena nacional. De la población pamplonesa ocupada, el 37% está vinculada al comercio, aunque las cifras de cada negocio arrojan que la contratación de personal no supera las dos personas.

De manera reciente se ha identificado un crecimiento del sector servicios en el municipio, a través de restaurantes, hoteles, servicios financieros, comunicaciones, educación, entre otros (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016).

Por último, cabe mencionar que, si bien la mayor parte de la economía de Pamplona se genera en el sector terciario, se identifica que el municipio aún se encuentra en una fase muy incipiente de desarrollo que no le permite consolidar su mercado y generar más rentabilidad. Asimismo, se infiere que las actividades agrícolas parecen no tener participación en el desarrollo económico de Pamplona.

En contraste, se observa que Pamplonita tiene una profunda vocación agropecuaria. En el municipio predominan los cultivos de café y durazno y actualmente existen 544 predios dedicados a la actividad ganadera. Adicionalmente, en Pamplonita se comercializan los productos agropecuarios que allí se producen, dando un gran aporte a la economía local. El sector de los servicios, también se desarrolla a baja escala a través de restaurantes, hoteles, papelerías, almacenes, entre otros.

Asimismo, la administración municipal vigente busca fortalecer los sectores minero, forestal y ecoturístico para mejorar las condiciones de vida de la población (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016).

De acuerdo con el Sistema de Información Ambiental para Colombia –SIAC-, en los municipios de Pamplona y Pamplonita se han otorgado títulos mineros (11 y 8 respectivamente) para la extracción de minerales como el carbón, materiales de construcción y de arrastre, entre otros. Cabe mencionar esto, pues en caso de que la actividad minera siga creciendo en los municipios, pueden generarse procesos migratorios de población hacia la zona con fines laborales. (Sistema de Información Ambiental de

Colombia, 2014).

5.3.2.1.2 Estructura de la población

A continuación, se presenta la información correspondiente a la población total, composición por edad y sexo; distribución entre las áreas rural y urbana y densidad para el municipio de Pamplona y Pamplonita.

- Población total

A través de la Tabla 5.47, se presentan las cifras de población para Pamplona, de acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE- para el año 2017.

Tabla 5.47 Población por área Pamplona y Pamplonita, año 2017

Municipio	Cabecera	%	Resto	%	Total
Pamplona	55.366	95,13	2.834	4,87	58.200
Pamplonita	912	18,39	4.046	81,61	4.958

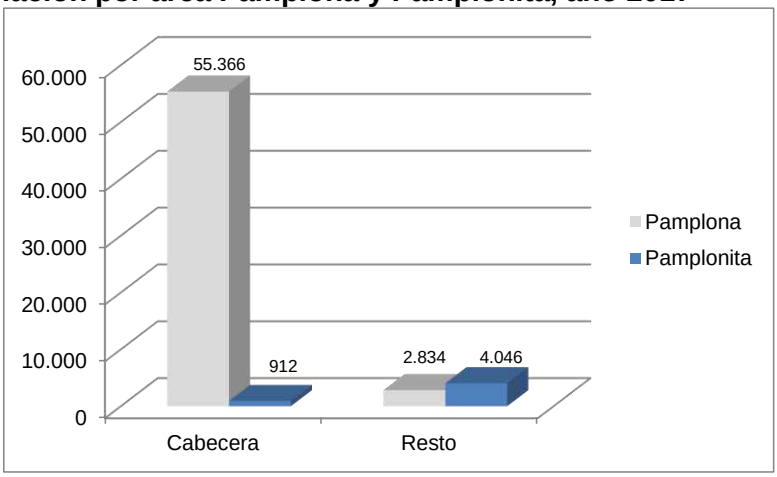
Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

De acuerdo con la información aportada por el DANE, se observa que la composición de las poblaciones urbana y rural en los dos municipios es distinta. Mientras que Pamplona está habitada fundamentalmente en su área urbana, Pamplonita muestra que su población se concentra en el área rural.

Si se tienen en cuenta las cifras de población, se encuentra que la población urbana de Pamplonita equivale al 1,64% de la que habita en la cabecera de Pamplona. De otra parte, el número de personas que habita en la zona rural de Pamplona equivale al 70% de las que residen en la de Pamplonita.

En la Figura 5.7, se ilustra la distribución de la población en el municipio de Pamplona y Pamplonita, con base en las proyecciones del DANE para el año 2017.

Figura 5.7 Población por área Pamplona y Pamplonita, año 2017



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

De acuerdo con la representación gráfica de la distribución de la población en los dos municipios, se observa que, de acuerdo con el número de habitantes, las zonas rurales y la cabecera de Pamplonita muestran un comportamiento similar mientras que la cabecera de Pamplona resulta ser mucho más poblada.

- Proyecciones de población 2015 – 2020

Con el propósito de establecer las características del comportamiento de la población durante los años 2015 a 2020, en la Tabla 5.48, se presenta la proyección del DANE para las unidades territoriales mayores.

Tabla 5.48 Población por área, Pamplona y Pamplonita, años 2015 – 2020

Año	Pamplona			Pamplonita		
	Cabecera	Rural	Total	Cabecera	Rural	Total
2.015	54.401	2.992	57.393	900	4.032	4.932
2.016	54.894	2.909	57.803	906	4.039	4.945
2.017	55.366	2.834	58.200	912	4.046	4.958
2.018	55.825	2.767	58.592	917	4.054	4.971
2.019	56.267	2.708	58.975	922	4.062	4.984
2.020	56.680	2.654	59.334	927	4.069	4.996

Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

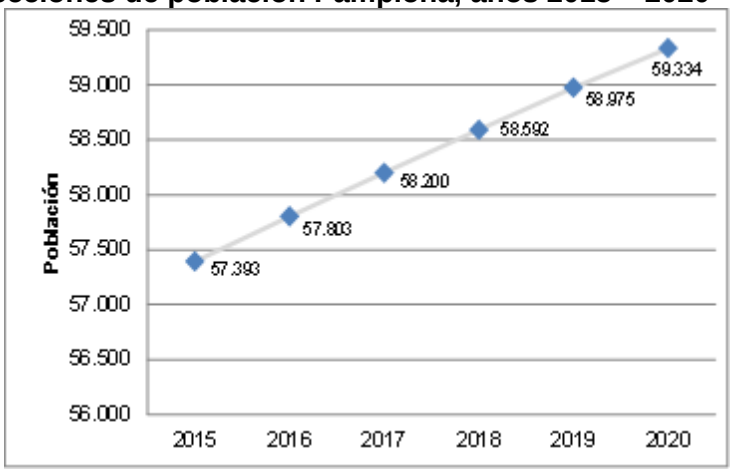
Teniendo en cuenta la información proporcionada por el DANE, se observa de manera general para los años analizados (2015 – 2020), que la mayor cantidad de población de Pamplona reside en el área urbana mientras que en Pamplonita ocurre lo contrario, es decir, que el municipio cuenta con más habitantes en su área rural.

De otra parte, durante el periodo estudiado, se encuentra un crecimiento homogéneo en las poblaciones de cabecera y resto para las dos unidades territoriales mayores, aspecto que pareciera indicar que no ha habido en años pasados ni habrá durante los próximos, procesos masivos de expulsión o recepción de población proveniente de otras regiones.

Al observar las cifras totales de población, en los dos municipios se identifica una tendencia creciente y sostenida con relación al número de habitantes. No obstante, al comparar las cifras por área, se encuentra que, durante el periodo analizado, la población rural de Pamplona disminuye de manera permanente durante el periodo analizado. Lo anterior puede asociarse a aquellas personas que salen de las áreas rurales con propósitos laborales y de estudios. Cabe recordar que en el municipio se localiza la Universidad de Pamplona, importante centro educativo de formación superior que alberga estudiantes de distintas regiones.

A través de la Figura 5.8, se ilustran las proyecciones de población del municipio de Pamplona durante el periodo analizado (años 2015 – 2020).

Figura 5.8 Proyecciones de población Pamplona, años 2015 – 2020



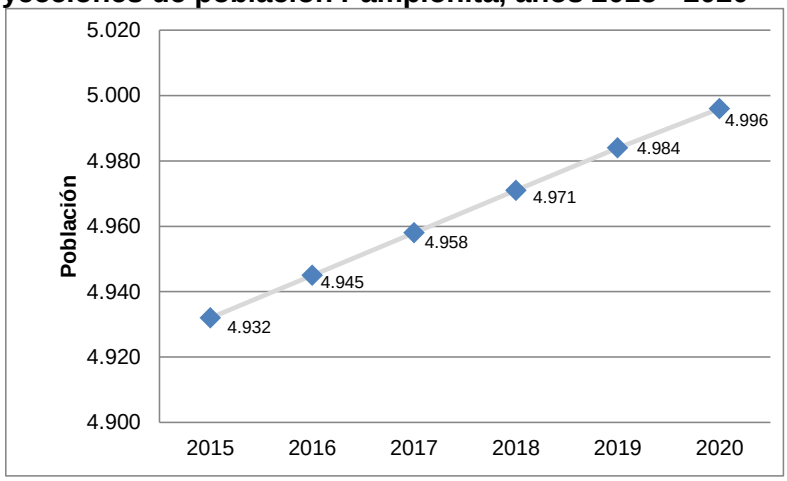
Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

En Pamplona se evidencia un crecimiento poblacional año a año que en promedio equivale a 399 personas. No obstante, el año que reporta un menor incremento de habitantes es 2020 (con 359) mientras que 2016 cuenta con la cifra más alta (410).

En la

Figura 5.9 se presentan las proyecciones de población del DANE del municipio de Pamplonita para los años 2015 a 2020.

Figura 5.9 Proyecciones de población Pamplonita, años 2015 - 2020



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

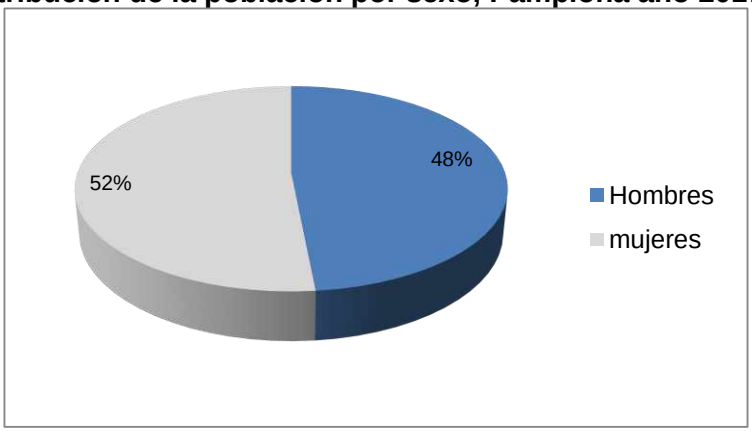
La

Figura 5.9, ilustra el crecimiento demográfico estimado por el DANE para los años 2015 a 2020 en el municipio de Pamplonita. Tal como ocurre en Pamplona, se observa un aumento de la población durante el periodo analizado que, para cada uno de los años, equivale a 13 personas.

- Composición por edad y sexo

En la Figura 5.10, se muestra la distribución de la población por sexo en el municipio de Pamplona.

Figura 5.10 Distribución de la población por sexo, Pamplona año 2017



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

El municipio presenta una distribución poblacional que indica mayor número de mujeres aunque la diferencia es de apenas cuatro puntos porcentuales. De acuerdo con las

proyecciones del DANE, Pamplona cuenta con 58.200 habitantes, de los cuales 28.206 son hombres y 29.994 son mujeres. Lo anterior muestra un incremento de la población femenina correspondiente al 6% en comparación con la masculina.

En la Tabla 5.49, se presenta la distribución porcentual de la población por sexo y grupos de edad para el municipio de Pamplona.

Tabla 5.49 Distribución de la población por sexo y grupos de edad Pamplona, año 2017

Rango edad	Hombres		Mujeres		Total
	Número (#)	Porcentaje (%)	Número (#)	Porcentaje (%)	
0 a 4 años	2.092	7,42	2.003	6,68	4.095
5 a 9 años	2.098	7,44	2.050	6,83	4.148
10 a 14 años	2.603	9,23	2.544	8,48	5.147
15 a 19 años	3.627	12,86	3.730	12,44	7.357
20 a 24 años	3.978	14,10	3.763	12,55	7.741
25 a 29 años	2.477	8,78	2.254	7,51	4.731
30 a 34 años	1.659	5,88	1.914	6,38	3.573
35 a 39 años	1.449	5,14	1.806	6,02	3.255
40 a 44 años	1.453	5,15	1.692	5,64	3.145
45 a 49 años	1.469	5,21	1.731	5,77	3.200
50 a 54 años	1.469	5,21	1.707	5,69	3.176
55 a 59 años	1.205	4,27	1.425	4,75	2.630
60 a 64 años	921	3,27	1.060	3,53	1.981
65 a 69 años	637	2,26	804	2,68	1.441
70 a 74 años	453	1,61	596	1,99	1.049
75 a 79 años	330	1,17	459	1,53	789
80 años o más	286	1,01	456	1,52	742
Total	**28.206**	**100**	**29.994**	**100**	**58.200**

Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

En primera instancia, cabe mencionar que los diferentes grupos etarios cuentan con una participación homogénea en la población por sexo. El rango que muestra la más alta diferencia entre la población masculina y femenina es el de 20 a 24 años (1,55 puntos porcentuales).

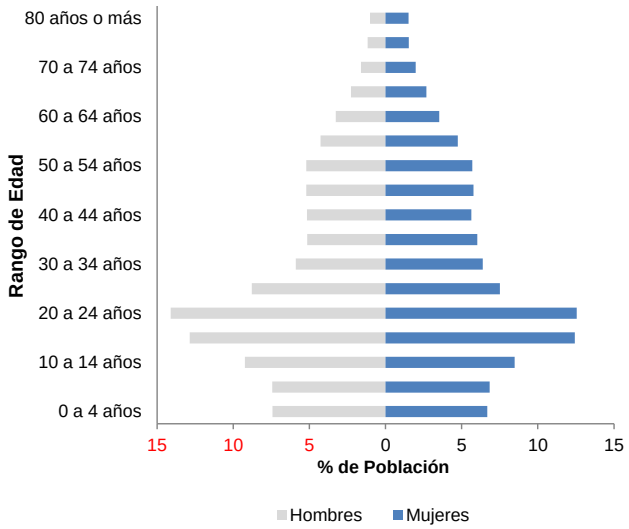
Asimismo, se encuentra que el 59,83% de los hombres y el 54,49% de las mujeres tienen entre 0 y 29 años, con lo cual se infiere que la población del municipio es fundamentalmente joven. Los porcentajes restantes se ubican en los demás grupos etarios, dando cuenta de una mayor dispersión en los datos y en consecuencia, una más baja concentración de población entre los 30 y los 80 años y más.

Por último, el grupo etario que más concentra población masculina y femenina es el de 20 a 24 años (7.741 personas) mientras que el de 80 años y más cuenta con menos habitantes

(742).

En la Figura 5.11 se ilustra la distribución de población del municipio por sexo y grupos de edad.

Figura 5.11 Pirámide de población por sexo y grupos de edad Pamplona, año 2017



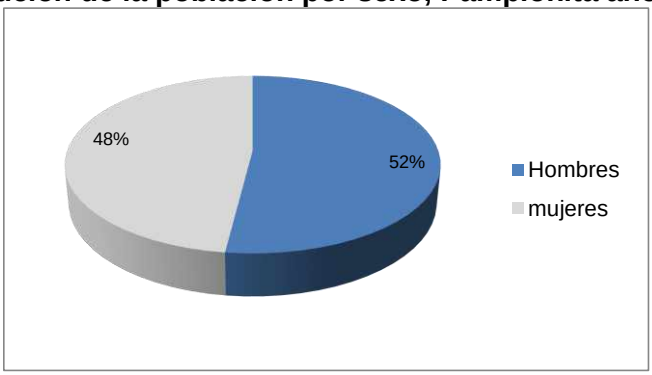
Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

La suma total de habitantes por grupos de edad arroja una pirámide progresiva, aunque con una base que no resulta lo suficientemente robusta para garantizar una población de reemplazo. No se evidencian diferencias sustanciales entre la población femenina y la masculina en los diferentes grupos etarios. Sin embargo, se observa un ensanchamiento importante entre los 15 y los 24 años en los hombres y las mujeres que posteriormente se reduce de manera gradual en la medida en que aumentan los años.

Es importante señalar que entre los 15 y los 24 años, se concentra el 26,96% de los hombres y el 24,98% de las mujeres, es decir que casi la mitad de la población del municipio se encuentra en esos rangos que coinciden con la época en la que generalmente se cursan los estudios superiores. Por tanto, se corrobora lo mencionado en el numeral 5.3.2.1.1 del presente estudio, en tanto, seguramente la dinámica demográfica del municipio ha estado influida por los estudiantes de la Universidad de Pamplona.

A través de la Figura 5.12, se ilustra la distribución poblacional por sexo para el municipio de Pamplonita.

Figura 5.12 Distribución de la población por sexo, Pamplonita año 2017



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

Tal como ocurre en Pamplona, la diferencia porcentual entre los hombres y las mujeres equivale a cuatro puntos. Sin embargo, a diferencia de lo observado en aquel municipio, Pamplonita cuenta con más población masculina (2.576 hombres y 2.382 mujeres). Lo anterior muestra un incremento de los hombres correspondiente al 8% en comparación con las mujeres.

En la Tabla 5.50, se presenta la distribución porcentual de la población por sexo y grupos de edad para el municipio de Pamplonita.

Tabla 5.50 Distribución de la población por sexo y grupos de edad Pamplonita, año 2017

Rango edad	Hombres		Mujeres		Total
	Número (#)	Porcentaje (%)	Número (#)	Porcentaje (%)	
0 a 4 años	244	9,47	231	9,70	475
5 a 9 años	228	8,85	221	9,28	449
10 a 14 años	220	8,54	215	9,03	435
15 a 19 años	228	8,85	217	9,11	445
20 a 24 años	215	8,35	195	8,19	410
25 a 29 años	203	7,88	179	7,51	382
30 a 34 años	161	6,25	146	6,13	307
35 a 39 años	143	5,55	131	5,50	274
40 a 44 años	145	5,63	134	5,63	279
45 a 49 años	164	6,37	143	6,00	307
50 a 54 años	152	5,90	134	5,63	286
55 a 59 años	122	4,74	106	4,45	228
60 a 64 años	104	4,04	90	3,78	194
65 a 69 años	88	3,42	79	3,32	167
70 a 74 años	68	2,64	65	2,73	133
75 a 79 años	45	1,75	47	1,97	92
80 años o más	46	1,79	49	2,06	95
Total	**2.576**	**100**	**2.382**	**100**	**4.958**

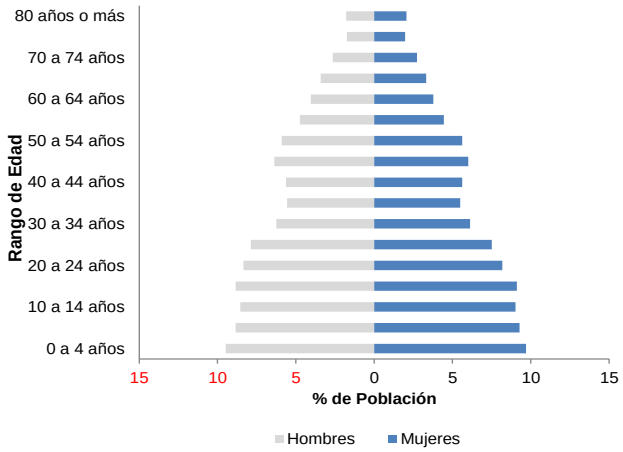
Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

De acuerdo con la distribución de población en Pamplonita, se observa que el comportamiento por sexo resulta aún más homogéneo que en Pamplona, en tanto, hay muy poca diferencia porcentual entre los hombres y las mujeres de cada grupo etario (la más amplia equivale a 0,49 puntos porcentuales y está entre los 10 y 14 años).

Caso similar al observado en Pamplona, el municipio de Pamplonita está integrado por personas que están entre los cero y los 29 años. El 51,94% de los hombres y el 52,81% de las mujeres se localizan en los primeros seis grupos etarios, dando cuenta del predominio de la población joven.

Asimismo, se observa que el rango con mayor población femenina y masculina es el de 0 a 4 años (475 personas) y el que registra menos cantidad de habitantes es el de 75 a 79 años (92). En la Figura 5.13 se ilustra la distribución de población del municipio por sexo y grupos de edad.

Figura 5.13 Pirámide de población por sexo y grupos de edad Pamplonita, año 2017



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

La pirámide poblacional de Pamplonita muestra un comportamiento más habitual que la de Pamplona, mostrando una forma progresiva, con una base que sugiere los suficientes nacimientos para garantizar una población de reemplazo. Sin embargo, presenta cierto desequilibrio en su parte central, con una disminución de la población femenina y masculina en los rangos comprendidos entre los 35 y 49 años. De otra parte, no se identifican diferencias sustanciales entre la población femenina y la masculina en los diferentes grupos etarios.

Finalmente, contrario a lo ocurrido en otras zonas del país, el grupo etario de 80 años o más, alberga más población que el de 75 a 79 años.

- Distribución entre las áreas rural y urbana y densidad poblacional

La densidad de población se define como: "un índice que mide el volumen de población[4], con respecto al territorio; se calcula dividiendo el número de habitantes por el área considerada. Este índice expresa, generalmente, el número de habitantes por kilómetro cuadrado […]" (Demopaedia, 2010).

En la Tabla 5.51 , se presenta la densidad poblacional para las áreas rural y urbana de las unidades territoriales mayores. La extensión de los municipios fue tomada de los documentos de ordenamiento territorial[5].

Tabla 5.51 Densidad poblacional Pamplona y Pamplonita, año 2017

Municipio	Población urbana	Área urbana (km^2)	Densidad poblacional urbana (hab/km^2)	Población rural	Área rural (km^2)	Densidad poblacional rural (hab/km^2)
Pamplona	55.366	5,95	9.299	2.834	292,22	10
Pamplonita	912	0,23	3.941	4.046	167,13	24,21

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2002), (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2001), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

En primera instancia, se observa que, para los dos municipios, la densidad poblacional urbana supera ampliamente la rural, sobre todo en Pamplona. Si se tienen en cuenta las cifras de las cabeceras, se observa que la de Pamplonita equivale al 42% de la calculada para Pamplona.

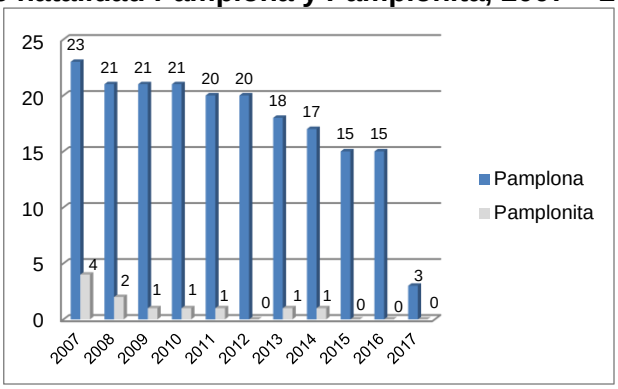
Con relación a las densidades rurales, la de Pamplonita es mayor, lo que se explica a través de la cantidad de población que reside por kilómetro cuadrado en el campo (24,21 habitantes) frente a la de Pamplona (10 habitantes). Lo anterior, permite inferir que Pamplona resulta ser un municipio mucho más urbano en su composición poblacional pues registra 9.299 habitantes por kilómetro cuadrado mientras que Pamplonita, por kilómetro cuadrado, tendría 3.941 habitantes, pero como su extensión urbana equivale a menos de una cuarta parte de la de Pamplona, su densidad es proporcional a esta área.

5.3.2.1.3 Tendencias demográficas

A continuación, se presentan las tasas de natalidad y mortalidad para el municipio de Pamplona y Pamplonita, teniendo como referencia las cifras de nacimientos y muertes proporcionadas por el DANE entre los años 2007 y 2017. De acuerdo con las definiciones de la entidad, la Tasa de Natalidad representa al número de nacimientos vivos ocurridos durante un año por cada mil habitantes de la población calculada a 30 de junio (DANE, 2007).

[4] Negrillas del autor del documento citado
[5] Los cálculos de la densidad poblacional se realizaron con base en las extensiones reportadas por los documentos de ordenamiento territorial, dadas las inconsistencias encontradas en las cifras de las páginas Web oficiales y los planes de desarrollo municipales.

Figura 5.14 Tasas de natalidad Pamplona y Pamplonita, 2007 – 2017[6]



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

De acuerdo con las cifras de los municipios de interés para el periodo de estudio, se identifica una tendencia decreciente con respecto a la tasa de natalidad, es decir, en la medida en que avanza el tiempo, nacen menos personas en la zona. La tasa de natalidad más alta en los dos municipios es la de 2007 y en los años siguientes va disminuyendo gradualmente.

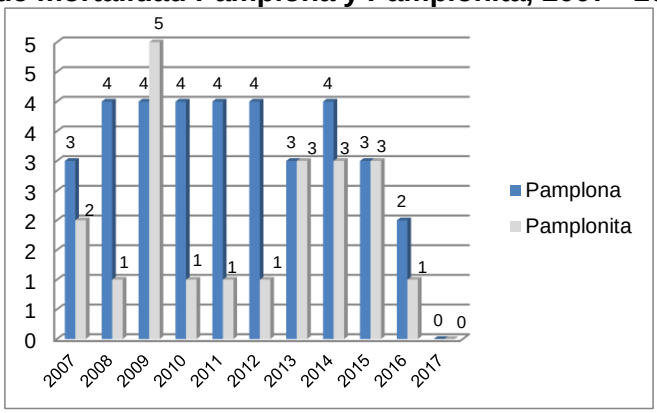
Con relación a las cifras de Pamplona, durante los años 2008 a 2010, la tasa se mantiene en 21 nacimientos por cada mil habitantes, luego decrece con pocas variaciones hasta 2016, en la que se calculan 15 nacimientos por cada mil habitantes. La diferencia más amplia se encuentra entre los años 2016 y 2017, llegando a registrar 3 nacimientos por cada mil habitantes.

De otra parte, dado que las tasas de natalidad en Pamplonita son considerablemente más bajas que las de Pamplona, no permiten establecer amplias diferencias con el paso del tiempo. Durante los años 2009 a 2011 y 2013 a 2014, la tasa de natalidad arroja un nacimiento por cada mil habitantes, mientras que en 2012 y entre 2015 y 2017, pareciera indicar cero nacimientos por cada mil habitantes.

Por otra parte, y siguiendo las definiciones que proporciona el DANE, la Tasa de Mortalidad representa el número de defunciones ocurridas durante un año por cada mil habitantes de la población calculada a 30 de junio (DANE, 2007). A través de la Figura 5.15 se ilustran las tasas de mortalidad para Pamplona y Pamplonita durante los años 2007 a 2017.

[6] Cabe aclarar que las cifras presentadas para los años 2016 y 2017 son preliminares para el DANE. De allí que en algunos casos se calcule una tasa de natalidad de cero por cada mil habitantes.

Figura 5.15 Tasas de mortalidad Pamplona y Pamplonita, 2007 - 2017



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

A diferencia de lo observado con las tasas de natalidad, las tasas de mortalidad son más bajas y muestran un comportamiento más homogéneo en los dos municipios, lo que permite inferir que en Pamplona y Pamplonita nacen más personas de las que mueren. La diferencia más amplia entre las tasas de los municipios se presenta en los años 2008 y de 2010 a 2012, dado que mientras en Pamplona se registran 4 muertes por cada mil habitantes, Pamplonita reporta cero. En 2009, se reporta la tasa más alta de mortalidad del periodo analizado con cinco muertes por cada mil habitantes en Pamplonita. Ya en 2017, las cifras parecieran indicar cero muertes por cada mil habitantes en los dos municipios.

La información relacionada con las tasas de natalidad y mortalidad para los municipios tienen concordancia con las pirámides poblacionales que ilustran la distribución por grupos de edad (sobre todo con la de Pamplonita). En Pamplonita, la base ancha y su disminución en la medida en que aumentan los años ilustra que la población que allí habita es eminentemente joven.

- Desplazamiento de población asociado a algún tipo de conflicto

De acuerdo con la información secundaria consultada, se observa que Pamplona y Pamplonita no han sido municipios en los que los grupos armados hayan tenido un fuerte accionar. Tal como lo establece la Vicepresidencia de la República de Colombia, a mediados de los ochenta surgió en la provincia de Pamplona, el frente Efraín Pabón de Ejército de Liberación Nacional (Vicepresidencia de la República de Colombia, 2002).. Sin embargo, parece ser que la presencia de los grupos armados migró a otros territorios, disminuyendo su presencia en los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Tal como lo establece el Atlas del Impacto Regional del Conflicto Armado en Colombia, durante los años 1990 y 2013, en Pamplona 375 y en Pamplonita 39 personas, fueron expulsadas como consecuencia de acciones perpetradas por grupos armados al margen de la ley (Vicepresidencia de la República, 2015). No obstante, según el documento *Panorama Actual de Norte de Santander*, Pamplona en los años 1990 a 1998, tuvo una intensidad media baja de conflicto (entre 4 y 9 acciones) y entre 1999 y 2001, subió a una intensidad media alta de conflicto (entre 10 y 20 acciones). Por su parte, Pamplonita durante los años 1990 y 2001, da cuenta de una baja intensidad de conflicto (entre 1 y 3 acciones). Luego de hacer la consulta en medios de comunicación, no se encuentran reportes de

hechos particulares de expulsión de población.

Finalmente, cabe mencionar de nuevo, el proceso migratorio de ciudadanos venezolanos a las ciudades fronterizas en las que se encuentran Pamplona y Pamplonita, como consecuencia del conflicto social, político y económico del vecino país.

5.3.2.1.4 Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de la población

A través de la Tabla 5.52, se presenta el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) para las unidades territoriales mayores de acuerdo con los cálculos realizados por el DANE y los parámetros definidos por la entidad para estimar las condiciones de vida de la población.

El DANE, en el perfil nacional realizado con relación al Censo de 2005, ofrece la siguiente definición del índice de NBI:

> Índice tradicionalmente utilizado en el país para el análisis de la pobreza a nivel regional. En concreto, el índice NBI es una medida de incidencia de la pobreza: dice cuántos pobres hay. Según esta metodología, se definen como pobres todas las personas que habitan en vivienda con una o más de las siguientes características: i. Viviendas inadecuadas para habitación humana en razón de los materiales de construcción utilizados. ii. Viviendas con hacinamiento crítico. (Más de tres personas por cuarto de habitación). iii. Vivienda sin acueducto o sanitario iv. Viviendas con alta dependencia económica (más de tres personas por miembro ocupado) y el jefe hubiera aprobado como máximo dos años de educación primaria. v. Viviendas con niños entre 6 y 12 años que no asistieran a la escuela (DANE, 2010).

Tabla 5.52 Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI por cabecera, resto y total, Pamplona y Pamplonita, año 2005

Municipio	Cabecera	Resto	Total
Pamplona	11,09	57,77	15,05
Pamplonita	20,57	49,79	44,80

Fuente: (DANE, 2012), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

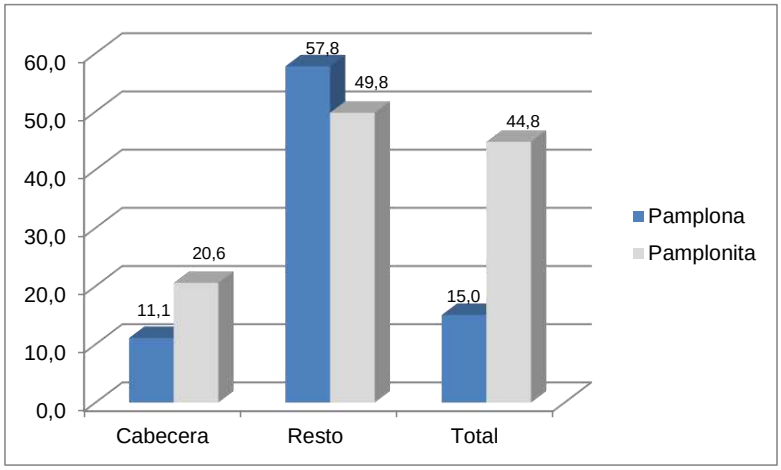
De acuerdo con las cifras del DANE, las cifras del NBI del resto, resultan ser mucho mayores que las de las cabeceras, mostrando que la población rural cuenta con condiciones menos favorables que la urbana. Pamplonita cuenta con el más alto índice de NBI en la cabecera mientras que Pamplona alberga en su área rural, a más personas que tienen al menos una de las condiciones que determinan la pobreza.

Al comparar las cifras, se identifica que los índices de NBI no se comportan de manera muy distinta en los municipios. A nivel urbano, se presentan las mayores disparidades, en tanto, Pamplonita tiene 9,48 puntos porcentuales más, mientras que, a nivel rural, los porcentajes distan en 7,98 puntos.

Llama la atención, el alto índice de NBI rural de Pamplonita pues casi la mitad de la población cuenta con al menos una de las condiciones que determinan la pobreza, aunque el municipio tiene una arraigada vocación campesina. Se esperaría que de acuerdo con la importancia de las actividades agropecuarias que allí se desarrollan y resultan vitales para la base económica del municipio, la población rural contará con mejores condiciones de vida.

En la Figura 5.16 se ilustra el índice de NBI por área para el municipio de Pamplona comparado con los del departamento de Norte de Santander.

Figura 5.16 Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI por cabecera, resto y total, Pamplona y y Pamplonita, año 2005



Fuente: (DANE, 2012), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

Al observar gráficamente el comportamiento de las cifras de NBI en área rural y urbana para los municipios, no se identifican diferencias sustanciales, a excepción del índice total que favorece considerablemente a la población pamplonesa. El índice total de Pamplona equivale al 33% del registrado en Pamplonita.

De otra parte, por las características demográficas de los municipios, la densidad poblacional y las actividades económicas que allí se desarrollan, se esperaría que el índice de NBI en la cabecera de Pamplonita resultara ser más alto y el del resto de Pamplona más bajo. No obstante, esto puede explicarse a través del contexto histórico del territorio con relación al conflicto armado colombiano. El departamento de Norte de Santander ha sido afectado por el accionar de grupos armados, situación que además de su ubicación fronteriza y su distancia de la capital del país, limitan la presencia del Estado, afectando el bienestar de las comunidades.

Si bien Pamplona y Pamplonita no han resultado tan afectadas por el conflicto armado como otros municipios del departamento, la dinámica armada restringe la inversión, frena la economía y retrasa el desarrollo para los territorios, lo cual se refleja en las altas cifras de necesidades básicas insatisfechas.

5.3.2.2 Unidades territoriales menores

En lo referente al componente demográfico para las unidades territoriales menores, se presentan los datos poblacionales básicos de las seis (6) veredas y los seis (6) barrios, teniendo como base los datos suministrados por algunos de los integrantes de cada una de las Juntas de Acción Comunal, a través de las fichas de caracterización rural y urbana.

Debido a que la composición de la unidad funcional 1 es de carácter rural y urbano, se hará presentación y análisis de los datos, diferenciando estos dos tipos de poblamiento.

5.3.2.2.1 Grupos poblacionales

Respecto a los grupos poblacionales presentes en las veredas del área de influencia, los representantes de las JAC informaron que no hay grupos poblacionales reconocidos o auto reconocidos, pertenecientes a grupos étnicos particulares como afrodescendientes, indígenas, ROM o Raizales, por lo que se perciben en su totalidad como comunidades mestizas.

Dichas comunidades mestizas son en su mayoría de origen campesino de los mismos municipios y veredas cercanas, aunque hay una reciente llegada de colonos por cuenta del crecimiento que ha mantenido el casco urbano de Pamplona.

5.3.2.2.2 Dinámica poblacional

El presente apartado señala los eventos o hechos históricos relevantes para cada una de las unidades territoriales menores, que fungieron como momentos de importancia para la creación de las veredas o de relevancia demográfica, así como las primeras familias o grupos de familias que habitaban el territorio o que llegaron a habitarlo en el momento de su constitución como unidad territorial conocida hasta el día de hoy.

En la Tabla 5.53 se presenta la fecha aproximada de creación de cada una de las unidades territoriales del área de influencia de la UF 1 y las referencias históricas y familiares.

Tabla 5.53 Dinámica poblacional de unidades territoriales menores

Tipo de asentamiento	Municipio	Unidad territorial	Año de creación	Primeros pobladores	Descripción de la dinámica de poblamiento
Rural	Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	1800	Grupos Indígenas	Los indígenas fueron los primeros en llegar y colonizar la vereda.
		Vereda Alcaparral	1940	Grupos indígenas	Los primeros pobladores de la vereda y fundadores de la misma fueron indígenas que sufrieron la expulsión del terreno de lo que hoy es la cabecera municipal y se asentaron en cercanías de esta.
		Vereda El Naranjo	1970	-	S.I.
		Vereda Ulagá Baja	1967	Indígenas y familia Márquez Delgado	Esta vereda se formó a partir de su separación de la vereda Ulagá Baja, que había surgido con el poblamiento de comunidades indígenas que la nombraron Ulagá y posteriormente la Familia Márquez
		Vereda Sabaneta Baja	1950	-	Manifiestan no conocer mayor información acerca creación de la unidad territorial. Sin embargo, recuerdan que años atrás las viviendas eran más dispersas y eran construidas de manera artesanal. Desde que se conformó la JAC, se han mejorado las vías de acceso y se han mejorado las condiciones de las viviendas.

Tipo de asentamiento	Municipio	Unidad territorial	Año de creación	Primeros pobladores	Descripción de la dinámica de poblamiento
	Pamplonita	Vereda La Hojancha	1.950	Familia García	Los territorios de lo que hoy se conoce como vereda La Hojancha pertenecían al Padre Suarez Párroco de Pamplonita, quien donó terrenos para la construcción de la Escuela y vendió otra parte al INCORA, otra parte de los terrenos eran propiedad de la familia García.
Urbano	Pamplona	Barrio El Buque	1956	Habitantes de la vereda Sabaneta.	La primera familia fue la Carrillo.
		Barrio San Luis	1990	Otros municipios	El padre Tarazona fue quien lo fundó
		Barrio Simón Bolívar	1981	Familia Andrade	S.I.
		Barrio Juan XXIII	1965	Familia Montaño, Cruz, Ferrer, Capacho, Gáfaro.	Inicio con el asentamiento de 20 familias.
		Barrio Cristo Rey Parte Baja	1984	-	S.I.
		Barrio Cristo Rey Parte Alta	1966	Alfredo Bustamante, Maria Otilia Perez	S.I.

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol, y 2018 UVRP.

De acuerdo con esta información, la dinámica poblacional aumentó a partir de la segunda mitad del siglo XX, momento en el que se crearon cuatro (4) de las seis (6) veredas y cuatro (4) barrios del área de influencia. Los barrios Simón Bolívar, San Luis y Cristo Rey Parte Baja son los de más reciente fundación.

La aparición de estas unidades territoriales menores surgió debido a la parcelación de grandes extensiones de tierra, la migración poblacional, la necesidad de proveer servicios sociales y construir locaciones para ser habitadas. En el caso del barrio El Buque, al igual que en muchas ciudades del país; su fundación se debió a factores como la industrialización de la economía y la movilización del campo a las ciudades en búsqueda de mejorar las condiciones de vida.

Vale la pena señalar que, sobre los hitos fundacionales de las unidades territoriales menores, las comunidades no cuentan con datos precisos que permitan ampliar la información sobre las fechas exactas, las condiciones y el contexto en el que surgieron.

Por otra parte, en el marco de la dinámica poblacional actual, resulta relevante aportar los datos sobre los flujos migratorios de las unidades territoriales menores, según la información aportada por las comunidades. En esta se destaca la entrada y/o salida de personas, así como los momentos del año y los principales motivos de dichos flujos (ver Tabla 5-54).

Tabla 5-54 Movimientos de población

Tipo de asentamiento	Municipio	Unidad territorial	Movimientos de la población		Época del año			Cuál
			Llegada	Salida	inicio	Mitad	Final	
Rural	Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	X	-	-		x	Festividades de Diciembre
		Vereda Alcaparral	X	-	-	-	-	-
		Vereda El Naranjo	X	X	-	X	X	Semana Santa y Diciembre
		Vereda Ulagá Baja	X	X	-	X	X	-
		Vereda Sabaneta Baja	No	No	No	No	No	No
	Pamplonita	Vereda La Hojancha	X	-	X	-	-	Diciembre
Urbano	Pamplona	Barrio El Buque	X	X	X	X	X	-
		Barrio San Luis	X	X	X	X	X	-
		Barrio Simón Bolívar	X	X	-	-	-	-
		Barrio Juan XXIII	X	X	X	X	X	-
		Barrio Cristo Rey Parte Alta	X	X	X	X	X	-
		Barrio Cristo Rey Parte Baja	X	X	X	X	X	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol.

La causa principal del flujo migratorio reportado en las unidades territoriales hace referencia a las festividades religiosas (Semana Santa, mitad de año), vísperas de navidad y fin de año, siendo éstas las épocas donde ocurre mayor migración, debido al retorno de familiares provenientes en su mayoría de Cúcuta y Bucaramanga, siendo éstos los lugares con mayor oferta de empleo, ya que son las capitales departamentales próximas al área de influencia.

De acuerdo con la información suministrada, se identifican las siguientes particularidades, en las unidades territoriales urbanas, la principal causa de migración es la búsqueda de empleo, razón por la cual se reporta este evento durante el transcurso del año; en tanto en la vereda Sabaneta Baja, la comunidad manifiesta que no se presenta flujo migratorio en ninguna época del año.

5.3.2.2.3 Tendencias demográficas

Dentro del marco de los datos e indicadores demográficos recolectados en campo a través de la ficha de caracterización rural y barrial, no se posibilita la realización de un análisis longitudinal, teniendo en cuenta que este implica:

> "[…] más de dos mediciones a lo largo de un seguimiento; deben ser más de dos, ya que todo estudio de cohortes tiene este número de mediciones, la del principio y la del final del seguimiento." (Delgado Rodríguez & Llorca Díaz, 2004)

Cabe mencionar, que las comunidades del área de influencia no cuentan con censos veredales y/o barriales actualizados, razón por la cual no fue posible acceder a indicadores demográficos que permitieran realizar este tipo de análisis.

Por lo anterior, en el siguiente acápite se reportan los datos de natalidad, mortalidad y la estructura de la pirámide poblacional consolidada de las unidades territoriales menores, para generar un panorama sobre la situación actual en términos demográficos.

5.3.2.2.4 Estructura de la población

A continuación, se presentan las cifras de población total, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento poblacional, tipología familiar y población en Edad de Trabajar (PET), de las unidades territoriales menores.

La Tabla 5.55, presenta la población total distribuida en rangos de edad y sexo, diferenciando la información en el sector urbano y rural de las unidades territoriales menores que componen el área de influencia de la Unidad Funcional 1.

Tabla 5.55 Composición de la población por rangos de edad y sexo en las Unidades Territoriales Menores

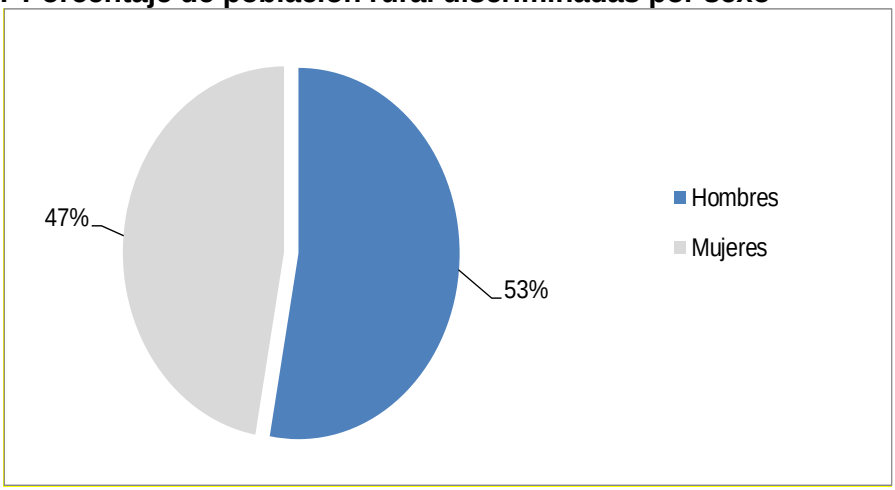
Municipio	Unidad territorial	Pob. total	0 - 5				6 - 17				18 – 35				36 - 59				60 y más			
			H		M		H		M		H		M		H		M		H		M	
			#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	150	5	3	2	1	15	10	11	7	30	20	20	13	30	20	20	13	14	9	3	2
	Vereda Alcaparral	115	6	5	4	3	16	14	10	9	18	16	8	7	20	17	21	18	6	5	6	5
	Vereda El Naranjo	230	15	7	25	11	12	5	13	6	45	20	45	20	25	11	25	11	13	6	12	5
	Vereda Ulagá Baja	283	11	4	8	3	30	11	33	12	31	11	24	8	46	16	50	18	30	11	20	7
	Vereda Sabaneta Baja	113	8	7	6	5	5	4	7	6	16	14	8	7	16	14	12	11	10	9	25	22
Pamplonita	Vereda La Hojancha	126	18	14	11	9	12	10	15	12	18	14	17	13	10	8	13	10	6	5	6	5
Total Rural		1.017	63	6	56	6	90	9	89	9	158	16	122	12	147	14	141	14	79	8	72	7
Pamplona	Barrio El Buque	600	13	2	17	3	29	5	53	9	100	17	115	19	90	15	103	17	21	4	59	10
	Barrio San Luis	122	7	6	8	7	8	7	12	10	10	8	20	16	19	16	22	18	9	7	7	6
	Barrio Simón Bolívar	478	23	5	32	7	48	10	50	10	33	7	40	8	60	13	72	15	35	7	85	18
	Barrio Juan XXIII	1900	139	7	184	10	210	11	232	12	81	4	89	5	97	5	109	6	372	20	387	20
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	600	35	6	43	7	63	11	87	15	45	8	75	13	46	8	56	9	63	11	87	15
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	400	20	5	20	5	52	13	67	17	28	7	43	11	35	9	47	12	38	10	50	13
Total Urbano		4100	237	5	304	6	410	9	501	12	297	8	382	12	347	11	409	13	538	10	675	13
TOTAL		**5.117**	**300**	**6**	**360**	**6**	**500**	**9**	**590**	**11**	**455**	**12**	**504**	**12**	**494**	**12**	**550**	**13**	**617**	**9**	**747**	**10**

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol, UVRP, 2018.

De acuerdo con la información de la Tabla 5.55, el total de la población en las unidades territoriales menores es de 5.117 habitantes de los cuales el 20% está en el área rural y el restante 80% se encuentra en el área urbana del Municipio Pamplona.

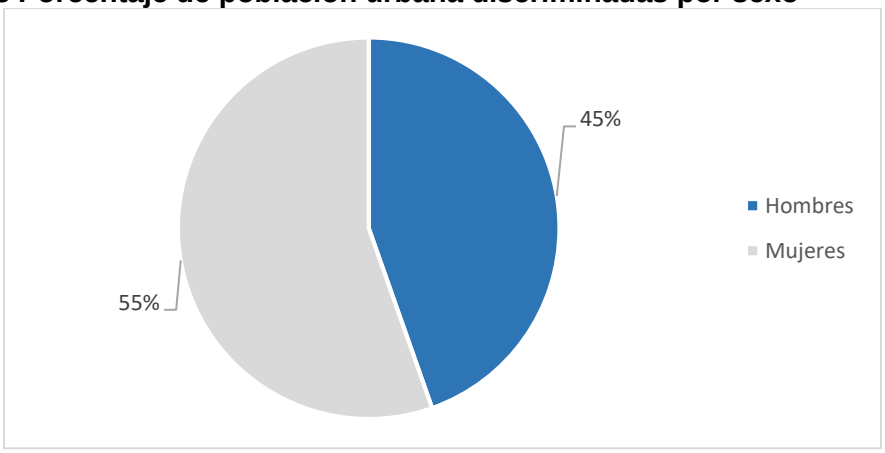
La distribución poblacional por sexo presenta mayor diferencia en el área urbana, ya que se reportan 10% más mujeres que hombres, en tanto en el sector rural la diferencia es de aproximadamente el 6%, siendo mayor la población de hombres (ver Figura 5.17 y Figura 5.18)

Figura 5.17 Porcentaje de población rural discriminadas por sexo



Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol.

Figura 5.18 Porcentaje de población urbana discriminadas por sexo



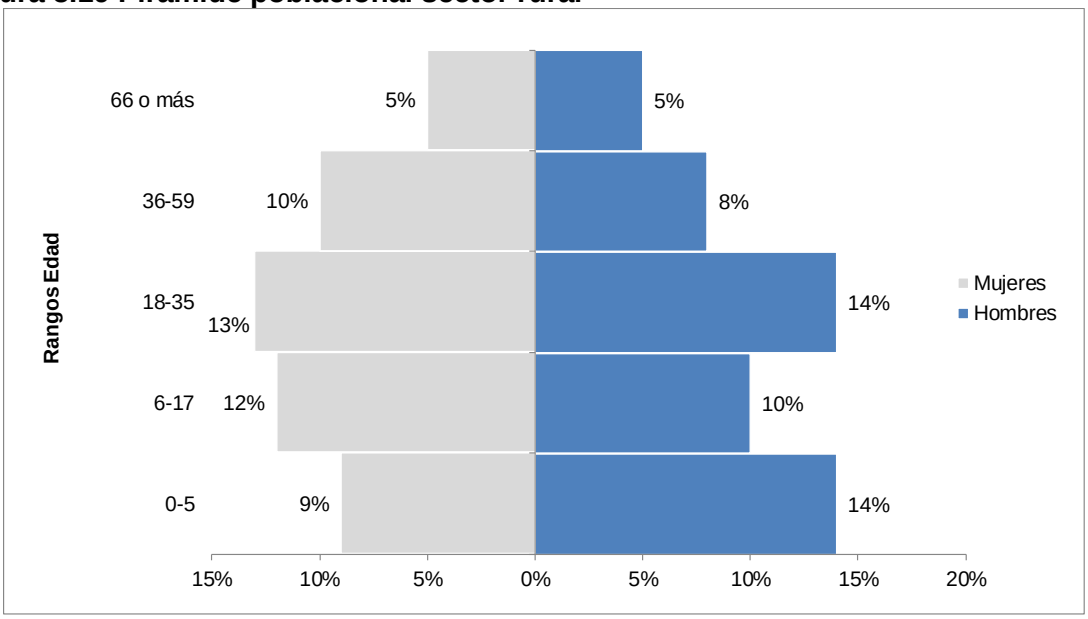
Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-Concol-UVRP.

Frente a la distribución poblacional por sexo y rango de edad en el área urbana y rural, cabe mencionar que la mayor proporción de mujeres se registra en el área urbana, con un promedio diferencial de 4 puntos; el rango de edad en el cual se presenta la mayor diferencia corresponde a los 60 años y más, donde la cantidad de mujeres en el área urbana supera cuatro veces la población reportada en el sector rural, en tanto el rango de edad en el cual se presenta menor brecha es de los 0 a los 5 años con una diferencia de 1 persona. En cuanto a las cifras de los hombres, se evidencia que el promedio diferencial es de aproximadamente 2 comparando el número de hombres de las áreas rural y urbana.

La distribución de la población por sexo en las unidades menores del sector urbano coincide con la distribución del Municipio de Pamplona, donde la población de mujeres es mayor, lo cual podría relacionarse con la dinámica económica del municipio, basada principalmente en el sector terciario, en el cual se ocupa mayormente la mano de obra femenina en actividades comerciales, sector turismo, sector salud, y sector educación.

Para el caso de la población del sector rural, se reporta un total de 1.017 personas, de las cuales el 27% se encuentra en edades entre los 18 y 35 años, en tanto el 10% pertenece al rango de edad a partir de los 66 años, siendo éstas las cifras más altas y bajas respectivamente. La diferencia en los rangos de edad, entre hombres y mujeres no supera un promedio aproximado del 2%, siendo el rango de edad entre los 0 y 5 años, el que mayor diferencia presenta con 5 puntos porcentuales, como se observa en la Figura 5.19.

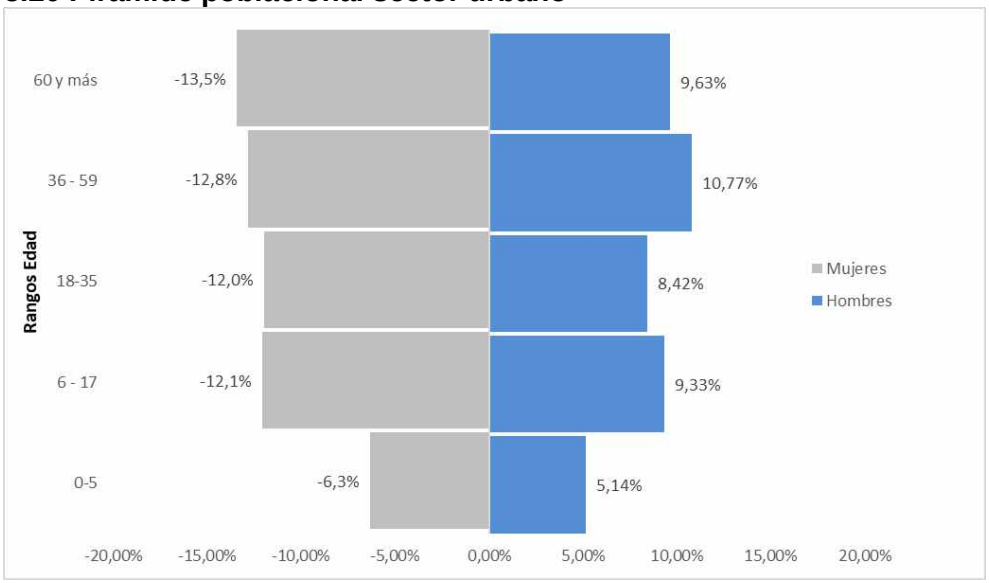
Figura 5.19 Pirámide poblacional sector rural



Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom-ConCol.

En cuanto a la población del sector urbano, se reportan 4.100 personas, la distribución a partir del rango de edad y sexo, es relativamente uniforme entre los 36 a los 59 años, ubicando en ellas entre el 11% y 13% de la población total, el rango de edad con menor representación poblacional es de los 0 a los 5 años con el 6% para mujeres y el 5% para hombres. La diferencia en los rangos de edad, entre hombres y mujeres no supera un porcentaje aproximado del 4%, siendo el rango de edad a partir de los 60 años, el que mayor diferencia presenta, como se observa en la Figura 5.20.

Figura 5.20 Pirámide poblacional sector urbano



Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol-UVRP.

Según lo plasmado en las Figura 5.19 y Figura 5.20, hay una distribución poblacional equilibrada respecto a la proporción en rangos de edad y sexo, ya que la mayor diferencia se presenta en el sector urbano y no supera el 3%.

En el sector rural se reporta gran cantidad de población joven, cifra que se reduce conforme aumenta el rango etario, representando así una estructura demográfica progresiva, se evidencia principalmente en el rango de edad de los 0 a los 5 años, donde se reporta 13% más población que en el rango de 66 años o más. Sin embargo, en el sector urbano la dinámica poblacional es regresiva, pues se evidencia incremento en la población adulta respecto a la joven, situación notoria en el caso de la población de 66 o más años la cual supera en un 8% a la población de 0 a 5 años, escenario que puede tener correlación con la migración de la población joven hacia cabeceras municipales y/o ciudades principales, causado por ofertas académicas o laborales.

Considerando que el trabajo es una de las razones que motivan el proceso migratorio en la población joven de las unidades territoriales menores del área de influencia, en la Tabla 5.56, se presenta la información referente a la Población en Edad de Trabajar (PET), la cual según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE –: “está constituida por las personas de 12 y más años en la parte urbana, y de 10 años y más en la parte rural.” (DANE, 2012). Sin embargo, para efectos del presente proyecto, se modificará la constitución de la población PET, tomando como edad inicial los 18 años, teniendo en

cuenta lo estipulado en el artículo 29 del Código Sustantivo del Trabajo, donde se establece que “Tienen capacidad para celebrar el contrato individual de trabajo, todas las personas que hayan cumplido dieciocho (18) años de edad” (Ministerio del Trabajo, s.f.).

Tabla 5.56 Población en Edad de Trabajar en las Unidades Territoriales Menores

Municipio	Unidad Territorial	Población total	PET	Porcentaje
Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	150	117	78
	Vereda Alcaparral	115	79	69
	Vereda El Naranjo	230	165	72
	Vereda Ulagá Baja	283	201	71
	Vereda Sabaneta Baja	113	87	77
Pamplonita	Vereda La Hojancha	126	70	56
Pamplona	Barrio El Buque	600	488	81
	Barrio San Luis	122	87	71
	Barrio Simón Bolívar	478	325	68
	Barrio Juan XXIII	1900	622	38
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	600	302	50
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	400	220	55
	Total	**5117**	**2763**	**65**

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom – ConCol.

Dentro de los elementos demográficos de relevancia se encuentra la identificación de los tipos de familia que predominan en el área de influencia del proyecto, razón por la cual se presenta dicha información en la Tabla 5.57.

Tabla 5.57 Tipos de familia predominantes en las unidades territoriales menores

Municipio	Unidad Territorial Menor	Población total	Número de Hogares	Promedio por hogar	Nuclear				Extensa	
					Biparental con hijos	Biparental sin hijos	Mono parental	Uni personal	más parientes	mas no parientes
Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	150	68	2	30	-	-	-	70	-
	Vereda Alcaparral	115	30	4	66	-	-	-	-	34
	Vereda El Naranjo	230	50	5	30	-	-	-	70	-
	Vereda Ulagá Baja	283	56	5	80	-	-	-	20	-
	Vereda Sabaneta Baja	113	68	2	-	-	80	-	-	20
Pamplonita	Vereda La Hojancha	126	58	2	66	-	-	-	34	-
Pamplona	Barrio El Buque	600	150	4	100	-	-	-	-	-
	Barrio San Luis	122	32	4	100	-	-	-	-	-
	Barrio	478	106	4	100	-	-	-	-	-

Municipio	Unidad Territorial Menor	Población total	Número de Hogares	Promedio por hogar	Nuclear				Extensa	
					Biparental con hijos	Biparental sin hijos	Mono parental	Uni personal	más parientes	mas no parientes
	Simón Bolívar									
	Barrio Juan XXIII	1900	350	5	-	-	-	-	100	-
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	400	258	5	-	-	-	-	100	-
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	600	120	5	-	-	-	-	100	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom – ConCol; 2018, UVRP.

Tal como se indica en la tabla anterior, las unidades territoriales con mayor número de personas en promedio por hogar son las veredas Ulagá Baja y El Naranjo y los barrios Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja; en tanto las veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha tienen el menor número de personas en promedio por hogar; predominan las familias nucleares, dentro de ellas se encuentra con mayor frecuencia familias biparentales con hijos.

Para generar un acercamiento al posible crecimiento o decrecimiento poblacional, se expone en la Tabla 5.58, los indicadores de natalidad y mortalidad por unidad territorial, develando la cantidad de personas nacidas y fallecidas en el último año.

Tabla 5.58 Natalidad y mortalidad en las unidades territoriales menores

Municipio	Unidad territorial	Nacidos vivos			Fallecidos		Causa
		Cantidad	Población Total	Porcentaje respecto a población total	Cantidad	Porcentaje respecto a población total	
Pamplona	Sabaneta Alta	1	150	0,7	0	0,0	-
	Alcaparral	5	115	4,3	2	1,7	Cáncer
	El Naranjo	12	230	5,2	0	0,0	-
	Ulagá Baja	4	283	1,4	2	0,7	Enfermedad
	Sabaneta Baja	7	113	6,2	4	3,5	Muerte Natural
Pamplonita	La Hojancha	3	126	2,4	1	0,8	Enfermedad
Total Rural		**32**	**1017**	**3,1**	**9**	**0,9**	**-**
Pamplona	Barrio El Buque	20	600	3,3	4	0,7	-

Municipio	Unidad territorial	Nacidos vivos			Fallecidos		Causa
		Cantidad	Población Total	Porcentaje respecto a población total	Cantidad	Porcentaje respecto a población total	
	Barrio San Luis	0	122	0,0	1	0,8	-
	Barrio Simón Bolívar	32	478	6,7	10	2,1	-
	Barrio Juan XXIII	0	1900	0,0	20	1,05	-
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	0	400	0,0	5	1	-
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	5	600	0,8	6	1	-
Total Urbano		**57**	**4100**	**1,4**	**48**	**1,2**	**-**
TOTAL		**84**	**5117**	**1,6**	**24**	**0,4**	**-**

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, 2018; Aecom – ConCol, UVRP.

De acuerdo con esta información se identifica que la unidad territorial que cuenta con el índice más alto de natalidad durante el último año es el Barrio Simón Bolívar, en tanto el barrio San Luis, Juan XXIII y Cristo Rey Parte Baja no reportan nacimientos en el último año. En cuanto al índice de mortalidad, la vereda Sabaneta Baja y el barrio Juan XXIII, son los que reportaron mayor número de personas fallecidas. Sin embargo, debido a la cantidad de población de cada unidad, es la vereda Sabaneta Baja la que presenta el más alto índice de mortalidad, mientras que las veredas Sabaneta Alta y El Naranjo, no reportaron muertes.

En términos generales, se evidencia que son las unidades territoriales del área urbana, son las que presentan un mayor índice de natalidad y mortalidad, presentándose mayor número de nacimientos que fallecimientos en el área de influencia del proyecto.

5.3.2.2.5 Tenencia de la tierra

La información correspondiente a este ítem se suministra a detalle en el numeral 5.3.4 Componente económico.

5.3.2.2.6 Población en situación de desplazamiento

De las unidades territoriales que componen el área de influencia del proyecto, el 60 reporta migración de población a causa de desplazamiento, la vereda Alcaparral indica que ha llegado población en situación de desplazamiento sin embargo no suministra más información al respecto; la vereda El Naranjo informa que ha recibido dos (2) familias, aproximadamente 10 personas desplazadas de Venezuela; la vereda Sabaneta Baja señala que dentro de su población cuenta con 3 personas desplazadas de Venezuela; la vereda La Hojancha manifiesta que ha sido receptora de 30 personas desplazadas de Venezuela,

en cuanto a la zona urbana, el barrio Simón Bolívar reporta la llegada de 58 familias procedentes de otros municipios, representando aproximadamente 232 personas.

Según la información anterior, se registra traslado de población en situación de desplazamiento en las unidades territoriales menores del área de influencia.

5.3.2.2.7 Patrones de asentamiento

En lo que respecta a los patrones de asentamiento se reseña la distribución de los asentamientos de la población en los territorios de las unidades territoriales menores, categorizándolo en nucleado (aglomeración de viviendas), disperso (viviendas que cuentan con una distancia amplia) o mixto (que presenta estas dos categorías).

A partir de lo anterior, como marco de caracterización y según la información primaria levantada en campo a través de los recorridos al corredor y de los datos aportados por los líderes de cada unidad territorial, se define que el patrón de asentamiento predominante es tanto nucleado como disperso, considerando que las unidades territoriales del área urbana son nucleados, en tanto en el área rural se presenta predominantemente disperso, a excepción de la vereda Sabaneta Alta, donde la población refiere ser un territorio nucleado, y la vereda Alcaparral, clasificada como mixta, debido a que cuenta con centro nucleado denominada *"La Curva de los Adioses".*

5.3.3 Componente espacial

5.3.3.1 Unidades territoriales mayores

5.3.3.1.1 Servicios públicos

A continuación, se hace una descripción de la cobertura e infraestructura de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos, energía eléctrica, telecomunicaciones y transporte público).

Se define los servicios públicos como las "instalaciones indispensables para el desarrollo y funcionamiento normal, que atiende a las necesidades colectivas de higiene, comunicación, comodidad, seguridad, saneamiento básico (agua potable, alcantarillado, recolección de basura, teléfonos y energía eléctrica) de la comunidad, suministradas o no por el Estado" (Alcaldía Municipal de Facatativá, 2002).

- Acueducto y alcantarillado

EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es la empresa encargada de prestar los servicios públicos en el casco urbano del municipio, empresa de categoría mixta, con 50 años de existencia.

Fotografía 5.5 Empopamplona S.A.E.S.P

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Según Plan de Desarrollo Municipal de Pamplona 2016 – 2019 “El cambio en nuestras manos”; el acueducto del municipio de Pamplona cuenta con dos Plantas de tratamiento: Cariongo y Monteadentro; ambas son de tipo convencional y presentan un nivel de complejidad medio-alto con una continuidad de 24 horas al día, estas se abastecen de las Quebradas Cariongo en la vereda Monteadentro, El Rosal en la vereda Rosal, Ucuques y Morronegro de la vereda García.

A través de la Tabla 5.59, se presentan las características con relación a la calidad y cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado para los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.59 Características servicios Acueducto y Alcantarillado, Pamplona y Pamplonita[7]

Municipio	Fuentes de abastecimiento	Empresa prestadora del servicio	Cobertura Acueducto ()		Cobertura Alcantarillado ()		Infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento	Disposición de excretas (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas, a cielo abierto)	Problemáticas
			C	R	C	R			
Pamplona	-Planta Monteadentro quebrada El Mono Ucuques y Quebrada Potreritos -Planta Cariongo: Quebrada Cariongo y Quebrada Rosal	EMPOPAMPLONA (Empresas de servicios públicos S.A E.S.P)	96	S.I.	95	S.I.	El acueducto del municipio de Pamplona cuenta con dos Plantas de tratamiento: Cariongo y Monteadentro; ambas son de tipo convencional y presentan un nivel de complejidad medio alto con una continuidad de 24 horas al día, Ucuques y Morronegro de la vereda García. Fue puesta en marcha en el año de 1945, con una capacidad de 120 litros/segundo y se amplió su capacidad a 200 litros/segundo. La planta de tratamiento Monteadentro comenzó a operar en el 2004, que vienen del Páramo García, allí cada una de las quebradas posee una bocatoma o rejilla de fondo que extrae la cantidad de agua necesaria para su tratamiento	El sistema de alcantarillado descarga las aguas negras y servidas directamente sin tratamiento previo al río Pamplonita en 3 puntos de vertimiento: Vertimiento 1: Box Coulvert Río Chiquito 34 de la descarga total del municipio; Vertimiento 2: Emisario final 64 de la descarga total; Vertimiento 3: Villa Cristina 1 del total de la descarga.	El Municipio en la actualidad no dispone de un sistema de tratamiento de aguas residuales, debido a esto se presenta una gran problemática de contaminación en la zona de influencia del casco urbano, por consecuencia de las descargas de aguas residuales sin tratamiento provenientes del sistema de alcantarillado de la ciudad de Pamplona.
Pamplonita	-Quebrada Urumal, -Quebrada	Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de	100	100 (acueductos comunitarios)	94	70,2	la infraestructura instalada consta de una captación de fondo en buen estado,	cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales tipo	El servicio de acueducto no se presta de manera continua, ya que es

7 S.I. sin información. C: cabecera. R: Resto

Municipio	Fuentes de abastecimiento	Empresa prestadora del servicio	Cobertura Acueducto ()		Cobertura Alcantarillado ()		Infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento	Disposición de excretas (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas, a cielo abierto)	Problemáticas
			C	R	C	R			
	Batagá	Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Pamplonita unidad de servicios públicos de Pamplonita					desarenador, también en buen estado, una planta de tratamiento (sistema de filtración lenta) con capacidad para 3.5 lt/seg, sistema de cloración y un tanque de almacenamiento de aproximadamente 85 m3 de capacidad. Tanto la línea de conducción, como la red de distribución están hechas en tubería P.V.C. de 3’ y 2’ respectivamente. La red de distribución cuenta con 11 válvulas reguladoras de caudal y 4 hidrantes para la mitigación de incendios que se presenten en la Cabecera Municipal.	Palecafa	necesario realizar constantes racionamientos debido a que hay una disminución severa de la fuente abastecedora, uso inadecuado por parte de usuarios y riego de cultivos en la zona urbana. El Sistema de tratamiento de aguas residuales Palecafa, actualmente no se encuentra en funcionamiento, ya que requiere la construcción de obras complementarias y de mantenimiento de la infraestructura actual.

Fuente: (Alcaldia municipal de Pamplonita), (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2002). Adaptado por Aecom - ConCol, 2017

La Planta de Tratamiento Cariongo, fue puesta en marcha en el año de 1945, con una capacidad de 120 litros/segundo. En el año de 1985 fue optimizada, implementando una nueva sección de floculación, la sedimentación existente se dividió en dos secciones e instalaron placas paralelas para mejorar la clarificación del agua, permitiendo ampliar la capacidad de tratamiento a 200 litros/segundo.

La planta de tratamiento Monteadentro comenzó a operar a partir del mes de julio de 2004. El funcionamiento de la planta se produce por la energía hidráulica en todos los procesos unitarios. El modelo de planta se conoce con el nombre de planta integral, porque en un espacio reducido tiene todos los procesos unitarios normales de las demás plantas llamadas convencionales. La planta se abastece de dos quebradas, que son El Mono y Potreritos, que vienen del Páramo y de García, allí cada una de las quebradas posee una bocatoma o rejilla de fondo que extrae la cantidad de agua necesaria para su tratamiento.

La empresa prestadora del servicio de acueducto en Pamplonita es La Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Aseo y Alcantarillado. Las principales fuentes de abastecimiento del acueducto son las quebradas Urumal y Batagá; según su Plan de Desarrollo 2016-2019 (Alcaldía de Pamplonita, 2016) la cobertura del servicio de acueducto en la zona urbana alcanzaba el 100 y la cobertura de los sistemas de captación de agua para uso doméstico en la zona rural alcanzaba el 70 en el 2014.

Como problemáticas asociadas al servicio de acueducto y alcantarillado en el municipio de Pamplona se encontró que en la actualidad no dispone de un sistema de tratamiento de aguas residuales, debido a esto se presenta gran contaminación en la zona de influencia del casco urbano, por consecuencia de las descargas de aguas residuales sin tratamiento provenientes del sistema de alcantarillado de la ciudad.

En Pamplonita se identificó como principal problemática los constantes racionamientos debido a que hay una disminución severa de la fuente abastecedora, uso inadecuado por parte de usuarios y riego de cultivos en la zona urbana. El Sistema de tratamiento de aguas residuales actualmente no se encuentra en funcionamiento, ya que requiere la construcción de obras complementarias y de mantenimiento de la infraestructura actual.

- Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos

EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es la empresa prestadora del servicio de aseo del municipio de Pamplona. Ofrece los servicios de: recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional La Cortada, también se realiza actividades complementarias como Corte de Césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, además de lavado de áreas especiales para eventos públicos.

En Pamplona, según su Plan de Desarrollo (Alcaldia Pamplona, 2017) la cobertura promedio en servicio de aseo para el 2015 fue de 95.24. Como principal problemática se identificó la existencia de sitios que se volvieron críticos en generación de residuos y son depositados por todos los usuarios de la zona en cualquier horario y día produciendo focos de infecciones, malos olores y proliferación de vectores. Otra problemática identificada es el depósito indiscriminado en los alrededores de la ciudad de Pamplona de los desechos de construcción y demolición, generando un impacto visual negativo, sin mencionar la no determinación de establecer un sitio idóneo para este tipo de residuos.

En Pamplonita la empresa prestadora del servicio de aseo y recolección de residuos es la Unidad de Servicios Públicos De Pamplonita, con una cobertura del 100 en el casco urbano, con una frecuencia de una vez por semana y con disposición final en el relleno sanitario de Pamplona. La principal problemática en el municipio de Pamplonita en cuanto al servicio de aseo es la inexistencia de cobertura en el área rural.

- Energía y telecomunicaciones

En cuanto al servicio de energía en los municipios de Pamplona y Pamplonita el prestador del servicio es la empresa Centrales Eléctricas del Norte de Santander (CENS).

Según el Sistema de Información Eléctrico Colombiano (Unidad de Planeación Minero Energetica, UPME, 2016) en Pamplona existe para el 2015 una cobertura del 100 tanto en su cabecera municipal como en el resto. En Pamplonita hay un 100 de cobertura en su cabecera municipal y un 90 en el resto, lo que indica que en este último municipio aún falta un porcentaje mínimo para llegar al estado óptimo del 100 de cobertura.

Fotografía 5.6 Centrales Eléctricas de Norte de Santander

Fuente: Aecom – ConCol, 2017

Según el esquema de ordenamiento territorial de Pamplonita la telefonía fija está disponible para el total de las viviendas ubicadas en la cabecera municipal, pero su conexión, depende de la decisión individual de cada propietario o inquilino.

Además de esto, se cuenta con una sede de Telecom donde se presta el servicio de kiosco a través de dos abonados. Durante el año 2000, se presentaron dificultades en la continuidad del servicio, por el hurto de paneles solares en la torre repetidora ubicada en el Cerro Estanislao, situación que se solucionó ubicando dicha torre en la vereda El Páramo.

Otro indicador de las comunicaciones a nivel municipal son los Kioscos Vive Digital; (Tabla 5.60) que son puntos de acceso comunitario a Internet para los niños, jóvenes y adultos en zonas rurales de más de 100 habitantes, ubicados en zonas de difícil acceso en Colombia, donde pueden conectarse a internet y recibir capacitaciones gratuitas en uso y apropiación de las TIC (Ministerio de Tecnologías de La Información y las comunicaciones). Este indicador nos arroja para estos municipios la siguiente información:

Tabla 5.60 Puntos Vive Digital Pamplona y Pamplonita

Municipio	Punto
Pamplona	• El Naranjo/Vereda El Naranjo • La Botica/Vereda El Rosal • Escuela Cariongo/Vereda Monteadentro • San Miguel/Vereda Caima
Pamplonita	• Escuela Rural Camilo Daza/Vereda San Rafael

Fuente: (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017), consultado y organizado por Aecom - Concol S.A. 2017

La anterior tabla nos muestra la poca disponibilidad que se encuentra en el municipio de Pamplonita ya que según el Ministerio de las Telecomunicaciones y la Informática (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017) solo se encuentra un punto de Vive digital en la vereda San Rafael, situación contradictoria ya que este programa esta creado especialmente para poblaciones rurales que tienen un difícil acceso a las telecomunicaciones y el internet.

- Transporte público

Pamplona cuenta con una terminal de trasporte que ofrece adecuadamente los servicios de conectividad del municipio con las demás ciudades del departamento y el país. El terminal es una empresa de responsabilidad limitada de carácter privado, inició con la asociación de las tres principales empresas de transporte de la ciudad: Cooperativa de Transportadores Nacionales de Pamplona Ltda. “Cootranal”, Cooperativa de Transportadores El Motilón Ltda., “Cooptmotilon” y Extra Rápido Los Motilones. A partir de dicha sociedad se organizó la prestación del servicio de transporte público por carretera y se solucionó el caos, desorden y desorganización de los transportadores que se manifestaba en el parque principal de la ciudad. (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016).

El eje vial principal de mayor trascendencia para el municipio es la carretera Pamplona-Cúcuta, por lo tanto, se constituye en la principal estructura vial que interrelaciona o comunica con la mayor parte de los municipios del departamento.

Tabla 5.61 Empresas y rutas de transporte

Empresa	Rutas
Coopmotilon	Bucaramanga
	Cúcuta
	Diamante
	Chitagá
Extra Rápido los Motilones	Bucaramanga
	Cúcuta
	Toledo
	Chinácota
	San Bernardo
	Chitagá
	Cácota
Transportes Peralonso	Cúcuta-Arboledas
Expreso Brasilia	Montería
	Medellín
	Barranquilla
	Cartagena
Omega	Medellín
	Bogotá
	El Banco
Cotrans	Bogotá
	Málaga
Cootranstame	Bogotá
	Málaga
Berlinas del Fonce	Bogotá
Flota Sugamuxi	Saravena-Yopal
	Saravena-Arauca
Concorde	Duitama-Tunja-Bogotá
Expreso Bolivariano	Cali
	Cali-Ipiales
	Medellín
	Pereira
Copetrán	Bogotá
	Valledupar
	Medellín
	Saravena
	Ibagué
	Barrancabermeja

Fuente: (Alcaldia de Pamplona, 2015), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017.

Debido al tamaño de sus poblaciones; Pamplona se convierte en el prestador del servicio de transporte para Pamplonita y por contar este con terminal de transporte y por ende con una oferta de empresas y parque automotor.

En Pamplonita, el casco Urbano se sirve de taxis para comunicarse con la ciudad de Pamplona y Cúcuta, servicio que igualmente prestan algunos vehículos particulares para cubrir las zonas de difícil acceso. Otros sectores rurales, como el corregimiento El Diamante, se sirven de transporte público sobre la troncal Pamplona- Cúcuta para el desplazamiento de personas y mercancías.

- Acceso a internet

Tomando el promedio de personas por hogar arrojado por el censo del 2005 de 3.7 Para el municipio de Pamplona (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016) y teniendo en cuenta las poblaciones estimadas por los planes de desarrollo para el 2012-2015 y 2016-2019 para Pamplona y Pamplonita, respectivamente se tienen los siguientes porcentajes de acceso a internet, tomando como base el total de suscriptores para los años de referencia (2013 y 2016), del consolidado trimestral del Ministerio de las telecomunicaciones (Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones).

Tabla 5.62 Acceso a internet Pamplona y Pamplonita

Municipio	Año	Población	Número de personas por hogar	Número de Hogares	Suscriptores Internet	Acceso a Internet
Pamplona	2013	56153	3,7	15176	3529	23.25
Pamplonita	2016	4932	3,7	1333	34	2,55

Fuente: (Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones) (Alcaldía de Pamplona, 2015) Consultado y Organizado Aecom-Concol 2017.

De la anterior tabla observamos el fuerte rezago en el que se encuentra el municipio de Pamplonita ya que para el 2016 solo el 2.55 de los hogares estaban suscritos a internet, mientras que, en Pamplona en el 2013, el 23.25 tenían acceso al mismo.

Cabe anotar que la diferencia notable se puede dar debido a que el mayor porcentaje de la población de Pamplonita se encuentra en el área rural, lo que significa mayor dificultad en el acceso; mientras que en Pamplona la población es predominantemente urbana. No obstante, la oferta que se brinda en el municipio de Pamplonita en cuanto a los Quioscos Vive Digital como programa especial para dar acceso a internet y telecomunicaciones a comunidades apartadas por parte del Estado, también es mínima, ya que como se mencionó anteriormente, en el municipio solo se encuentra un solo punto en comparación con Pamplona que posee cuatro.

5.3.3.1.2 Servicios sociales

Los servicios sociales son entendidos como aquellos que tienen una función social, esto es, que no son expresamente definidos como derechos de la población colombiana, sino que refuerzan la seguridad social.

Los servicios sociales tienen como finalidad satisfacer las necesidades básicas de bienestar y de

> integración social de las comunidades más necesitadas de apoyo comunitario que no pueden atenderse desde la óptica o campo de acción de la Seguridad Social […] Los servicios sociales surgieron y han venido evolucionando hacia una concepción de favorecimiento general de la sociedad desde la óptica del ser humano, mientras que el nivel asistencial de la Seguridad Social tiende a la protección de los riesgos sociales de quienes no pueden contribuir al sistema prodigándoles el mismo conjunto de las prestaciones dispensado a los demás trabajadores (Afanador, 2005).

La caracterización de los servicios sociales se presenta con relación a salud, educación, vivienda, recreación y vías, servicios considerados de vital importancia para el bienestar de las comunidades. Adicionalmente, se incorpora información relacionada con aquellos centros nucleados de influencia para la comercialización y acceso a servicios sociales, los medios de comunicación existentes en la zona, los cementerios y camposantos, las plazas de mercado y plantas de beneficio animal localizados en los municipios que hacen parte del área de influencia del proyecto.

- Educación

A través de la Tabla 5.63, se presentan las instituciones educativas identificadas en el municipio de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.63 Oferta de instituciones educativas Pamplona y Pamplonita

Municipio	Nombre Centro Educativo	Localización	Tipo de Institución	Nivel Académico	Sedes
Pamplona	Centro Educativo Rural Alto Grande	Vereda Alto Grande	Pública	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	10
	Centro Educativo Rural Chíchira	Vereda Chíchira	Pública	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	7
	Centro Educativo Rural San Miguel	Vereda Caima	Pública	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	10
	Colegio Águeda Gallardo de Villamizar	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	5
	Colegio La Presentación	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	1
	Institución Educativa Colegio Provincial San José	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	5
	Instituto Arquidiocesano San Francisco de Asís	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	5
	Institución Educativa Bethlemitas Brighton	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria	2

Municipio	Nombre Centro Educativo	Localización	Tipo de Institución	Nivel Académico	Sedes
				Media Vocacional	
	Escuela Normal Superior	Cabecera Municipal	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	4
	UNAD - Bachillerato diversificado a distancia para adultos	Cabecera Municipal	Privada	Secundaria Media Vocacional	1
	Cambridge School	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	1
	Centro de Estimulación Educativo Infantil Magic Time Bilingüe	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Centro Educativo Comfaoriente Pamplona	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria	1
	Colegio de Nuestra Señora del Rosario	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	1
	Colegio Domus	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	1
	Colegio Sagrado Corazón de Jesús Bethlemitas	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	1
	Institución Educativa Técnica Capacitaciones Intelcoc	Cabecera Municipal	Privada	Secundaria Media Vocacional	1
	Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento	Cabecera Municipal	Privada	Secundaria Media Vocacional	1
	Institución Educativa New Cambridge School	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar Primaria Secundaria	1
	Jardín Infantil Estrellitas Creativas	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Jardín Infantil Mis Primeros Pasitos	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Jardín Infantil Aventuras de Pañales	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Jardín Infantil Gotitas de Amor	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Jardín Infantil Lápices y Colores	Cabecera Municipal	Privada	Preescolar	1
	Instituto Superior de Educación Rural	Cabecera Municipal	Pública	Educación superior	1

Municipio	Nombre Centro Educativo	Localización	Tipo de Institución	Nivel Académico	Sedes
	Universidad de Pamplona	Cabecera Municipal	Pública	Educación superior	1
Pamplonita	Centro Educativo Rural Los Guayabales	Vereda La Palmita	Pública	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	8
	Colegio Nuestra Señora del Pilar	Cabecera Municipal	Pública	Preescolar Primaria Secundaria Media Vocacional	7
	Centro Educativo Rural El Diamante	Corregimiento El Diamante	Pública	Primaria Secundaria Media Vocacional	5

Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, s.f.), (Atillo, s.f.), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

En primera instancia, Pamplona cuenta con 26 instituciones educativas, de las cuales el 62 es privado y el 38 restante es público. Dentro de ellas, se identifican dos (2) establecimientos que ofrecen programas de educación superior. Por su parte, en Pamplonita, existen tres (3) instituciones educativas, todas pertenecientes al sector oficial y de las cuales ninguna ofrece programas de educación superior, aspecto que puede asociarse a la cercanía del municipio con Pamplona, hacia el cual se moviliza la población que aspira a la formación universitaria.

De otro lado, se observa que de las 27 instituciones en Pamplona y Pamplonita que ofrecen educación en los niveles preescolar, primaria, secundaria y media vocacional, el 63 tiene dentro de su oferta tres (3) niveles educativos o más, aspecto que permite inferir que la población estudiantil tiene más posibilidades de acceder al servicio, así como mayor continuidad en comparación a lo que ocurre en otras zonas del país.

A través de la oferta educativa de Pamplona, se reitera lo identificado en el componente demográfico del presente estudio (numeral 5.3.2), con relación a la importancia del municipio para la población estudiantil, no sólo a nivel universitario sino en todos los niveles académicos.

Finalmente, se evidencia que la formación a la primera infancia tiene suma importancia en Pamplona dado que el 22 de los centros educativos, se dedica exclusivamente al nivel académico de preescolar.

A través de la Tabla 5.64 se presentan las cifras relacionadas con la matrícula y cobertura educativa para los municipios de interés. Además, se indican cifras de deserción, aprobación, reprobación, repitencia escolar y acceso a internet en las instituciones que ofrecen el servicio.

Para la adecuada comprensión de la información, cabe mencionar las definiciones del Ministerio de Educación Nacional con relación a la cobertura neta y cobertura bruta de

educación. De acuerdo con la entidad, la cobertura neta corresponde a la "cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en el sistema educativo; sin contar los que están en extra-edad (por encima de la edad correspondiente para cada grado)". Asimismo, la cobertura bruta indica la "cantidad o porcentaje de la totalidad de estudiantes matriculados en el sistema educativo" (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, s.f.).

Tabla 5.64 Matrícula y cobertura educativa Pamplona y Pamplonita, año 2015

Municipio	Población de 5 a 16 años	Tasa de matriculación 5 a 16 años ()	Cobertura neta ()	Cobertura Bruta ()	Sedes educativas con internet ()	Deserción ()	Aprobación escolar ()	Reprobación ()	Repitencia ()
Pamplona	12.206	66,99	66,93	81,7	19,75	1,5	97,07	3,45	3,29
Pamplonita	1.102	80,94	80,94	94,28	0	1,58	97,48	0,95	2,31

Fuente: (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones , 2015), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

Con base en la información de la Tabla 5.64, se observa que la tasa de matriculación para los estudiantes entre 5 y 16 años es superior en Pamplonita y la diferencia con la tasa de Pamplona equivale a 13,95 puntos porcentuales

De acuerdo con las cifras de coberturas, se observa que la cobertura bruta es superior a la neta en los dos municipios, es decir, es mayor la cantidad de estudiantes matriculados independientemente de la edad que tengan para cursar los distintos grados escolares. La mayor cobertura bruta es la de Pamplonita, alcanzando aproximadamente el 94, por tanto, el municipio cuenta con más estudiantes con extraedad, inscritos en los cursos ofrecidos.

Con relación a la cobertura neta, cabe decir que en Pamplona y Pamplonita el casi 67 y 81 respectivamente de los estudiantes matriculados, cuentan con la edad requerida para cursar los distintos grados escolares.

Por otra parte, las cifras de deserción, aprobación escolar, reprobación y repitencia, muestran un comportamiento más homogéneo en los dos municipios, mostrando que los dos primeros predominan más en Pamplonita mientras que los dos últimos, tienen más altos porcentajes en Pamplona. La baja deserción escolar, frente a los índices de aprobación, dan cuenta de que el servicio ofrecido en los municipios resulta ser mejor en comparación con el de otras regiones del país.

Finalmente, se identifica que pese al esfuerzo que desde el nivel nacional se está haciendo para ampliar el acceso a internet en todo el país, Pamplona reporta que apenas el 19,75 de sus instituciones educativas cuentan con el servicio, mientras que en Pamplonita dicho acceso es nulo. A través de la Fotografía 5.7, se ilustra la Biblioteca Pública Jorge Gaitán Durán y Eduardo Cote Lamus.

Fotografía 5.7 Biblioteca Pública Jorge Gaitán Durán y Eduardo Cote Lamus

Fuente: Aecom – ConCol, 2017

Con el propósito de establecer la calidad de la educación en el municipio de Pamplona y Pamplonita, se hace una descripción de la metodología usada para determinar este aspecto (Pruebas Saber 11°), y posteriormente se presentan los puntajes promedio de estas pruebas realizadas en 2016.

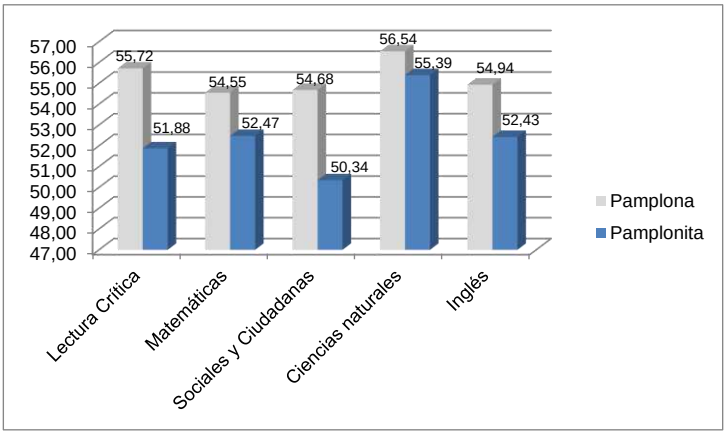
Las pruebas Saber 11º es un examen dirigido a población estudiantil culminando sus estudios de 11º grado, sin embargo, pueden presentarlo estudiantes de grados inferiores o titulados, tienen como objetivo: “Seleccionar estudiantes para la educación superior, monitorear la calidad de la formación que ofrecen los establecimientos de educación media y producir información para la estimación del valor agregado de la educación superior” (ICFES, 2015).

Respecto a los resultados, el examen se expresa en una escala de 0 a 100 puntos, estableciendo como promedio 50 puntos, y dado que la prueba fue estandarizada con la población colombiana, los resultados sirven de patrón de comparación para las instituciones educativas de las entidades territoriales del país. De acuerdo con esto, los resultados que se encuentren en un rango inferior a los 50 puntos indican un desempeño bajo en relación con la población colombiana, sin embargo si el puntaje supera los 50 puntos, denota un desempeño superior; finalmente, en los casos en los que los puntajes sean 50 o promedios cercanos a esta cifra, se establece que el desempeño se encuentra dentro de lo esperado (ICFES, 2015).

A través de la Figura 5.21, se presenta el promedio8 de los resultados de las Pruebas Saber 11 para el municipio de Pamplona y Pamplonita de acuerdo con las cinco áreas del conocimiento evaluadas en el segundo periodo de 2016.

8 Dado que actualmente el ICFES está suministrando la información por institución educativa, se estimó el promedio para tener un panorama general de los municipios.

Figura 5.21 Promedio Resultados Pruebas Saber 11, Pamplona y Pamplonita año 2016



Fuente: (ICFES, 2016), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

En primera instancia, se observa que en todas las áreas los resultados de Pamplona son superiores a los de Pamplonita, aunque la diferencia más grande se encuentra en las Ciencias Sociales y Ciudadanas (equivalente a 3,84 puntos porcentuales). Asimismo, el área que permite identificar los resultados más similares es Ciencias Naturales.

Con relación a las cifras por municipio, las Ciencias Naturales son en los dos municipios, las que presentan el promedio más sobresaliente en las Pruebas Saber 11. De otra parte, las Matemáticas y las Ciencias Sociales y Ciudadanas son las de más bajo rendimiento en Pamplona y Pamplonita, respectivamente.

Finalmente, cabe mencionar que todas las áreas de conocimiento en los dos municipios indican un rendimiento superior al 50, es decir, los resultados se encuentran dentro de lo esperado.

- Salud

A través de la Tabla 5.65, se presentan las cifras de afiliación a los regímenes contributivo y subsidiado en los municipios de Pamplona y Pamplonita, de acuerdo con el reporte del Departamento Nacional de Planeación en sus fichas de caracterización territorial.

Tabla 5.65 Cobertura de afiliación a regímenes de salud, Pamplona y Pamplonita

Municipio	Subsidiado (# personas)	Porcentaje ()	Contributivo (# personas)	Porcentaje ()	Total
Pamplona	20.225	46,06	23.687	53,94	43.912
Pamplonita	3.459	92,02	300	7,98	3.759

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación , 2017), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

De acuerdo con la información de la Tabla 5.65, se observa que las cifras de afiliados presentan comportamientos distintos. En Pamplona se identifica que hay una proporción entre los habitantes del régimen contributivo y los que integran el subsidiado. Es decir, que

el 46 de la población del municipio depende del servicio provisto por el Estado, mientras el 54 hace aportes dentro del régimen contributivo. En Pamplonita por su parte, hay un porcentaje muy superior de personas dependientes del régimen subsidiado (92) frente a las que hacen parte del régimen contributivo (8).

Lo anterior puede explicarse a través de las características demográficas de los dos municipios. Pamplona cuenta con un poblamiento mayoritariamente urbano y por su desarrollo enfocado sobre todo en el sector terciario, sus habitantes pueden acceder a trabajos formales a través de los cuales, se le garantice el acceso al servicio de salud a través del régimen contributivo. Por otra parte, Pamplonita es un municipio poblado sobre todo en su área rural y por su vocación agrícola, los trabajos que allí se realizan son remunerados por jornal sin ningún beneficio de ley, de allí la alta dependencia su población del régimen subsidiado.

A través de la Tabla 5.66, se identifican las entidades prestadoras del servicio de salud para el municipio de Pamplona.

Tabla 5.66 Entidades prestadoras del servicio de salud, Pamplona y Pamplonita

Municipio	Nombre	Dirección	Teléfono
Pamplona	ESE Hospital San Juan de Dios de Pamplona	Carrera 9 # 5-01 Barrio Ursúa	5682486
	Centro Médico Integral Servicios de Salud "C.M.I." S.A.	Carrera 5 # 8B-40	5682490
	Sociedad Clínica Pamplona	Carrera 8 # 11-55	5681070
	IPS Los Alpes	Carrera 8 # 9A-08	5683787-5686433
	Prever Pamplona	Carrera 8 # 9 - 36	5686433
	Agencia Clínica Oftalmología Peñaranda S.A.S	Carrera 8 # 11-55	5681070
	Asociación de Prestadores de Servicios y Suministros de Salud - ASSALUD	Calle 8 A # 7-114 Pasaje Cuatro de Julio	5683403
	Cooperativa Multiactiva de Trabajadores Santandereanos Salud Familia Ltda	Carrera 23 # 54-65	6578008
	Unidad Básica de Atención U.B.A. Pamplona	Carrera 7B # 11C-21	5688014
	Instituto de Diagnóstico Médico Sede Pamplona	Calle 4 # 6 - 49	5681434
	Medicuc IPS Sede Pamplona	Carrera 7 # 11C-21 Barrio Portal Bavaria Antigua Esperanza	3107610772
	Ortoriente I.P.S S.A.S.	Carrera 6 # 5-29 piso 2 Consultorio 204	5681678
	Neurocoop S.A.S.	Carrera 8 # 3-68	5684896
	Oral X Pamplona	Calle 8 # 5-99 Local 1	3204605326
	Fundación Amiga del Paciente	Calle 4 # 6-35	5688877
	Prosalud Ltda	Calle 5 # 7-61	3124183774
	Cedmi Pamplona	Carrera 4 # 0-43 Centro	5685599
	Fulldent Vident Vida para tu Sonrisa S.A.S. Pamplona	Calle 6 # 5-92 Parque Principal	3115436635

Municipio	Nombre	Dirección	Teléfono
	Cegimadx Centro Ginecológico y de Imágenes Diagnósticas	Calle 6 # 7-14 y 7-18 Centro	5684211
	UNESAT Ltda I.P.S Pamplona	Calle 8 A # 7-46 Pasaje 4 de Julio	3108079743
	Ciade IPS S.A.S. sede 4	Carrera 7# 8-105	3132029811
	Nueva Sonrisa Orthodontic Dental Group CNS Colombia S.A.S.	Avenida Santander # 9-53 Plazuela Almeida Local 101	3214547778
Pamplonita	Centro de Salud de Pamplonita. Adscrito al Hospital San Juan de Dios de Pamplona	Calle 5 Carrera 3	5684930

Fuente: (Centrosmedicos y hospitales, s.f.), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

En primera instancia, cabe mencionar que, por la cercanía de los dos municipios de interés, se identifica que Pamplonita cuenta solamente con un centro de salud que está adscrito al Hospital San Juan de Dios de Pamplona. De allí, la importancia de la oferta de entidades prestadoras del servicio en Pamplona pues favorece a la población de los dos municipios. Tal como lo indica la Tabla 5.66, pareciera ser que la salud no sólo depende del Hospital San Juan de Dios sino de una amplia oferta de instituciones privadas prestadoras de servicios.

Al consultar lo reportado por los medios de comunicación, Pamplona ha registrado en los últimos meses una situación compleja, pues la Clínica del municipio suspendió el servicio de urgencias dado que Medimás no ha realizado los pagos correspondientes, aspecto que ha influido en la saturación del Hospital San Juan de Dios que recibe ahora pacientes de los regímenes contributivo y subsidiado (Caracol Radio, 2017). Por ello, se generó una protesta a través de la cual, los habitantes de Pamplona solicitaron al gobierno nacional una pronta solución.

Figura 5.22 Publicidad de protesta por servicio de salud en Pamplona

Fuente: (Caracol Radio, 2017).

Por otra parte, de acuerdo con lo reportado por el Esquema de Ordenamiento Territorial de Pamplonita, el centro de salud cuenta con sala de urgencias, sala de maternidad, consultorio médico, consultorio odontológico, consultorio de fisioterapia y equipo de laboratorio. Sin embargo, se identifica que hace falta dotación e infraestructura para que ofrecer un servicio adecuado a los habitantes del municipio, de allí se infiere que sea considerable el número de pacientes remitidos al Hospital San Juan de Dios de Pamplona

(Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2001). En la Fotografía 5.8, se ilustra el Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

Fotografía 5.8 E.S.E Hospital San Juan de Dios, municipio de Pamplona

Fuente: Aecom – ConCol, 2017

- Recreación y deporte

A través de la Tabla 5.67 se presentan los escenarios recreativos y deportivos identificados en el municipio de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.67 Escenarios deportivos y recreativos Pamplona y Pamplonita

Municipio	Nombre	Localización	
		Urbana	Rural
Pamplona	Estadio Camilo Daza	X	-
	Coliseo Chepe Acero	X	-
	Cancha alterna de fútbol de salón, baloncesto y voleibol	X	-
	Coliseo de Tejo	X	-
	Patinódromo	X	-
	Parque del Agua	X	-
	Coliseo Simón Bolívar	X	-
	Cancha Múltiple de Cristo Rey	X	-
	Cancha de Fútbol Batallón García Rovira	X	-
	Cancha Sintética de la Feria y los Tanques y canchas múltiples	X	-
	Cancha de Fútbol Unipamplona, Gimnasio Halterofilia y Piscina	X	-
	Cancha de Fútbol Seminario Menor	X	-
	Cancha de Fútbol del ISER	X	-
	Cancha de futbol del salón Policía Nacional	X	-
	Polideportivo del Barrio Jurado	X	-
	Cancha múltiple del Barrio El Progreso	X	-
	Cancha múltiple del Barrio Santa Martha	X	-
	Cancha de fútbol 5 Pica Piedra	X	-
	Cancha en arena Barrio de la Sagrada Familia	X	-
	Cancha múltiple del Barrio San Pedro	X	-
	Escuela El Naranjo	-	X
	Escuela Ulagá Baja	-	X
	Escuela Chíchira	-	X
	Escuela Tencula	-	X
	Escuela de Moralitos	-	X
	Escuela El Ají	-	X
	Escuela San Miguel	-	X

Municipio	Nombre	Localización	
		Urbana	Rural
	Escuela Iscaligua	-	X
	Escuela Chilagaula	-	X
	Escuela Llano Castro	-	X
	Escuela Zarzal	-	X
	Escuela Cimitarigua	-	X
	Escuela Tampaqueba	-	X
	Escuela Cunuba	-	X
	Escuela Altogranda	-	X
	Escuela Sabaneta Alto	-	X
	Escuela Sabaneta Bajo	-	X
	Escuela Monteadentro	-	X
	Escuela El Rosal	-	X
	Escuela El Totumo	-	X
Pamplonita	Parque Recreacional La Sabana	X	-
	Cancha de Fútbol Municipal	X	-
	Cancha Multifuncional	X	-
	Parque Biosaludable	-	S.I.9
	Centro Vacacional Los Guayabales	-	X

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2001), (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017.

En primera instancia, cabe mencionar que en Pamplona hay una mayor cantidad de escenarios deportivos, aspecto que puede asociarse a que el municipio cuenta con una importante cantidad de población joven, tal y como se desarrolla en el componente demográfico del presente estudio (numeral 5.3.2). La existencia de una amplia oferta de instituciones educativas en la zona rural y urbana del municipio facilita la construcción y adecuación de escenarios deportivos. Tal como se observa, la Universidad de Pamplona, el Instituto Superior de Educación Rural –ISER- y el Seminario Mayor del municipio, cuentan con infraestructura de este tipo. A nivel rural, en Pamplona los escenarios deportivos y recreativos se encuentran en las instituciones educativas. De manera general, el Plan de Desarrollo 2016 – 2019, señala que la infraestructura recreativa y deportiva a cargo de la administración del municipio está en regular y mal estado (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016).

Así mismo, el Plan de Desarrollo Municipal de Pamplona, identifica una serie de clubes deportivos a través de los cuales se fortalecen las habilidades de quienes asisten, en diferentes disciplinas, como el taekwondo, voleibol, ciclo-montañismo, baloncesto, entre otros. En la Tabla 5.68, se relacionan dichos centros deportivos.

9 El Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019 reporta la existencia de la infraestructura, pero no suministra más información.

Tabla 5.68 Clubes deportivos Pamplona

Nombre	
Club Deportivo de Voleibol Élite	Club Deportivo Discapacidad Cognitiva La Aurora
Club Deportivo de Ciclomontañismo Correcaminos	Club Social y Deportivo Los Viejitos
Club Deportivo Linces Pamplona	Club de Atletismo Guepardos Pamplona
Club Deportivo de Taekwondo Dragón Verde Pamplona	Club Dangerous Skate
Club Social y Deportivo Ciudad Pamplona	Club Tigres en Línea
Club Social y Deportivo Unión Samaria	Club Atlemaster Trepadores del Oriente
Club Deportivo Unión	Club Escuela de Baloncesto RTP Genios del Balón
Club Deportivo Los Ideales	Club Deportivo Jota R
Club Taekwondo Keon Gon Pamplona	Club Deportivo Rehabilith Sport
Club Deportivo Real Pamplona de Fútbol	Club Deportivo de Ciclomontañismo Selva Húmeda
Club de Deportes Extremos y Aventura Ecológica Rokaice	Club Deportivo de Ciclomontañismo Kinesis

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), Consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2018.

De otro lado, los documentos oficiales de Pamplonita reportan la existencia de cinco escenarios deportivos y recreativos, tres de ellos, localizados en el área urbana y dos en el área rural. El Parque Recreacional La Sabana cuenta dentro de sus instalaciones con piscina, cancha de fútbol, cancha multifuncional, cancha de tejo, cancha de bolos, kioscos para juegos y áreas de recreación infantiles. Asimismo, dichos documentos destacan que, a nivel rural y urbano, las instituciones educativas cuentan con infraestructuras dedicadas a la recreación y el deporte (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016). A través de la Fotografía 5.9, se ilustra el Parque Principal del Municipio de Pamplonita.

Fotografía 5.9 Parque Principal municipio de Pamplonita

Fuente: Aecom – Concol, 2017

- Vivienda

Para dar desarrollo a este apartado, a través de la Tabla 5.69 se presentan las cifras asociadas al déficit cuantitativo y cualitativo reportado por las fichas de caracterización territorial del Departamento Nacional de Planeación para el municipio de interés. Sin

embargo, para facilitar su comprensión, se retoman las definiciones del DANE; según la entidad el déficit cuantitativo:

> Estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir o adicionar para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares que necesitan alojamiento, es decir, se basa en la comparación entre el número de hogares y el número de viviendas apropiadas existentes (DANE, 2008).

Por su parte, el déficit cualitativo se refiere a "[…] las viviendas particulares que presentan carencias habitacionales en los atributos referentes a la estructura, espacio y a la disponibilidad de servicios públicos domiciliarios y, por tanto, requieren mejoramiento o ampliación de la unidad habitacional en la cual viven (DANE, 2008).

Tabla 5.69 Déficit cualitativo y cuantitativo municipal, año 2005

Parámetro	Pamplona	Pamplonita
Déficit cualitativo	9,2	61,9
Déficit cuantitativo	12,3	5

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación , 2017) citando al DANE 2005, consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

Con base en la información de la Tabla 5.69, se observa que el déficit cualitativo más alto se reporta en Pamplonita lo que indica que Pamplona está más cerca de tener una relación uno a uno entre los hogares y las viviendas existentes en condiciones apropiadas. La diferencia entre las cifras de los dos municipios corresponde a 52,7 puntos porcentuales.

De otro lado, con relación al número de viviendas de cada uno de los municipios, Pamplonita tiene un mayor porcentaje de inmuebles aptos para su habitabilidad en cuanto a infraestructura, distribución de espacios y acceso a servicios públicos.

A través de la Tabla 5.70, Figura 5.23, Tabla 5.71 y Figura 5.24, se presentan los materiales de construcción que predominan en las paredes y pisos de las viviendas de los municipio de Pamplona y Pamplonita, con base en los reportes suministrados por el DANE en su Sistema de Consulta de Información Censal (2005).

Tabla 5.70 Materiales de construcción de paredes viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005[10]

Materiales	Cabecera Pamplona		Cabecera Pamplonita		Resto Pamplona		Resto Pamplonita	
Bloque, ladrillo, piedra, madera pulida	10.410	93	157	75	552	55	370	42
Tapia pisada, adobe, bahareque	756	7	50	24	408	41	480	54
Madera burda, tabla, tablón	38	0	1	0	21	2	5	3
Material prefabricado	26	0	0	0	0	0	26	0
Guadua, caña, esterilla, otros vegetales	0	0	0	0	16	2	4	1
Zinc, tela, cartón, latas, desechos, plásticos	0	0	0	0	5	1	6	1

Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

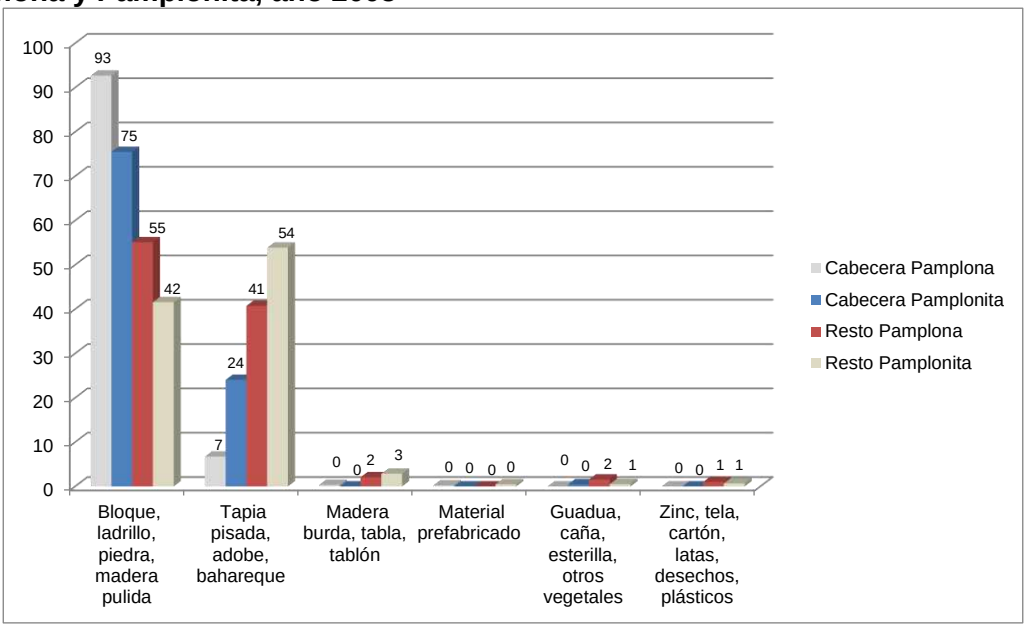
[10] Es pertinente aclarar que se presentan las cifras de porcentajes aproximadas a la unidad siguiente.

Con base en la información de la Tabla 5.70, se observa de manera general que los materiales de las paredes permiten inferir unas mejores condiciones de habitabilidad en las cabeceras en comparación con las áreas rurales de los municipios. A nivel urbano y rural, los materiales más usados son bloque, ladrillo, piedra, madera pulida, seguidos de la tapia pisada, adobe y bahareque. En Pamplona, aproximadamente el 100 de la cabecera y el 96 de la zona rural, son construidas con dichos materiales, mientras que en Pamplonita las cifras corresponden a 99 y 96, respectivamente.

Asimismo, se observa que, en las áreas rurales de los dos municipios, materiales como la guadua, caña, esterilla, Zinc, tela, cartón, latas, desechos y plásticos, también son usados para la construcción de paredes, aunque en mucha menor proporción.

A través de la Figura 5.23, se presentan gráficamente los porcentajes de los materiales de las paredes por área para Pamplona y Pamplonita.

Figura 5.23 Porcentaje materiales de construcción de paredes viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

Como se menciona anteriormente, se identifica que hay un grupo de materiales que predominan en las paredes de las viviendas de las áreas rural y urbana de los dos municipios. Del total de viviendas (13.331) que se registran para Pamplona y Pamplonita en 2005, el 99 tiene en sus paredes materiales como bloque, ladrillo, piedra, madera pulida, seguidos de tapia pisada, adobe y bahareque y el 1 restante fue construido con los demás materiales. Ver Tabla 5.71.

Tabla 5.71 Materiales de construcción de pisos viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005[11]

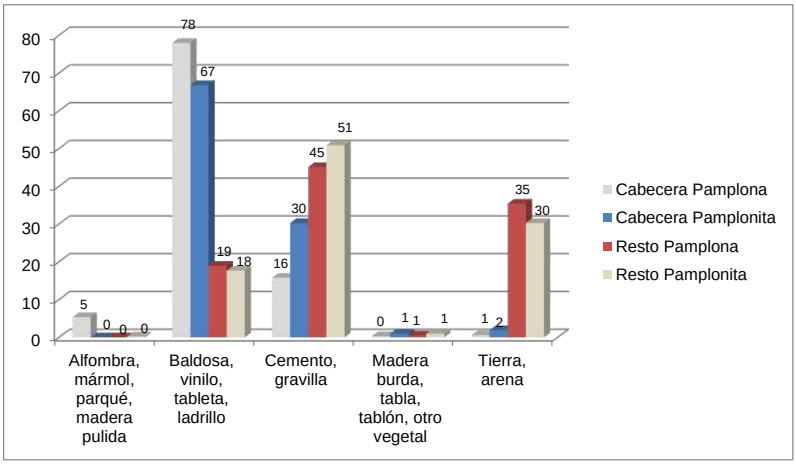
Categorías	Cabecera Pamplona		Cabecera Pamplonita		Resto Pamplona		Resto Pamplonita	
Alfombra, mármol, parqué, madera pulida	602	5	0	0	0	0	2	0,22
Baldosa, vinilo, tableta, ladrillo	8.758	78	139	67	190	19	158	18
Cemento, gravilla	1.771	16	63	30	452	45	453	51
Madera burda, tabla, tablón, otro vegetal	35	0,31	2	1	5	1	8	1
Tierra, arena	64	1	4	2	355	35	270	30

Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

De acuerdo con las cifras de la Tabla 5.71, se encuentra que los materiales más comunes para la construcción de los pisos de las viviendas de las zonas urbanas de Pamplona y Pamplonita son baldosa, vinilo, tableta, ladrillo, cemento y gravilla; mientras que en las zonas rurales son cemento, gravilla, tierra y arena. Asimismo, se observa que los materiales menos usados para la construcción de los pisos de las viviendas son alfombra, mármol, parqué, madera pulida, madera burda, tabla y tablón.

En la Figura 5.24, se presentan gráficamente los porcentajes de los materiales de los pisos por área para Pamplona y Pamplonita.

Figura 5.24 Porcentaje materiales de construcción de pisos viviendas por área, Pamplona y Pamplonita, año 2005



Fuente: (DANE, 2005), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

Teniendo en cuenta las cifras de las viviendas de los dos municipios, se encuentra que de las 13.331, el 92 tiene en sus pisos materiales como baldosa, vinilo, tableta, ladrillo, cemento y gravilla mientras que el 8 restante cuenta con los demás materiales de construcción.

- Infraestructura de transporte

[11] Es pertinente aclarar que se presentan las cifras de porcentajes aproximadas a la unidad siguiente.

A través de la Tabla 5.72 se presenta la infraestructura vial identificada para los municipios de interés, de acuerdo con la información del Plan de Desarrollo Municipal de Pamplonita 2016 – 2019 y la Modificación Excepcional Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Pamplona de 2015.

Tabla 5.72 Infraestructura vial Pamplona y Pamplonita[12]

Mpio	Tipo	Nombre	Origen - Destino	Longitud (km)
Pamplona	Nacional	S.I.	Pamplona - Bogotá	S.I.
	Nacional	S.I.	Pamplona - Bogotá o Costa Atlántica	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	Ramal - Cácota	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	Pamplonita - La Cabuya	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	Chitagá - Bábega	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	La Laguna - Chitagá	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	Ramal a Mutiscua	S.I.
	Intermunicipal	S.I.	Ramal - Pamplonita	S.I.
	Nacional	S.I.	Casco urbano - vereda Fontibón - Vereda El Escorial - Vereda Chíchira	9,5
	Nacional	Vía Bucaramanga Cúcuta	Bucaramanga - Cúcuta	23,2
	Intermunicipal	S.I.	Vereda García - vereda Altogrande	5,7
	Intermunicipal	S.I.	Casco urbano - vereda Altogrande	6,6
	Intermunicipal	S.I.	Casco urbano - vereda El Totumo- vereda Monteadentro	1,3
	Intermunicipal	S.I.	vereda San Agustín - vereda Navarro - vereda Cunuba	0,8
	Intermunicipal	S.I.	vereda Navarro - vereda Cunuba	2,2
	Intermunicipal	S.I.	vereda Cunuba - vereda Elalizal	23,5
	Intermunicipal	S.I.	vereda Chiguala - vereda Cimitarigua	8,6
	Veredal	S.I.	vereda Iscaligua - vereda El Zarzal	3,9
	Veredal	S.I.	Casco urbano - vereda El Totumo - vereda Navarro- vereda Jurado	3,1
	Veredal	S.I.	vereda Fontibón - vereda Tencala	13,5
	Veredal	S.I.	vereda San Francisco	1,9
	Veredal	S.I.	vereda La Unión	0,50
	Veredal	S.I.	vereda Tencala - vereda La Unión	5,79
	Veredal	S.I.	Vereda Tencala	0,06
	Veredal	S.I.	vereda La Unión	0,4
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda García - vereda Monteadentro	7,4
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda El Escorial - vereda Monteadentro - vereda Fontibón	7,6
	Veredal	S.I.	vereda Fontibón	1,5
	Veredal	S.I.	vereda Fontibón	1,8
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda El Escorial - vereda Fontibón	6,0
	Veredal	S.I.	Vereda Chíchira	1,9
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda Jurado	1,4
	Veredal	S.I.	vereda Chíchira	0,08

[12] La información de la infraestructura vial de Pamplona proviene en su mayoría de la cartografía del documento de Modificación Excepción al Plan Básico de Ordenamiento Territorial. No obstante, se aclara que se incorporan al reporte sólo las vías terciarias que interceptan más de dos veredas.

Mpio	Tipo	Nombre	Origen - Destino	Longitud (km)
	Veredal	S.I.	Vereda San Agustín - vereda Navarro - vereda Chilaguala - vereda Cunuba	4,6
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda Jurado	1,7
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda Navarro - vereda Jurado	3,49
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda Alcaparral	4,48
	Veredal	S.I.	vereda Cunuba	1,88
	Veredal	S.I.	vereda Sabaneta Alta	0,75
	Veredal	S.I.	vereda Sabaneta Alta	1,05
	Veredal	S.I.	casco urbano - vereda Sabagua - vereda Sabaneta Alta	6,70
	Veredal	S.I.	vereda Santa Ana	0,83
	Veredal	S.I.	vereda Sabaneta Alta	1,44
	Veredal	S.I.	vereda Sabaneta Alta	0,25
	Veredal	S.I.	vereda Chilaguala - vereda Santa Ana	5,0
	Veredal	S.I.	vereda Chilaguala - vereda Santa Ana - vereda Iscaligua - vereda Llano Castro - vereda Tampanqueba	10,0
	Veredal	S.I.	vereda Naranjo - vereda Ulagá Baja	8,4
	Veredal	S.I.	vereda Ulagá Baja	0,78
	Veredal	S.I.	vereda Sabaneta Alta - vereda Cunuba - vereda Sabaneta Baja - vereda Tampanqueba	7,9
	Veredal	S.I.	vereda Naranjo - vereda Ulagá Baja	0,3
	Veredal	S.I.	vereda Ulagá Baja	0,2
	Veredal	S.I.	vereda San Francisco	0,1
	Veredal	S.I.	vereda Tencala	0,47
	Veredal	S.I.	vereda La Unión - vereda Negavita	1,03
	Veredal	S.I.	vereda La Unión - vereda Negavita	4,68
	Veredal	S.I.	vereda La Unión	2,8
	Veredal	S.I.	vereda García	2,3
	Veredal	S.I.	vereda Negavita	0,4
	Veredal	S.I.	vereda Negavita	0,5
	Veredal	S.I.	vereda García	1,2
	Veredal	S.I.	vereda Negavita	1,9
	Veredal	S.I.	vereda La Unión - vereda Negavita	2,0
	Veredal	S.I.	vereda Negavita	3,3
	Veredal	S.I.	vereda Negavita - vereda Fontibón	4,8
	Veredal	S.I.	casco urbano vereda Fontibón - vereda El Escorial	5,5
	Veredal	S.I.	vereda Chinchipa	0,9
	Veredal	S.I.	vereda Chinchipa	3,0
	Veredal	S.I.	Vereda Ulagá Baja - vereda El Naranjo - vereda Chíchira	7,2
	Veredal	S.I.	vereda Naranjo - vereda Chíchira	8,8
	Veredal	S.I.	vereda Chíchira	0,1
	Veredal	S.I.	vereda Ulagá Baja	1,7
	Veredal	S.I.	vereda Ulagá Baja - vereda Ulagá Baja	2,6
	Veredal	S.I.	vereda Ulagá Baja - vereda El Naranjo	1,7
	Veredal	S.I.	vereda Chinchipa - vereda Peñas - vereda Santa Ana	8,9
	Veredal	S.I.	vereda Iscaligua- vereda El Palchal - vereda San Francisco- vereda Llano Castro- vereda Cimitarigua	12,2

Mpio	Tipo	Nombre	Origen - Destino	Longitud (km)
	Veredal	S.I.	vereda Sabagua	3,3
	Veredal	S.I.	vereda Sabagua - vereda San Francisco	1,5
	Veredal	S.I.	San Francisco	34
	Veredal	S.I	vereda El Palchal	0,0013
	Veredal	S.I	vereda El Palchal	0,0012
	Veredal	S.I	vereda San Francisco - vereda El Zarzal - vereda Cimitarigua	4,4
	Subtotal			**319,26**
Pamplonita	Nacional	Vía Panamericana	Pamplona – Cúcuta	
	Veredal	S.I.	Central – Páramo	6,8
	Veredal	S.I.	Central - San Antonio	1,83
	Veredal	S.I.	Diamante - Tescua - La Colonia	3,3
	Veredal	S.I.	Blonay – Volcán	0,73
	Veredal	S.I.	Iscalá - El Picacho	4,8
	Veredal	S.I.	Central - Escuela Matajira	3,9
	Veredal	S.I.	Central - Escuela Buenos Aires	2,4
	Veredal	S.I.	Central - Escuela La Hojancha	1,5
	Veredal	S.I.	Cabecera Municipal - Ramal 1 Batagá	1,4
	Veredal	S.I.	Cabecera Municipal - Ramal 2 Batagá	1
	Veredal	S.I.	Central – Colorado	7
	Veredal	S.I.	Central – Tulantá	4
	Veredal	S.I.	Central - Bajo Santa Lucía	4
	Veredal	S.I.	Cabecera Municipal - Llano Grande	3
	Veredal	S.I.	Central – Cúcano	2,3
	Veredal	S.I.	Páramo – Picapica	3,5
	Veredal	S.I.	Cúcano - Alto Santalucía	2,5
	Camino veredal	Monterredondo	Sector El Diamante - Las Isabeles	S.I.
	Camino veredal	San Mateo		
	Camino veredal	Septimali		
	Camino veredal	La Peña		
	Camino veredal	Las Isabeles		
	Camino veredal	Rionegro	Alto Santalucía	S.I.
	Camino veredal	Alto Santalucía		
	Camino veredal	Laguna El Cope		
	Camino veredal	Rionegro	Cúcano - San José de Tonchalá	S.I.
	Camino veredal	El Deporte		
	Camino veredal	Batagá	Santuario de la Virgen - Tonchalá	S.I.

Mpio	Tipo	Nombre	Origen - Destino	Longitud (km)
	Camino veredal	Piletas		
	Camino veredal	San José de Tonchalá		
	Camino veredal	Hojancha	Cabecera municipal Pamplonita a La Hojancha y Cebecera municipal Pamplona	S.I.
	Camino veredal	Borrero Arenal		
	Camino veredal	Páramo	Páramo – Picapica	S.I.
	Camino veredal	Alto de Ventanas		
	Camino veredal	Picapica		
	Camino veredal	Tompa	Libertad – Tonchalá	S.I.
	Camino veredal	La Torre		
	Camino veredal	La Troja		
	Camino veredal	Buenos Aires	Buenos Aires- Pichacho	S.I.
	Camino veredal	Romeritos		
	Camino veredal	El Pichacho		
	Camino veredal	Puerto Nuevo		
	Camino veredal	La Caravana		
	Camino veredal	Tulantá	Tulantá – Picacho	S.I.
	Camino veredal	El Cedral		
	Camino veredal	El Picacho		
	Camino veredal	La Fría	San José de Tonchalá - Las Isabeles	S.I.
	Camino veredal	Tonchalá		
	Camino veredal	Laguna El Cope		
	Camino veredal	Morrorucio		
	Camino veredal	Quebrada El Naranjo		
	Camino veredal	Las Isabeles		
	Camino veredal	La Estrella	La Estrella – Matajira	S.I.
	Camino veredal	La Laguna	Matagira - Bustamante	S.I.
	Camino veredal	Las Aguadas		
	Camino veredal	Bustamante		

Mpio	Tipo	Nombre	Origen - Destino	Longitud (km)
	Subtotal			**53,96**
Total				**373,22**

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016) (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2015), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

Con base en la información de la Tabla 5.72, se observa que Pamplona registra la existencia de 81 vías entre nacionales, departamentales y veredales. De acuerdo con la información existente, se encuentra que la malla vial del municipio alcanza 319,26 km (teniendo en cuenta las longitudes aportadas por la cartografía oficial). Por su parte, Pamplonita por su parte cuenta con 57 accesos entre los que predominan los veredales. La longitud de la malla vial reportada equivale a 53,96 km.

De acuerdo con el documento de Modificación Excepcional al Plan Básico de Ordenamiento Territorial, de manera general las vías del municipio se encuentran en avanzado estado de deterioro por lo que se requiere que la administración municipal atienda el tema de manera urgente (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2015).

Tal como lo establece el Plan de Desarrollo de Pamplonita, la malla vial del municipio está en precarias condiciones, aspecto que ha influido en los tiempos de desplazamiento de personas, mercancías y productos agrícolas. Ante el estado de las vías, las comunidades rurales hacen uso de semovientes para su movilización (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016).

- Centros nucleados para la comercialización y acceso a servicios sociales

Dentro del área de influencia del proyecto, se identifican tres centros nucleados –uno en Pamplona y dos en Pamplonita- que, por sus características, facilitan la comercialización de productos y el acceso a servicios sociales. A través de la Tabla 5.73, se presentan sus características.

Tabla 5.73 Centros nucleados para la comercialización y acceso a servicios sociales

Municipio	Nombre centro nucleado	Infraestructuras de servicios públicos o sociales
Pamplona	Curva Los Adioses (vereda Alcaparral)	1 hotel 1 fábrica de muebles 1 fábrica de bocadillos 1 estación de servicio 4 restaurantes 1 tienda 2 montallantas
Pamplonita	Guayabales (vereda La Palmita)	2 billares 8 tiendas 3 hoteles con restaurante 1 oficina de la Unión Vial Río Pamplonita 1 Centro de Servicios de la Unión Vial Río Pamplonita 1 caseta de productos comestibles 3 centros vacacionales 1 capilla

Municipio	Nombre centro nucleado	Infraestructuras de servicios públicos o sociales
	El Diamante (vereda El Diamante)	1 capilla 1 puesto móvil de control del Instituto Colombiano Agropecuario 1 billar 1 hogar Comunitario de Bienestar del ICBF 1 fuente de soda 2 tiendas 1 papelería

Fuente: (Google Earth, 2017), Aecom – ConCol, 2017

En primera instancia, cabe mencionar que el centro nucleado localizado en la Curva Los Adioses de la vereda Alcaparral facilita el intercambio comercial a través de los distintos negocios. Sin embargo, en esta zona la población accede a los servicios sociales en las comunidades aledañas teniendo en cuenta que no tiene infraestructura como instituciones educativas y/o de salud.

Fotografía 5.10 Centro nucleado Los Adioses

Fuente: (Google Earth, 2017)

En Pamplonita se encuentra el centro nucleado Guayabales que cuenta con una concentración importante de establecimientos destinados al intercambio comercial y de prestación de servicios sociales. Es de resaltar la existencia de las oficinas y el Centro de Servicios de la Unión Vial Río Pamplonita, que al estar sobre la vía nacional y tener la presencia permanente de trabajadores, han influido en la proliferación de establecimientos comerciales. Asimismo, la institución educativa Los Guayabales conlleva a que la zona sea visitada por la población vecina (ver Fotografía 5.11 a Fotografía 5.14).

Fotografía 5.11 Restaurante y Hospedaje El Descanso – Centro nucleado Guayabales.

Fotografía 5.12 Oficinas Unión Vial Río Pamplonita – Centro nucleado Guayabales.

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Fotografía 5.13 Centro Educativo Rural Los Guayabales – Centro nucleado Guayabales

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Fotografía 5.14 Capilla - Centro nucleado Guayabales

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Por último, el centro poblado El Diamante localizado en Pamplonita también representa un sector de importancia para la comunidad que allí reside por la oferta de bienes y servicios y la prestación de servicios sociales (ver Fotografía 5.15, Fotografía 5.16, Fotografía 5.17).

Fotografía 5.15 Capilla – Centro Poblado El Diamante

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Fotografía 5.16 Centro Educativo Rural El Diamante - centro poblado El Diamante

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Fotografía 5.17 Tienda La Dorada - Centro poblado El Diamante

Fuente: Aecom – Concol, 2017

Por último, se infiere que la existencia del centro nucleado Guayabales y el centro poblado El Diamante de Pamplonita está relacionada, con la dinámica asociada a la vía nacional por el tránsito permanente de vehículos que viajan hacia diferentes regiones del país.

- Medios de comunicación

Con relación a los medios de comunicación a los que accede la población residente en los municipios del área de influencia, se identifica a nivel regional el Diario La Opinión que hace cubrimiento a las noticias del departamento de Norte de Santander y cuenta con versión impresa y Web. De igual manera, se tiene acceso a diarios como El Tiempo y El Espectador de circulación nacional.

A nivel de radio, la comunidad de los municipios puede acceder a la cadena básica de RCN y Caracol. De acuerdo con lo reportado por el Ministerio de Tecnologías de la Información

y las Comunicaciones, en Pamplona también se encuentra una emisora cuyos concesionarios son la Universidad de Pamplona y la Radio San José de Cúcuta en el dial 94.9 de FM y se cataloga como de interés público. De igual manera, la Radio Nacional de Colombia, en la frecuencia 97.9 de FM, también de interés público. En Pamplonita existe la emisora Candela Estéreo bajo el dial 101.2 de FM pero a diferencia de las anteriores, esta es de tipo comercial. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2016).

Por último, de acuerdo con lo informado por el Diario La Opinión, en febrero de 2017, inició el proyecto de emisora comunitaria en Pamplonita bajo el dial 104.3 de la FM con cobertura en el 70 de las veredas. La programación depende de 25 jóvenes y la señal se emite todos los días entre las 5 de la mañana y las 10 de la noche (La Opinión, 2017).

- Camposantos y cementerios

A través de la Tabla 5.74 se identifican los cementerios localizados en los municipios que integran el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.74 Cementerios en municipios de Pamplona y Pamplonita

Municipio	Nombre	Dirección	Administrador	Registro fotográfico
Pamplona	Cementerio Municipal de Pamplona	Calle 2 # 6 - 51	Alcaldía municipal	Fuente: (geoview.info, 2013)
	Parque Cementerio Jardines De Pamplona S.A.	Calle 8 # 6 – 21 Edificio El Edén	Privado	Fuente: Google Earth
Pamplonita	Cementerio Municipal de Pamplonita13	Cra. 2ª Esquina.	Alcaldía municipal	Fuente: Google Earth

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016), (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2001), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017

13 En el tomo III del Esquema de Ordenamiento Territorial se relaciona la existencia del cementerio, pero no se amplía información.

Los municipios cuentan en total con tres cementerios, dos de ellos ubicados en Pamplona y uno en Pamplonita. Cada uno de los municipios cuenta con un cementerio administrado por la respectiva Alcaldía Municipal y en Pamplona se localiza otro de propiedad privada.

- Plazas de mercado y plantas de beneficio animal

En la Tabla 5.75 se relacionan las plazas de mercado y plantas de beneficio animal del municipio de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.75 Plazas de mercado y plantas de beneficio animal, Pamplona y Pamplonita

Municipio	Tipo de servicio		Nombre
	Plaza de mercado	Planta de beneficio animal	
Pamplona	X	-	Casa Verona
	X	-	Casa La Independencia
	-	X	Planta de Beneficio Bovino Pamplona
Pamplonita	-	X	Planta de Beneficio Animal Pamplonita
	X	-	Mercados campesinos

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), (datosabiertos.gov, s.f.), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017

Con base en la información de la Tabla 5.75, se observa que los dos municipios cuentan con plantas de beneficio animal. Pamplona registra la existencia de dos plazas de mercado localizadas en la cabecera municipal y cuya infraestructura fue recientemente recuperada, de acuerdo con el reporte de los medios locales de comunicación **(La Opinión, 2016)**.

Por otra parte, en Pamplonita no se registra la existencia de plaza de mercado, sin embargo, tal como lo informan los medios de comunicación locales, en el municipio existen 12 puntos móviles ubicados en el Parque Principal y asignados por la administración municipal a población campesina para la comercialización de productos agrícolas (La Opinión, 2015)

Fotografía 5.18 Mercado La Independencia, Pamplona

Fuente: (La Opinión, 2016)

5.3.3.1 Unidades territoriales menores

5.3.3.1.1 Servicios públicos

A continuación, se presenta la caracterización de las doce (12) unidades territoriales menores de la Unidad Funcional 1 en el municipio de Pamplona (Ver Tabla 5.76) en relación con el estado actual de los servicios públicos y sociales según lo solicitado por los términos de referencia para proyectos de carreteras y/o túneles; determinados por la resolución 0751 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La información relacionada a continuación se basa en los datos proporcionados por los líderes comunitarios a través de las fichas de caracterización rural y las fichas de caracterización urbana.

Tabla 5.76 Unidades territoriales menores, Unidad Funcional 1

Unidades Territoriales Mayores		Tipo de asentamiento	#	Unidad Territoriales Menores
Departamento	Municipio			
Norte de Santander	Pamplona	Rural	1	Sabaneta Alta
			2	Sabaneta Baja
			3	Alcaparral
			4	El Naranjo
			5	Ulagá Baja
	Pamplonita		6	La Hojancha
	Pamplona	Urbano	7	Barrio El Buque
			8	Barrio San Luis
			9	Barrio Simón Bolívar
			10	Barrio Juan XXIII
			11	Barrio Cristo Rey Parte Baja
			12	Barrio Cristo Rey Parte Alta

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

- Acueducto y alcantarillado

A través de la Tabla 5.77 se presentan las características del servicio de acueducto que se presentan en las unidades territoriales menores, discriminando entre otros, fuente, cobertura, estado, deficiencias y otras fuentes alternas. Es de aclarar que la prestación del servicio de agua en nueve (9) unidades territoriales menores se presenta a través de puntos de captación comunales, los cuales son denominados por la comunidad como “Acueductos Comunales”, sin embargo, estos no cumplen en su totalidad con la infraestructura física requerida para ser considerados como acueductos. Asimismo, es de resaltar que en las seis (6) unidades territoriales menores del área urbana los mismos son considerados como fuentes alternas de abastecimiento del recurso para uso doméstico y agropecuario y, en menor proporción para consumo humano, teniendo en cuenta que la cobertura del acueducto municipal oscila entre el 70 y 100%.

Tabla 5.77 Características del servicio de acueducto, unidades territoriales menores

Unidad territorial menor	Existencia	Comunal o Público	Funcionamiento	Fuente	Tratada o no tratada	Cobertura ()	Estado	Deficiencias	Viviendas con otras fuentes alternas proveedoras del recurso					
									Agua de aljibe o jagüey		Rio, Quebrada o manantial		Pila pública, carrotanque o aguatero	
									#		#		#	
Sabaneta Alta	No	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0	-	34	100	0	-
Sabaneta Baja	No	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	-	34	100	N.A.	-
Alcaparral	Sí	Comunal	Sí	S.I.	Sí	12	Bueno	S.I.	0	-	23	88	0	-
El Naranjo	Sí	Comunal	Sí	Quebrada	No	65	Bueno	Turbia	0	-	12	35	0	-
Ulaga Bajá	Sí	Comunal	Sí	S.I.	No	97	Regular	S.I.	S.I.	-	S.I.	-	S.I.	-
La Hojancha	Sí	Comunal	Sí	La Laguna	No	26	S.I.	S. I	0	-	34	74	0	-
Barrio El Buque	Sí	Público	Sí	Quebrada	S.I.	97	Bueno	S.I.	0	-	7	3	0	-
Barrio San Luis	Sí	Público	Sí	Laguna	S.I.	100	S.I.	S.I.	0	-	42	100	0	-
Barrio Simón Bolívar	Sí	Público	Sí	S.I.	S.I.	70	Malo	Costo del servicio	0	-	36	30	0	-
Barrio Juan XXIII	Sí	Público	Sí	Quebrada	Sí	95	Bueno	S.I.	0	-	7	2	0	-
Barrio Cristo Rey Parte Baja	Sí	Público	Sí	Quebrada	Sí	100	Bueno	S.I.	0	-	8	1.6	0	-
Barrio Cristo Rey Parte Alta	Sí	Público	Sí	Quebrada	Sí	90	Bueno	S.I.	0	-	60	12	0	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol-UVRP.

Como aspectos sobresalientes, se destaca que, a nivel rural, la vereda Alcaparral es la de menor cobertura de acueducto con un 12% y, por tanto, la población recurre a ríos o quebradas como fuentes alternativas abastecedoras; así mismo se observa que en Sabaneta Alta y en Sabaneta Baja no existe acueducto y se abastecen en un 100% de otras fuentes de agua. En Ulagá Baja la cobertura es del 97% y no reporta otras fuentes alternativas. Respecto a La Hojancha y El Naranjo, las coberturas del servicio corresponden a 26 y 65 respectivamente y los porcentajes restantes acuden a fuentes alternativas.

Por su parte, en los barrios del área de influencia la cobertura del servicio oscila entre el 70 y el 100% siendo el barrio San Luis y Cristo Rey Parte Baja los que reportan mayor porcentaje. Los barrios El Buque, Simón Bolívar, Juan XXIII y Cristo Rey Parte Alta reportan una cobertura del 97, 70, 90 y 95% respectivamente.

Es importante resaltar que solamente en Alcaparral, se reportó que el agua es tratada. En el resto de las unidades territoriales, no informaron si se recibe algún tipo de tratamiento o simplemente no proporcionaron información sobre el tema.

En cuanto a las problemáticas asociadas con la prestación del servicio, solamente en la vereda El Naranjo y en El Barrio Simón Bolívar se reportó que el agua lleva turbia y que el costo es alto para la calidad del abastecimiento.

- Identificación de mangueras en el área de afectación

En el área de afectación de la unidad funcional 1 se identificaron 10 mangueras de abastecimiento de agua para consumo doméstico y actividades agropecuarias que se desarrollan en el área, es de resaltar que dicha infraestructura de servicios públicos informal se podría ver afectada durante las actividades constructivas del proyecto. A continuación, se relacionan las mangueras identificadas en el área de afectación del proyecto (Ver Tabla 5.78).

Tabla 5.78 Relación de mangueras identificadas

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso	# Beneficiarios	Registro Fotográfico
		Este	Norte			
1	Sabaneta Alta	1157648,22914338	1309087,45178657	Tanque de captación de agua del campus de la Universidad de Pamplona para riego de cultivos académicos. Traída de la vereda Sabaneta Alta.	Estudiantes de la Universidad de Pamplona	
2		1157727,91802765	1309044,31682702	Mangueras usadas para riego de plantas y cultivos del campus de la Unipamplona, agua traída de la vereda Sabaneta Alta.	Estudiantes de la Universidad de Pamplona	

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso	# Beneficiarios	Registro Fotográfico
		Este	Norte			
3	Alcaparral	1159736,787639	1309498,71201042	Bebedero para ganado proviene de nacimiento en la vereda Alcaparral dentro del área de influencia directa, también es usado para riego de cultivos.	2 fincas	
4		1159785,49119647	1309409,56877955	Manguera que trae agua del bebedero hacia cultivos, usada para riego.	2 fincas	

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso	# Beneficiarios	Registro Fotográfico
		Este	Norte			
5		1159686,02109605	1309238,93665618	Manguera trae agua de nacimiento en la vereda Alcaparral dentro del área de influencia directa y es usada para riego de cultivos y pasto.	1 finca	
6		1159687,67239982	1308504,35603956	Manguera para riego de cultivos tomada de nacimiento de la vereda Alcaparral dentro del área de influencia directa.	1 finca	

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso	# Beneficiarios	Registro Fotográfico
		Este	Norte			
7		1159706,69579558	1308441,81762979	Manguera para riego de cultivos, tomada de quebrada de la vereda Alcaparral.	1 finca	
8		1159764,48269983	1308151,56642279	Manguera para lavadero de carros, proviene de quebrada de la vereda Alcaparral.	Estación de servicio los Adioses	

Nº	Unidad Territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso	# Beneficiarios	Registro Fotográfico
		Este	Norte			
9		1159740,26077672	1308121,950134	Manguera para uso doméstico, proviene de tanque de captación de agua de quebrada de la vereda Alcaparral.	Dos familias, fábrica de bocadillo, carnicería y estación de servicio los Adioses.	
10		1159716,2180398	1308011,53907042	Mangueras usadas para sistema de riego y consumo humano tomada de tanque de captación de vereda Alcaparral.	2 familias	

Fuente: Aecom-ConCol, 2018.

- Alcantarillado

A través de la Tabla 5.79 se presentan las características de las conexiones domiciliares de las unidades territoriales menores sector rural de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.79 Características de las conexiones domiciliarias de las Unidades territoriales menores sector rural

Unidad Territorial Menor	Total Viviendas	Inodoro sin conexión a pozo	Inodoro Conectado a Pozo Séptico	Letrinas	Río Quebrada; Manantial	Otros
Sabaneta Alta	34	32	-	-	-	4
Sabaneta Baja	34	-	34	-	-	-
Alcaparral	26	-	26	-	-	-
El Naranjo	35	-	15	20	S.I.	-
Ulagá Baja	48	-	42	-	6	-
La Hojancha	46	-	20	-	26	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol

De acuerdo con la información consignada en las fichas de caracterización rural, en las unidades territoriales menores no existe servicio de alcantarillado y por ende predomina las conexiones a pozos sépticos; la única vereda donde se reporta inodoro sin conexión a pozo corresponde a Sabaneta Alta. Por último, las veredas El Naranjo, Ulaga Baja y la Hojancha también reportan otras formas alternativas como letrinas y disposición a ríos, manantiales y quebradas.

A través de la Tabla 5.80 se presentan las características del alcantarillado en las unidades territoriales menores, sector urbano.

Tabla 5.80 Características del alcantarillado unidades territoriales menores sector urbano

Unidad Territorial Menor	Empresa	# de viviendas	Cobertura	Horas de servicio	Costo $	Percepción del servicio
Barrio El Buque	Empopamplona	223	97	24	12.000	Bueno
Barrio San Luis	Empopamplona	42	100	24	1.000	Bueno
Barrio Simón Bolívar	Empopamplona	101	84	24	Costo incluido en el servicio de acueducto	Regular
Barrio Juan XXIII	Empopamplona	361	100	24	Costo incluido en el servicio de acueducto	Bueno
Bario Cristo Rey Parte Baja	Empopamplona	400	100	24	Costo incluido en el servicio de acueducto	Bueno

Barrio Cristo Rey Parte Alta	Empopamplona	600	90	24	Costo incluido en el servicio de acueducto	Bueno

Fuente: Fichas de caracterización barrial 2017, Aecom-ConCol, 2018, UVRP.

En todos los barrios del área de influencia del proyecto, se cuenta con el servicio de alcantarillado, cuya empresa prestado es Empopamplona S.A., E.S.P. Las coberturas en la prestación del servicio oscilan entre el 84 y el 100%, siendo discriminadas de la siguiente forma: 100% en San Luis, 97% en El Buque, 84% en Simón Bolívar, 100% en Juan XXIII, 100% Cristo Rey Parte Baja y 90% Cristo Rey Parte Alta. El servicio se presta las 24 horas del día, los siete (7) días de la semana y en términos generales, las comunidades expresaron que el servicio es bueno. En cuanto a las viviendas de los barrios El Buque y Simón Bolivar que no cuentan con el servicio de alcantarillado, sus habitantes utilizan el sistema de pozo séptico.

Con relación al costo del servicio, en el barrio El Buque se reportó un costo mensual de $12.000, en el barrio San Luis, se reportó un costo de $1.000, en el barrio Cristo Rey Parte Baja un costo mensual de $14.000 y en los barrios Juan XXIII y Cristo Rey Parte Alta un costo de $15.000 y en los demás barrios informan que este se encuentra incluido en la factura del servicio de acueducto.

- Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos

A través de Tabla 5.81 se presentan las características del servicio de recolección y disposición de residuos sólidos en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.81 Características servicio de recolección de residuos sólidos unidades territoriales menores

Tipo de asentamiento	Unidad Territorial Menor	Existencia	Empresa Prestadora	# Viviendas	Cobertura	Costo $	Deficiencias
Rural	Sabaneta Alta	No	N/A*	NA	NA	NA	NA
	Sabaneta Baja	No	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*
	Alcaparral	Sí	Empopamplona	11	42	13.000	Tarifas altas
	El Naranjo	No	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*
	Ulagá Baja	No	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*
	La Hojancha	Sí	Alcaldía Municipal	10	22	2500	Baja cobertura
Urbano	Barrio El Buque	Sí	Empopamplona	230	100	14200	Ninguna
	San Luis	Sí	Empopamplona	42	100	1000	Ninguna
	Barrio Simón Bolivar	Sí	Empopamplona	96	80	Incluido en el servicio de acueducto	A veces dejan basuras
	Barrio Juan XXIII	Sí	Empopamplona	380	100	15000	Ninguna
	Bario Cristo Rey Parte Baja	Sí	Empopamplona	258	100	15000	Ninguna

Tipo de asentamiento	Unidad Territorial Menor	Existencia	Empresa Prestadora	# Viviendas	Cobertura	Costo $	Deficiencias
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	Sí	Empopamplona	290	100	$15.000	Ninguna

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol; 2018, UVRP.
*N/A: No Aplica

Según la información suministrada por las comunidades, en las unidades territoriales menores del sector rural solo existe servicio de recolección de basuras en Alcaparral con un 42% de cobertura y una tarifa de $13.000; en La Hojancha, también se cuenta con el servicio, aunque con una menor cobertura (22%). Como mayor deficiencia se identificó el costo en sus tarifas.

Respecto a los barrios, estos cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos en un 100%. Excepto en el Simón Bolívar, la cobertura del servicio es del 80%.

En la Tabla 5.82 podemos observar otras formas de disposición de residuos sólidos en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.82 Otras formas de disposición de residuos sólidos unidades territoriales menores

Tipo de asentamiento	Unidad territorial	A cielo abierto		Quema o entierro		Ríos, Quebradas, lagunas, caños		Abono	
		#		#		#		#	
Rural	Sabaneta Alta	-	-	16	47	-	-	18	53
	Sabaneta Baja	-	-	34	100	-	-	-	-
	Alcaparral	-	-	15	58	1	2	11	42
	El Naranjo	-	-	-	-	35	100	35	100
	Ulagá Baja	-	-	48	100	-	-	38	79
	La Hojancha	10	22	26	56	-	-	-	-
Urbano	El Buque	-	-	-	-	-	-	-	-
	San Luis	-	-	-	-	-	-	-	-
	Simón Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Barrio Juan XXIII	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bario Cristo Rey Parte Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol.

En la Tabla 5.82 se observa que en Sabaneta Alta el 47% de las viviendas disponen de los residuos sólidos mediante quema o entierro y el 53% para abono. En Sabaneta Baja y Ulagá Baja el 100% de los residuos son quemados y/o enterrados. En Alcaparral el 58% de las viviendas queman o entierran los residuos y un 40% lo utilizan para abono, solo un 2% lo arrojan a ríos, quebradas o lagunas. En el Naranjo el 100% de las viviendas arrojan los residuos a ríos o quebradas. En la vereda La Hojancha el 56% de los residuos son

quemados o enterrados y el 10% son arrojados a cielo abierto. En los barrios del área de influencia entre el 80% y el 100% de las viviendas cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos por lo que no tienen otras formas de disposición alternas.

- Energía

A través de la Tabla 5.83 se observan las principales características del servicio de energía en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.83 Características del servicio de energía en las unidades territoriales menores

Unidad Territorial Menor	Existencia	Empresa Prestadora	Cobertura	Horas del Servicio	Costo ($)	Percepción Calidad del Servicio	Deficiencias
Sabaneta Alta	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$20.000	Medianamente satisfecho	Cortes frecuentes
Sabaneta Baja	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$20.000	Medianamente satisfecho	Cortes frecuentes
Alcaparral	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$40.000	Satisfecho	No reporta
El Naranjo	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$22.000	Satisfecho	Cortes frecuentes
Ulagá Baja	Sí	CENS	90	24 h/7 días a la semana	$20.000	Satisfecho	Inestabilidad del voltaje
La Hojancha	Si	CENS	92	24 h/7 días a la semana	$30.000	Insatisfecho	No reporta
El Buque	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$50.000	Satisfecho	Ninguno
San Luis	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$20.000	Satisfecho	Ninguno
Simón Bolívar	Sí	CENS	90	24 h/7 días a la semana	$60.000	Medianamente satisfecho	Alto costo del servicio
Barrio Juan XXIII	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$45.000	Satisfecho	Ninguno
Bario Cristo Rey Parte Baja	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$35.000	Satisfecho	Ninguno
Barrio Cristo Rey Parte Alta	Sí	CENS	100	24 h/7 días a la semana	$40.000	Satisfecho	Ninguno

Fuente**:** Fichas de caracterización rural y urbana 2017, Aecom-ConCol; 2018, UVRP.

De acuerdo con la información recolectada en campo a través de las fichas de caracterización rural, se observa que el servicio de energía eléctrica es el que alcanza los más altos niveles de cobertura y calidad, ya que se encontró que en nueve (9) unidades territoriales menores del área de influencia reportan una cobertura del 100%. Solamente en

tres (3) unidades territoriales no se alcanzan dicho porcentaje, estas corresponden a Ulagá Baja, La Hojancha y Simón Bolívar con el 90, 92 y 90, respectivamente.

El servicio de energía eléctrica es prestado por la empresa Centrales Eléctricas de Norte de Santander -CENS- y aunque se ofrece de manera constante las 24 horas, los siete (7) días a la semana; las comunidades identifican como principal problemática los cortes frecuentes, la inestabilidad del voltaje y el alto costo del servicio.

Respecto a los costos por la prestación del servicio de energía, los rangos oscilan entre $20.000 y $60.000 mensuales, siendo el Barrio Simón Bolívar el que reporta el costo más alto ($60.000). Las unidades territoriales menores que reportan el costo más bajo por la adquisición del servicio son Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Ulagá Baja y San Luis. El costo para el resto de las unidades territoriales oscila entre los rangos anteriormente descritos.

- Telecomunicaciones

En las veredas del área de influencia no se cuenta con el servicio de telefonía fija, en telefonía móvil los operadores más utilizados son Claro y Movistar en tres (3) de ellas; en Alcaparral, Sabaneta Baja y La Hojancha los operadores más utilizados son Avantel, Movistar y Tigo en su respectivo orden. Como principal deficiencia del servicio de telefonía Móvil, los entrevistados identificaron la mala recepción de la señal.

En cuanto a internet, se identificó el acceso en tres (3) de las seis (6) veredas, y solo en Alcaparral, se informó de tres (3) viviendas con acceso a internet, lo que da cuenta de los muy bajos niveles de este medio de comunicación en el territorio, donde incluso solamente se registran dos (2) Kioskos de Vive Digital y se ubican en Sabaneta Alta y El Naranjo La única vereda, cuya institución educativa cuenta con acceso a internet es la vereda Sabaneta Alta.

Únicamente en la vereda Alcaparral se logró información del costo del servicio, el cual equivale a $60.000. Como deficiencia del servicio se identificó la baja velocidad y caída del servicio como las más frecuentes en dos (2) de las veredas.

En cuanto al sector urbano, en El Buque se identificó a Movistar como el prestador del servicio tanto de telefonía móvil como de internet; en San Luis se identificó a Claro y Movistar como los prestadores de servicio de telefonía móvil e internet. En el barrio Simón Bolívar el prestador del servicio de telefonía móvil es Claro y para el servicio de internet es Movistar. Pese a que, en todos los barrios los entrevistados informaron la existencia del servicio de telefonía fija, no reportaron los datos sobre cobertura y calidad.

A través de la Tabla 5.84 se identificaron las principales características de la telefonía móvil, fija e internet en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.84 Características telefonía móvil, fija e internet unidades territoriales menores

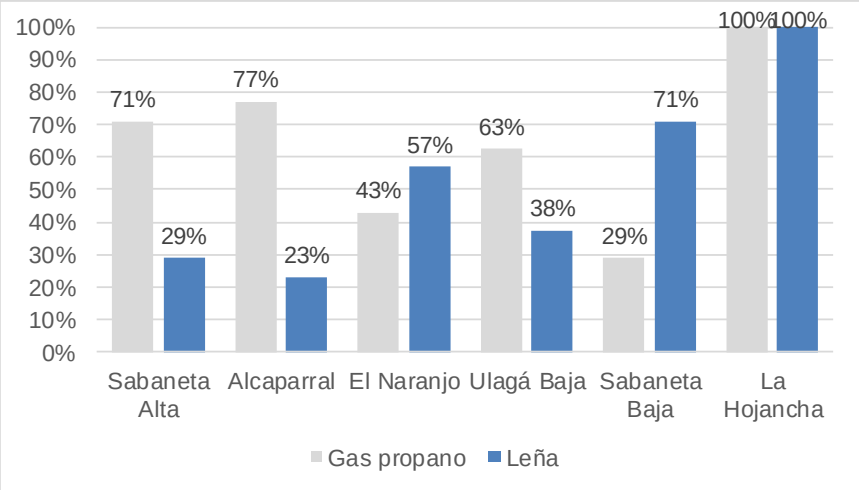
Unidad Territorial Menor	Telefonía Fija	Tel Móvil	Operadores más Utilizados	Deficiencias Tele Móvil	Acceso a Internet	Viviendas con Internet	Instituciones educativas con internet	Comunal/ Quiosco	Empresa Prestadora Internet	Costo Mensual ($)	Deficiencias Internet	Satisfacción Con el Servicio
Sabaneta Alta	No	Sí	Claro Movistar	Mala señal	Sí	Sí	1	1	Vive Digital	S.I.	S.I.	S.I.
Sabaneta Baja	No	Sí	Avantel, Movistar, Tigo	Mala señal / Tarifas altas / Baja cobertura	No	0	0	0	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Alcaparral	No	Sí	Avantel, Movistar, Tigo	S.I.	Sí	3	No	No	Claro	$60.000	Baja Velocidad	Medianamente satisfecho
El Naranjo	No	Sí	Claro, Movistar	Mala señal	Sí	No	No	1	Vive Digital	S.I.	Baja Velocidad	Medianamente satisfecho
Ulagá Baja	No	Sí	Claro, Movistar	Baja Cobertura/ Mala señal	No	No	No	No	N/A	S.I.	S.I.	S.I.
La Hojancha	No	Sí	Avantel, Movistar, Tigo	Tarifas altas	No	0	0	0	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
El Buque	Sí	Sí	Movistar	S.I.	Sí	Sí	No	No	Movistar	S.I.	S.I.	S.I.
Barrio San Luis	Sí	Sí	Claro, Movistar	S.I.	Sí	Sí	No	No	Claro Movistar	S.I.	S.I.	S.I.
Simón Bolívar	Sí	Sí	Claro	S.I.	Sí	S.I.	S.I.	S.I.	Movistar	S.I.	S.I.	S.I.
Juan XXIII	Sí	Sí	Claro, Movistar	S.I.	Sí	S.I.	No	No	Claro, Movistar	S.I.	S.I.	S.I.
Cristo Rey Parte Alta	Sí	Sí	Claro	S.I.	Sí	S.I.	1	No	Claro	S.I.	S.I.	S.I.
Cristo Rey Parte Baja	Sí	Sí	Claro	S.I.	Sí	S.I.	No	No	Claro	S.I.	S.I.	S.I.

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol.

- Alternativas para la cocción de alimentos

A continuación, se presentan los medios utilizados para la cocción de alimentos en el sector rural y urbano. En la Figura 5.25 se presentan los medios utilizados para la cocción de alimentos en las unidades territoriales menores rurales del área de interés.

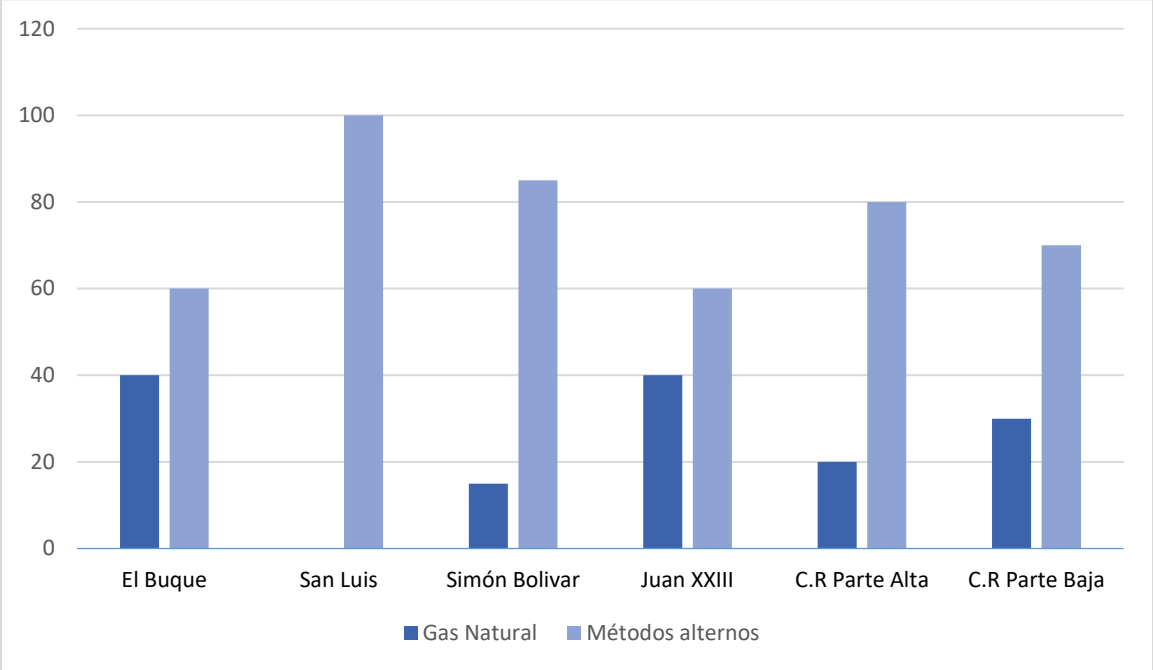
Figura 5.25 Medios para la cocción de alimentos rural



Fuente: Fichas de caracterización rural, Aecom-ConCol, 2018

La figura anterior permite evidenciar que el total de la población de la vereda La Hojancha utiliza para la cocción de sus alimentos, tanto gas propano como leña, en las demás unidades territoriales menores predomina el uso de gas propano. Sin embargo, aún se presenta un uso relevante de la leña como medio de cocción.

Figura 5.26. Cobertura medios para la cocción de alimentos área urbana



Fuente: Fichas de caracterización urbana 2018, Aecom-ConCol

En la Figura 5.26 se plasman los métodos de cocción utilizados por las comunidades ubicadas en las unidades territoriales menores del área urbana, de acuerdo con la información brindada, acuden a diferentes métodos de cocción, sin embargo, no se refirió información en cuanto a cobertura en el caso de los métodos alternos utilizados. En el barrio Simón Bolívar, por su parte, relaciona que el 15 de sus viviendas cuentan con servicio de gas natural, las demás acuden a la implementación de gas propano, leña y carbón para llevar a cabo las actividades de cocción de alimentos.

A través de la Tabla 5.85 se identificaron las principales características del transporte público en las unidades territoriales menores sector rural.

Tabla 5.85 Características del transporte público en las unidades territoriales menores sector rural

Municipio	Unidad Territorial Menor	Existencia	Frecuencia	Empresa Prestadora	Promedio Costo por Persona	Promedio Costo por Viaje
Pamplona	Sabaneta Alta	No	N/A	N/A	N/A	N/A
	Alcaparral	No	N/A	N/A	N/A	N/A
	El Naranjo	Sí	Diario	Cotranal / Rápido Motilones / Coopmotilón	2000	7000
	Ulagá Baja	No	N/A	N/A	N/A	N/A

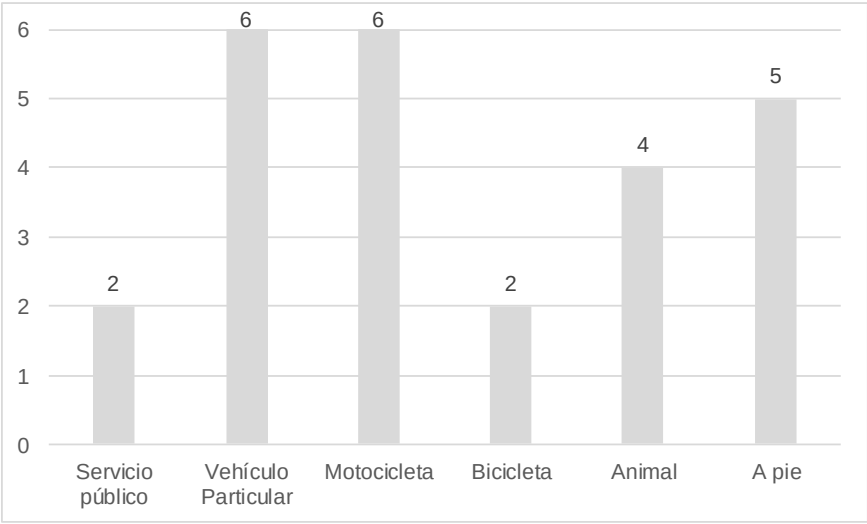
Municipio	Unidad Territorial Menor	Existencia	Frecuencia	Empresa Prestadora	Promedio Costo por Persona	Promedio Costo por Viaje
	Sabaneta Baja	No	N/A	N/A	N/A	N/A
Pamplonita	La Hojancha	Sí	Diario	Cotramal / Coopmotilón	3000	5000

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom-ConCol.

Según la información suministrada por las comunidades en las fichas de caracterización rural se identificó que las únicas veredas que tienen acceso a este servicio son El Naranjo a un costo de $2.000 por persona y $7.000 por viaje a la cabecera municipal y La Hojancha con un costo de $3.000 por persona y $5.000 por viaje a la cabecera municipal.

Debido a que las unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja se encuentran ubicadas en el casco urbano del municipio de Pamplona, la información referente a las características del transporte público se referencia en la caracterización realizada para el municipio como unidad territorial mayor.

Figura 5.27 Medios de transporte más utilizados en las unidades territoriales menores sector rural



Fuente: Fichas de caracterización rural 2018, Aecom-ConCol

En la Figura 5.27 se puede identificar que, en unidades territoriales menores del área de influencia, las motocicletas y vehículos particulares, son los medios de transporte más utilizados, en tanto los vehículos de servicio público y las bicicletas son los de menor uso.

5.3.3.1.2 Servicios sociales

En este apartado se caracterizan los servicios sociales de educación, salud, vivienda, recreación y otros equipamientos, entendidos como los servicios indispensables para el bienestar social, y fundamentales en el momento de estimar las condiciones de la calidad de vida de la población.

- Educación

En la Tabla 5.86 se identifican las principales características de la infraestructura educativa en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.86 Características del servicio de educación, unidades territoriales menores rurales

Municipio	Unidad Territorial menor	Centro Educativo	Funcionamiento	Por qué no Funciona	Características				Infraestructura y Equipos				
					Nivel	Alumnos	Docentes	Modalidad	Vivienda	Computadores	Biblioteca	Cancha	Restaurante estudiantil
Pamplona	V. Sabaneta Alta	Sabaneta Parte Alta	No	No hay agua/en mal estado	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	V. Alcaparral	Escuela El Alcaparral	No	No hay niños	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	V. El Naranjo	CER. Chichira – Sede el Naranjo	Sí	N/A	Básica Secundaria	69	4	Académica	No	3	Sí	Sí	Sí
	V. Ulagá Baja	CE Ulagá Baja	Sí	N/A	Básica Secundaria	31	2	Académica	No	No	Sí	Sí	Sí
	V. Sabaneta Baja	Centro Educativo Rural Sabaneta Parte baja	Sí	N/A	Primaria Básica Secundaria	36	2	Académica	No	9	Sí	Sí	Sí
Pamplonita	La Hojancha	Escuela Nueva La Hojancha	No	NR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom-ConCol
NR: No reporta

Según lo informado por los entrevistados en la ficha de caracterización rural, existen centros educativos en todas las veredas del área de influencia, pero sólo funcionan las instituciones de las veredas El Naranjo, Ulagá Baja y Sabaneta Baja, ésta última ofrece primaria y las tres (3) cuentan con nivel básica secundaria, beneficiando a 136 alumnos. La educación es impartida por ocho (8) bajo la modalidad académica.

Fotografía 5.19 Centro Educativo El Naranjo

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.20 Institución Técnico Arquidiocesano San Francisco de Asís, Sede Cristo Rey.

Fuente: UVRP, 2018

De acuerdo con la información recolectada el barrio Cristo Rey Parte Alta es la única unidad territorial menor del área urbana que cuenta con institución educativa denominada Instituto Técnico Arquidiocesano San Francisco de Asis – sede Cristo Rey de carácter público en sus niveles preescolar, primaria y secundaria. Es de aclarar que los barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII y Cristo Rey Parte Baja que se encuentran en el área de influencia de la unidad funcional 1, no cuentan con instituciones educativas. En consecuencia, el servicio para la población residente en dichas unidades territoriales depende de la oferta del casco urbano que es caracterizada en el apartado de unidades territoriales mayores del presente documento (5.3.3.1.2). Al indagar sobre las instituciones a las que asisten los estudiantes, se reportaron las siguientes (ver Tabla 5.87).

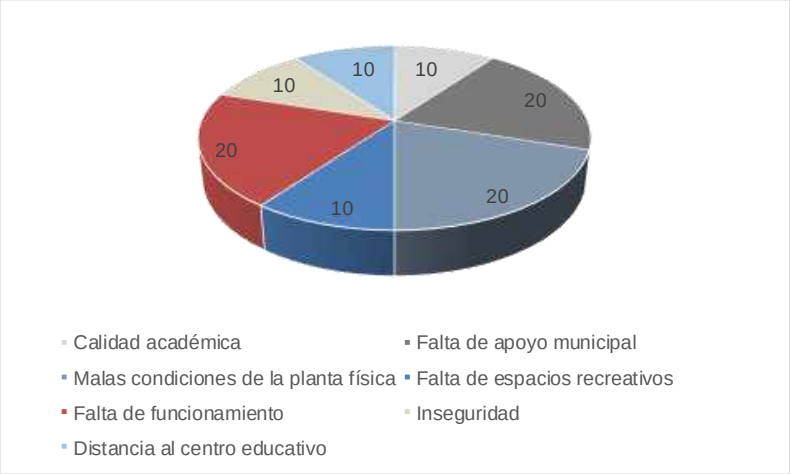
Tabla 5.87 Otras Instituciones educativas a las que asisten en las unidades territoriales del sector urbano

Nombre de la Institución	Localización (barrio, comuna, vereda, otros)
Escuela Galán	Barrio Galán
Colegio La Normal	Barrio el Zulia
San José Provincial	Avenida Santander
Colegio de la Presentación	Barrio El Carmen
Cristo Rey	Barrio Cristo Rey Parte Alta
José Antonio Galán	Centro
Normal Superior	Barrio Santander

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom-ConCol.

A través de la Figura 5.28 se identifican las principales problemáticas relacionadas con la educación que se ofrece en las unidades territoriales menores.

Figura 5.28 Problemáticas relacionadas con la educación en las unidades territoriales menores.



Fuente: Fichas de caracterización rural 2017-2018, Aecom-ConCol

Según lo informado por las comunidades, las malas condiciones de la planta física, la falta de apoyo municipal y la falta de funcionamiento de las instituciones educativas son las problemáticas que predominan en el área de influencia y que dificultan la adecuada prestación del servicio.

- Salud

En la Tabla 5.88 se presentan las características del servicio de salud ofrecidas en las unidades territoriales menores de la Unidad Funcional 1.

Tabla 5.88 Caracterización servicio de salud, unidades territoriales menores

Área	Municipio	Unidad Territorial menor	Régimen en salud					Nombre de Lugar de Atención	Localización
			Población total	# Personas Régimen subsidiado	Personas Régimen Subsidiado	# Personas Régimen Contributivo	Personas Régimen Contributivo		
Rural	Pamplona	V. Sabaneta Alta	150	139	93	11	7	Hospital San Juan de Dios	Cabecera Municipal de Pamplona
		V. Alcaparral	115	105	91	10	9		
		V. El Naranjo	230	215	93	15	7		
		V. Ulagá Baja	283	283	100	0	0		
		V. Sabaneta Baja	113	111	98	0	0		
	Pamplonita	V. La Hojancha	126	NR	NR	NR	NR		
Urbana	Pamplona	B. El Buque	600	180	30	420	70		
		B. San Luis	122	110	90	12	10		
		B. Simón Bolívar	478	382	80	48	10		
		B. Juan XXIII	1900	1710	90	190	10		
		B. Cristo Rey Parte Alta	600	300	50	300	50		
		B. Cristo Rey Parte Baja	400	320	80	80	20		

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol
NR: No reporta

Se observa en la anterior tabla, que los habitantes del área rural (a excepción de la vereda La Hojancha cuyos líderes no reportaron la información), están afiliados al régimen subsidiado de salud en su mayoría con una cobertura entre el 91 y el 100, y en el barrio El Buque la mayoría de la población está afiliada al régimen contributivo de salud, lo anterior puede ocurrir por contar con mayor acceso al empleo formal en el casco urbano a través de las actividades realizadas en el sector terciario de la economía, y a la informalidad existente en el área rural del municipio, el departamento y el país.

De otra parte, se encuentra que en ninguna de las unidades territoriales menores hay centros de salud que faciliten el acceso al servicio. Ante la falta de estos centros, las comunidades son atendidas en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

Fotografía 5.21 Hospital San Juan De Dios Pamplona

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

En la Tabla 5.89 se presentan las principales enfermedades reportadas por los habitantes de las unidades territoriales menores.

Tabla 5.89 Principales enfermedades unidades territoriales menores

Área	Municipio	Unidades Territoriales Menores	EDA (Enfermedad diarreica aguda)	IRA (Infección respiratoria aguda)	Hipertensión	Diabetes	Artritis/Artrosis	Cáncer	Coronarias
Rural	Pamplona	V. Sabaneta Alta	X	X	-	-	-	-	-
		V. Alcaparral	-	X	-	-	-	-	-
		V. El Naranjo	-	X	-	-	-	-	-
		V. Ulagá Baja	X	X	-	-	-	-	-
		V. Sabaneta Baja	-	X	-	-	X	X	-
	Pamplonita	V. La Hojancha	-	-	-	-	-	X	-
Urbana	Pamplona	B. El Buque	-	-	X	X	X	-	-
		B. San Luis	X	X	-	-	-	-	-
		B. Simón Bolívar	X	X	X	X	X	-	-

Área	Municipio	Unidades Territoriales Menores	EDA (Enfermedad diarreica aguda)	IRA (Infección respiratoria aguda)	Hipertensión	Diabetes	Artritis/Artrosis	Cáncer	Coronarias
		B. Juan XXIII	X	X	X	X	-	-	X
		B. Cristo Rey Parte Alta	X	X	-	X	-	-	-
		B. Cristo Rey ParteBaja	X	-	-	-	-	-	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol – UVRP.

De acuerdo con las fichas de caracterización rural, en cinco (5) unidades territoriales menores (a excepción de La Hojancha), la población sufre de Infección Respiratoria Aguda (IRA) siendo la enfermedad más común, seguida de la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) y de Cáncer.

En el barrio Cristo Rey Parte Baja la enfermedad más común es la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), siendo ésta la unidad territorial menor que menos enfermedades reporta; en el barrio El Buque, las enfermedades más comunes son: hipertensión, diabetes y artritis; en el barrio Cristo Rey Parte Alta son la EDA, IRA y diabetes; en el barrio San Luis son la EDA y la IRA , en el barrio Simón Bolívar reporta EDA, IRA, hipertensión, diabetes y artritis, y por último, el barrio Juan XXIII reporta EDA, IRA, hipertensión, diabetes y coronarias, siendo éstas dos últimas las unidades territoriales con mayor número de enfermedades reportadas.

Teniendo en cuenta la información suministrada por los líderes comunitarios, se observan diferencias entre las poblaciones urbanas y rurales en varios aspectos. El primero con relación al número de enfermedades pues en los barrios se reportan más que en las veredas, situación que resulta paradójica pues se presume que las comunidades urbanas pueden acceder más fácilmente a la prestación del servicio de salud, además, como se menciona anteriormente, en las veredas no hay atención permanente. El segundo, pues la población de la mayoría de las unidades territoriales rurales (a excepción de La Hojancha y Sabaneta Baja), porque a nivel rural se identifica una tendencia hacia el padecimiento de enfermedades asociadas a malos hábitos higiénicos, lo que coincide con las bajas cifras de cobertura de acueducto a nivel rural, mientras que, a nivel urbano, se identifican enfermedades más complejas y que requieren mayor atención médica.

Según lo informado por las comunidades de las unidades territoriales menores, las principales causas de las enfermedades son en las veredas, el cambio climático y en el área urbana, los malos hábitos alimenticios e higiénicos. Ver Tabla 5.90.

Tabla 5.90 Principales causas enfermedades unidades territoriales menores

Área	Municipio	Unidad Territorial	Calidad de agua	Contaminación por agroquímicos	Cambio Climático	Hábitos higiénicos	Hábitos alimenticios	Contaminación por humo	Otro ¿Cuál?
Rural	Pamplona	V. Sabaneta Alta	-	-	X	-	-	-	-
		V. Alcaparral	-	-	X	-	-	-	-
		V. El Naranjo	-	-	X	-	-	-	-
		V. Ulagá Baja	X	-	X	-	-	-	-
		V. Sabaneta Baja	-	X	-	-	-	-	-
	Pamplonita	V. La Hojancha	X	X	-	-	X	X	-
Urbana	Pamplona	B. El Buque	-	-	-	-	X	-	-
		B. San Luis	X	X	X	X	X	-	-
		B. Simón Bolívar	-	-	X	-	-	-	Polución
		B. Juan XXIII	-	-	-	X	X	X	Contaminación en general
		B. Cristo Rey Parte Alta	-	-	-	X	-	-	-
		B. Cristo Rey Parte Baja	-	-	-	-	-	-	Humedad y frío

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-ConCol – UVRP.

- Recreación y deporte

A través de la Tabla 5.91 se identificaron los espacios utilizados para la recreación y el deporte en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.91 Infraestructura deportiva y recreativas unidades territoriales menores

Área	Municipio	Unidades Territoriales Menores	Cancha de fútbol	Placa Polideportiva	Piscina	Parque Biosaludable
Rural	Pamplona	V. Sabaneta Alta	No	No	No	No
		V. Alcaparral	No	1	No	No
		V. El Naranjo	No	1	No	No
		V. Ulagá Baja	No	1	No	No

Área	Municipio	Unidades Territoriales Menores	Cancha de fútbol	Placa Polideportiva	Piscina	Parque Biosaludable
		V. Sabaneta Baja	1	No	No	No
	Pamplonita	V. La Hojancha	1	1	1	No
Urbana	Pamplona	B. El Buque	No	No	No	1
		B. San Luis	No	No	No	No
		B. Simón Bolívar	1	-	-	-
		B. Juan XXIII	No	No	No	No
		B. Cristo Rey Parte Alta	No	1	No	No
		B. Cristo Rey Parte Baja	No	No	No	No

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom-Concol.

A través de las fichas de caracterización social, se identificó que existen espacios de recreación y deporte en las veredas Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja y La Hojancha. En el sector urbano, la infraestructura recreativa se localiza en los barrios El Buque, Simón Bolívar y Cristo Rey Parte Alta (Ver Fotografía 5.23).

Fotografía 5.22 Placa polideportiva Escuela El Naranjo

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.23 Parque Biosaludable-Barrio El Buque

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

- Viviendas

A través de la Tabla 5.92 se presentan las características de las viviendas existentes en las unidades territoriales menores.

Tabla 5.92 Características de las viviendas, unidades territoriales menores

Área	Municipio	Unidad territorial menor	Tipo de vivienda predominante	Número de viviendas	Principales materiales											Causas Viviendas Deshabitadas
					Paredes				Techos			Pisos				
					Bloque	Ladrillo	Madera	Baha/ Tapia	Zinc	Eternit	Plan. concreto	Madera	Baldosa	Cemento	Tierra	
Rural	Pamplona	Sabaneta Alta	Casa	34	16	-	-	18	S.I.	S.I.	S.I.	-	-	32	2	Desplazamiento voluntario
		Alcaparral	Casa	26	26	-	-	-	26	-	-	-	26	-		No
		El Naranjo	Casa	35	30	-	-	5	35	-	-	-	30	-	5	No
		Ulagá Baja	Casa	100	80	-	-	20	100	-	-	-	80	-	10	No
		V. Sabaneta Baja	Casa	34	14	-	-	20	34	-	-	-	29		5	Oportunidad laboral
	Pamplonita	V. La Hojancha	Casa	48	40	-	8	S.I.	-	S.I.	-	-	42	-	6	Desplazamiento voluntario
Urbana	Pamplona	B. El Buque	Casa	230	184	-	-	46	23	150	57	23	184	23	-	Solo por temporadas
		B. San Luis	Casa	42	42	-	-	-	11	30	1	-	32	10		Deterioro
		B. Simón Bolívar	Casa	120	110	-	-	10	10	100	10	5	100	-	15	Desplazamiento voluntario Condiciones económicas
		B. Juan XXIII	Casa	380	76	304	-	-	76	304	-	-	304	76	-	No
		B. Cristo Rey Parte Alta	Casa	290	145	145	-	-	145	145	-	-	145	145	-	No
		B. Cristo Rey Parte Baja	Casa	258	26	232	-	-	232	26	-	-	13	245	-	Sin conexión a servicios públicos

Fuente: Fichas de caracterización rural y barrial 2017-2018, Aecom-ConCol. / S.I.: Sin información

De acuerdo con la información suministrada por las comunidades, el tipo de vivienda predominante en la zona son las casas, tanto en área rural como en la urbana, con paredes en bloque, a excepción de las veredas Sabaneta Alta, donde el material predominante es el bahareque con 18 viviendas y La Hojancha con 16 casas que tienen paredes de bahareque. En los pisos el material más utilizado es la baldosa, a excepción de Sabaneta Alta, donde el material predominante es el cemento (32 viviendas).

Por otra parte, y con respecto a las razones por las que hay viviendas deshabitadas en las unidades territoriales, los líderes comunitarios de las veredas Sabaneta Alta, La Hojancha y el barrio Simón Bolívar, refieren el desplazamiento voluntario, siendo la opción más común.

- Infraestructura de transporte

A través de la Tabla 5.93 se identifican las características reportadas con relación a las vías de acceso utilizadas por las comunidades en el área de influencia.

Tabla 5.93 Características infraestructura de transporte, unidades territoriales menores

Unidad territorial menor	Vías	Tipo	Capa de Rodadura	Estado
V. Sabaneta Alta	Sabaneta Alta-Pamplona	Terciaria	Afirmado	Regular
V. Alcaparral	Alcaparral -Pamplonita	Terciaria	Huella, concreto	Regular
V. El Naranjo	Pamplona-Cúcuta	Primaria	Pavimento Asfaltico	Regular
V. Ulagá Baja	Pamplona-Cúcuta	Primaria	Pavimento Asfaltico	Regular
V. Sabaneta Baja	Vía Nacional	Primaria	Terreno natural	Malo
V. La Hojancha	Pamplona – Cúcuta	Primaria	Pavimento Asfáltico	Regular
	Barrio Cristo-Pamplonita	Terciaria	Afirmado	Regular
	La Hojancha-Cabecera	Terciaria	Afirmado	Regular
B. El Buque	Vía a Bucaramanga	N/A	S.I.	S.I.
	Entrada a Universidad de Pamplona		S.I.	S.I.
	Calle 0 y Calle 1		S.I.	S.I.
Barrio San Luis	Vía Nacional	Primaria	Pavimento Asfaltico	S.I.
B. Simón Bolívar	Vía Cristo Rey	N/A	S.I.	S.I.
B. Juan XXIII	Vía Nacional, vía Cristo Rey, Carrera 1 La Rampa, Carrera 4 entrada principal.	Primaria y vías urbanas	Pavimento Asfáltico y concretos	S.I.

Unidad territorial menor	Vías	Tipo	Capa de Rodadura	Estado
B. Cristo Rey Parte Alta	Vía Nacional, Calle 0A	Primaria y vías urbanas	Pavimento Asfáltico y concretos	Malo
B. Cristo Rey Parte Baja	Placa huella Cristo Rey, Juan XXIII, vía Simón Bolivar.	Primaria y vías urbanas	Concreto	Malo

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017- 2018, Aecom-Concol-UVRP.

Según lo informado por las comunidades, en el área de influencia las personas sólo se movilizan por vía terrestre y el principal eje estructurante es la vía Cúcuta-Pamplona. Sabaneta Alta y Alcaparral cuentan con vías terciarias en regular estado, mientras que, en El Naranjo, Sabaneta Baja y en Ulagá Baja la única vía es la vía nacional Pamplona-Cúcuta, según sus pobladores, en regular estado. En los barrios del área de influencia, las vías son de carácter urbano, pero no se obtuvo mayor información al respecto.

A continuación, se presentan algunas fotografías que ilustran las vías existentes en el área de influencia(Fotografía 5.24, Fotografía 5.25, Fotografía 5.26 y Fotografía 5.27).

Fotografía 5.24 Carrera 16, vía urbana de acceso a la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom–ConCol, 2017

Fotografía 5.25 Empalme entre la Carrera 16 y la vía veredal a Alcaparral

Fuente: Aecom–ConCol, 2017

Fotografía 5.26 Vía Nacional Bucaramanga-Pamplona (Ruta 55-04)

Fuente**:** Aecom**–**ConCol**,** 2017

Fotografía 5.27 E.D.S El Buque, PR 121+400 Vía Nacional Bucaramanga- Pamplona

Fuente: Aecom–ConCol, 2017

Fotografía 5.28 Vía Nacional Pamplona-Bucaramanga – acceso Barrio Juan XXIII

Fuente: UVRP, 2018

Fotografía 5.29 Empalme vía Nacional con acceso a B. Cristo Rey Parte Baja y Alta

Fuente: UVRP, 2017

Como se puede observar en el registro fotográfico presentado, el acceso a las unidades territoriales menores localizadas a lo largo de la vía existente no presenta una adecuada señalización que permita advertir plenamente su ubicación.

Adicionalmente, la falta de señalización horizontal y vertical, en el caso de los accesos vehiculares a las diferentes veredas, además de las características de los empalmes de los alineamientos existentes a la vía nacional, dan lugar a la realización de maniobras peligrosas por parte de los usuarios de la vía, como lo son invasiones de carril para acceder a las vías veredales, o en algunos casos incorporaciones bruscas de vehículos desde las vías veredales a la vía nacional por cuanto el diseño geométrico de las vías terciarias no cuenta con unas condiciones de visibilidad que permitan una incorporación adecuada a la vía nacional.

- Centros nucleados de influencia para la comercialización y acceso a servicios sociales

Dentro del área de influencia se encuentra el centro poblado llamado “La Curva de los Adioses” perteneciente a la vereda El Alcaparral, el cual ya se describió anteriormente dentro de las unidades territoriales mayores.

- Medios de comunicación

A través de la Tabla 5.94 se presentan las principales características de los medios de comunicación en las unidades territoriales menores, sector rural.

Tabla 5.94 Características medios de comunicación unidades territoriales menores, sector rural

Área	Municipio	Unidad Territorial Menor	Radio	Prensa	Televisión	Internet	Fuente Señal Tv
Rural	Pamplona	V. Sabaneta Alta	Sí	No	Sí	Sí	DirecTv
		Alcaparral	Sí	No	Sí	Sí	Parabólica, Claro y señal nacional
		V. El Naranjo	Sí	No	Sí	Sí	DirecTv
		V. Ulagá Baja	Sí	No	Sí	Sí	DirecTv
		V. Sabaneta Baja	Sí	No	Sí	No	NR
	Pamplonita	V. La Hojancha	Sí	No	Sí	No	Parabólica comunitaria Pamplonita
Urbano	Pamplona	B. El Buque	Sí	NR	Sí	Sí	NR
		B. San Luis	Sí	NR	Sí	Sí	NR
		B. Simón Bolívar	Sí	NR	Sí	Sí	NR
		B. Juan XXIII	Sí	Sí	Sí	Sí	NR
		B. Cristo Rey Parte Alta	Sí	Sí	Sí	Sí	NR
		B. Cristo Rey Parte Baja	Sí	Sí	Sí	Sí	NR

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017-2018, Aecom-ConCol-UVRP.
NR: No reporta

Respecto a los medios de comunicación, en todas las unidades territoriales menores rurales, existe señal de radio en AM y FM, señal de televisión prestada por DirecTv, Claro Televisión y la Parabólica Comunitaria de Pamplonita. No se reportó la existencia de prensa como medio de comunicación en ninguna de las unidades territoriales.

A nivel urbano, se establece acceso a los siguientes medios de comunicación: radio, prensa, televisión e internet, aunque no se proporciona mayor información al respecto.

- Camposantos y cementerios

En las unidades territoriales menores no se identificaron por parte de los entrevistados la existencia de camposantos o cementerios.

- Plazas de mercado y plantas de beneficio animal

Según lo informado por las comunidades en las entrevistas, en el territorio no hay plazas de mercado ni plantas de beneficio animal.

5.3.4 Componente económico

La caracterización del componente económico se enfoca en realizar una contextualización regional en el área de influencia socioeconómica del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 "Variante Pamplona", bajo una metodología integral, que interrelaciona las técnicas de investigación socioeconómicas cuantitativas y cualitativas.

Se realiza una descripción económica a nivel municipal y veredal, teniendo en cuenta factores como la estructura de la propiedad y formas de tenencias de la tierra, actividades productivas –con sus respectivas formas de desarrollo productivo y tecnológico, las cuales se enmarcan en los comportamientos de las actividades de los sectores primario, secundario y terciario, al igual que en sus cadenas productivas–, estructura comercial y empresarial, polos de desarrollo, características del mercado laboral (ocupación, empleo, desempleo y subempleo) y la infraestructura existente y proyectada.

El documento se estructura en función de una descripción de las unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita) y de las unidades territoriales menores, como son las veredas de Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, El Naranjo y Ulagá Baja, y los barrios El Buque, Simón Bolívar, San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja del municipio de Pamplona y la vereda La Hojancha del municipio de Pamplonita.

5.3.4.1 Unidades territoriales mayores

5.3.4.1.1 Estructura de la propiedad y formas de tenencia de la tierra

La descripción y análisis del tamaño de la propiedad toma como referente los rangos de propiedad propuesto por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012) en la publicación "Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia". Estos rangos constituyen una primera aproximación a la concentración de la propiedad en Colombia y a partir de ellos se trabajó en torno a una subtemática: el tamaño de la propiedad.

Para calcular los rangos de propiedad, se definieron cinco tamaños típicos de predios -grande, mediano, pequeño, minifundio y microfundio-, así:

Grande: predios con una extensión mayor a 200 hectáreas.
Mediana: predios entre 20 y 200 hectáreas.
Pequeña: predios entre 10 y 20 hectáreas
Minifundio: predios entre 3 y 10 hectáreas.
Microfundio: predios menores de 3 hectáreas

El análisis de estructura de propiedad de la tierra se realiza adicionalmente con el parámetro de Unidades Agrícolas Familiares definidas en la Resolución 041 de 1996 en donde se define:

(…) Se entiende por Unidad Agrícola Familiar (UAF), la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio.

La UAF no requerirá normalmente para ser explotada sino del trabajo del propietario y su familia, sin perjuicio del empleo de mano de obra extraña, si la naturaleza de la explotación así lo requiere.

La Junta Directiva indicará los criterios metodológicos para determinar la Unidad Agrícola Familiar por zonas relativamente homogéneas, y los mecanismos de evaluación, revisión y ajustes periódicos cuando se presenten cambios significativos en las condiciones de la explotación agropecuaria que la afecten, y fijará en salarios mínimos mensuales legales el valor máximo total de la UAF que se podrá adquirir mediante las disposiciones de esta Ley.

Para determinar el valor del subsidio que podrá otorgarse, se establecerá en el nivel predial el tamaño de la Unidad Agrícola Familiar. (Senado de la República de Colombia, 1994).

En la Tabla 5.95 se resume las UAF definidas para el municipio de Pamplona.

Tabla 5.95 Unidades Agrícolas Familiares según resoluciones 041 de 1996

Municipio	UAF (Ha) Res 041/1996	Zona relativamente homogénea
Pamplona	17- 23 ha	5. Provincia subhúmeda clima frío
Pamplonita	17- 23 ha	

Fuente: Resoluciones 041 de 1996.

Con base en el Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia (IGAC 2012), se evidencia que la distribución por rangos de propiedad del municipio de Pamplona y Pamplonita fundamentan una gran desigualdad en la tenencia de la tierra, dado que son los predios de extensiones superiores a 20 hectáreas los que más terreno acaparan en cada una de las unidades territoriales, terreno que a su vez es distribuido en pocas manos (Ver Tabla 5.96).

Lo anterior es soportado, en el hecho que el 32,01 y 40,08 de los propietarios de Pamplona y Pamplonita respectivamente, poseen predios con tamaños inferiores a 3ha (microfundio). Seguidos de estos se hallan los predios con categoría de minifundios, los cuales alcanzan a representar el 37,46 de los predios de Pamplona y 33,63 de Pamplonita. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

Por el contrario, la mediana y gran propiedad en Pamplona y Pamplonita solo representan en total el 15,53 y 12,5 de los predios, respectivamente; aunque estos equivaliendo al 63,28 y 55,75 del área rural de Pamplona y Pamplonita (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

Tabla 5.96 Concentración y participación de predios según rangos de propiedad. Pamplona – Pamplonita. 2012

Rangos de propiedad	Área de terreno (ha)		Propietarios	
	Pamplona	Pamplonita	Pamplona	Pamplonita
Microfundios	1.005	762	711	590
Minifundios	4.866	2.858	832	495
Pequeña propiedad	4.768	2.796	333	203
Mediana	14.889	7.586	334	182
Grande	3.446	495,82	11	2

Fuente: Aecom – ConCol, 2017. A partir de información Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

El municipio de Pamplona ha tenido un cambio significativo en la distribución por tamaño de propiedad, dado que al comparar el año 2005 con respecto al 2012 se observa que los cambios en el nivel de predios y volumen de hectáreas son representativos, sobre todo en los microfundios y minifundios, los cuales han perdido una participación del 3,77 en el 2012, con respecto al 2005. Dicho efecto ha ocasionado que la concentración de la tierra se desplace principalmente hacia predios con características de mediana y gran propiedad (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

Comportamiento diferencial presenta el municipio de Pamplonita, el cual registra un incremento en el 2012, con respecto a los datos del 2005 en el área de predios con categoría de minifundio y pequeña, desplazando así el terreo que estaba orientado a la mediana y gran propiedad, tal como se observa en Tabla 5.97 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

Tabla 5.97 Área y propietarios por rangos de tamaño de la propiedad Pamplona – Pamplonita

Rangos tamaño propiedad		Área de terreno (ha) 2005		Área de terreno (ha) 2012		Participación porcentual sobre el área 2005		Participación porcentual sobre el área 2012	
		Pamplona	Pamplonita	Pamplona	Pamplonita	Pamplona	Pamplonita	Pamplona	Pamplonita
Inferior a 1Ha.	Microfundios	226	170	118	105,86	0,83	1,18	0,41	0,73
1ha < 3ha		1.173	616	887	656	4,32	4,27	3,06	4,52
3ha < 5ha	Minifundios	1.645	885	1.446	873	6,06	6,14	4,99	6,02
5ha < 10ha		3.482	1.672	3.420	1.985	12,82	11,60	11,80	13,69
10ha < 15ha	Pequeña propiedad	2.881	1.090	2.655	1.709	10,61	7,57	9,16	11,79
15ha < 20ha		2.331	1.290	2.113	1.087	8,59	8,95	7,29	7,50
20ha < 50ha	Mediana	7.389	3.759	7.704	4.418	27,21	26,09	26,59	30,48
50ha < 100ha		3.529	3.159	3.836	2.366	13,00	21,92	13,24	16,32
100ha < 200ha		2.866	752	3.350	801	10,55	5,22	11,56	5,53
200ha < 500ha	Grande	1.634	1.016	2.665	496	6,02	7,05	9,20	3,42
500ha < 1000ha		0	0	781	0	0,00	0,00	2,70	0,00
> 1000ha		0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Aecom – ConCol, 2017. A partir de información Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

Con base en la información del Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia (IGAC 2012), se concluye que existen en Pamplona aproximadamente 1.755 propietarios (79 de los propietarios) cuya área de predios está por debajo de la UAF; así mismo, en Pamplonita existen un poco más de 1.226 propietarios con una extensión en sus predios inferior a la UAF (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012).

5.3.4.1.2 Procesos productivos y tecnológicos

La caracterización de los procesos productivos y tecnológicos se analizará a partir de los tres sectores productivos de la economía los cuales se definen a continuación:

Sector Primario: En este sector se ubican las actividades que están directamente relacionadas con los recursos naturales, sin que estos sean transformados. Dentro de este sector se encuentran los sectores agropecuarios (agrícola y ganadero), sector pesquero (del mar o del río), sector minero (de las minas y complementos rocosos) y el sector forestal (del bosque).

Sector Secundario: Agrupa todas aquellas actividades en las que se transforman las materias primas o bienes en productos terminados o semielaborados; dentro de las actividades de este sector se encuentran aquellas relacionadas con energía, textil, metalmecánica, química, electrónica, entre otras. En el sector secundario de la economía se encuentran los subsectores industriales, energético, de la construcción y minero (éste último se incluye también dentro del sector secundario toda vez que a partir de la minería se crean distintos productos).

Sector Terciario: También denominado de servicios, el cual concentra al resto de las actividades no incluidas en las categorías anteriores, caracterizadas por proporcionar la prestación de servicios y bienes no tangibles como son: comercio, enseñanza, sanidad, transporte, comunicaciones, turismo, banca, etc. Los subsectores son: transportes, comunicaciones, comercial, turismo, sanitario, educativo, financiero, administración.

Es de resaltar, que el municipio de Pamplona se caracteriza por centrar su economía en el sector terciario, con el desarrollo de actividades comerciales y de servicios principalmente; aunque igualmente en la unidad territorial se desarrollan actividades enfocadas a la producción manufacturera, las actividades agrícolas y pecuarias.

Por el contrario, Pamplonita orienta su economía en función del sector primario, con el desarrollo de actividades agropecuarias, en menor proporción a la minería, la producción forestal y el turismo.

En este sentido, a continuación, se desarrollará la descripción y análisis de las actividades económicas que se ejecutan en los municipios.

- Actividad Agrícola

De acuerdo con información reportada por el plan de desarrollo de Pamplona, el municipio cuenta con 1.395 hectáreas dedicadas al sector primario, lo cual corresponde al 5,81 del territorio rural. En el sector agrícola se destacan los cultivos de papa y zanahoria (Alcaldía de Pamplona, 2016).

La actividad agrícola que se desarrolla en el municipio se fundamenta por estar enfocada a una economía campesina, en predios caracterizados por ser minifundios y microfundios parcelados (Alcaldía de Pamplona, 2016).

Para la vigencia 2016 en el municipio se cosecharon 822,5 hectáreas de cultivos, entre transitorios y permanentes, cifra inferior a la registrada en el año 2015 en el que se contabilizaron 1.306 hectáreas (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016).

Comportamiento similar presenta el municipio de Pamplonita, el cual de un año a otro presentó en el total del área cosechada con cultivos transitorios y permanentes, un decrecimiento de 44 hectáreas (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016). En la Tabla 5.98 se observan los grupos de cultivos desarrollados en los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Tabla 5.98 Grupos de cultivos desarrollados en el municipio de Pamplona y Pamplonita - 2016

Pamplona		Pamplonita	
Grupo De Cultivo	**Producción Total (Toneladas)**	**Grupo de Cultivo**	**Producción Total (Toneladas)**
Papa	5840	Tomate	770
Papa Criolla	3600	Cebolla De Bulto	238
Zanahoria	1144	Cebolla De Rama	154
Arveja	217,5	Pimentón	90
Repollo	161,5	Maíz Tradicional	72
Fríjol	120	-	-
Maíz Tradicional	120	-	-
Cilantro	85	-	-
Haba	47,25	-	-
Ajo	24,6	-	-

Fuente: (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016)

De acuerdo con la Base Agrícola del periodo 2011 – 2017 del ministerio de Agricultura ((Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016), se establece que los cultivos de mayor representatividad en el municipio de Pamplona corresponden a los del grupo de tubérculos y plátanos, con la papa negra y papa criolla, el grupo de las hortalizas, con la zanahoria y el repollo, y algunas leguminosas, con la arveja principalmente; aunque igualmente presentan la siembra y cosecha de cereales.

De esta manera, en Pamplona la producción agrícola se centra en la producción de papa, la cual se fundamenta como la principal potenciadora del grupo, hasta el punto de registrar para el año 2016 una producción total de 5.840 toneladas (tn), aunque esté igualmente apalancado por la siembra y cosecha del cultivo de papa criolla, con 3.600tn (ver Tabla

5.98) (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016).

Cabe señalar que el 16,9 de los cultivos restantes que se producen en el municipio están concentrados en hortalizas, leguminosas y cereales, de los cuales sobresalen la zanahoria, la arveja y el repollo, con una producción total de 1.523tn anuales (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016).

Por otra parte, en el municipio de Pamplonita se marca una tendencia diferencial, dado que en dicho municipio el grupo de cultivos que predomina es el de hortalizas, el cual con la siembra y cosecha de tomate, cebolla y pimentón alcanza a generar para el 2016 una producción total de 1.252 toneladas, equivalentes al 94,6 de la producción agrícola de Pamplonita. De dicha producción, sobresalen las 770tn de tomate producido, debido a que representa el 58,2 de la producción agrícola del municipio y el 61,5 del grupo de hortalizas (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016).

El cultivo de maíz, perteneciente al grupo de cereales, representa el 5,4 de la producción agrícola restante de Pamplonita (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2016).

- Actividad pecuaria

La actividad pecuaria en Pamplona y Pamplonita se centra en la explotación avícola y el ganado bovino de doble propósito (carne y leche), explotado de manera extensiva. No obstante, en las unidades territoriales se desarrolla la explotación de ganado porcino, caprino, bufalino y equino.

Pamplona y Pamplonita generan una producción ganadera de ceba y leche, con potenciales desarrollos tecnológicos, los cuales han causado aumentos significativos en los rendimientos de la producción bovina y a su vez representativos ingresos a la población dependiente.

Tabla 5.99 Inventario pecuario del municipio de Pamplona y Pamplonita 2017

Municipio	Aves	Bovinos	Búfalos	Caprinos	Equinos	Porcinos
Pamplona	8.800	7.344	5	11	189	1.320
Pamplonita	18.405	5.778	20	27	456	1.130

Fuente (Instituto Colombiano Agropecuario, 2017).

La avicultura registra los índices productivos más altos en la actividad pecuaria de las unidades territoriales, hasta el punto de representar en promedio el 49,8 de la producción pecuaria de Pamplona y el 71,3 de Pamplonita. Seguida de la crianza avícola se halla la explotación bovina, la cual para ambos municipios representa aproximadamente el 41,6 y 22,4 de la producción pecuaria de cada unidad territorial (ver Tabla 5.99) (Instituto Colombiano Agropecuario, 2017).

Como se observa tanto en Tabla 5.99, para el 2017 la actividad pecuaria de Pamplona y

Pamplonita, igualmente, se orienta hacia la cría porcina, bufalina, equina y caprina, sobresaliendo así en representatividad la producción porcina, dado que está genera en Pamplona el 7.5 (1320) de la producción pecuaria y en Pamplonita el 4,4 (1130). Es de resaltar, que el municipio de Pamplonita es el que presenta mayor cría de equinos, hasta el punto consolidar en el 2017 la explotación de 456 (Instituto Colombiano Agropecuario, 2017).

- Actividad turística

La actividad turística en los municipios de Pamplona y Pamplonita, se consolidan como unos de los ejes dinamizadores de la economía local, dado que con el desarrollo de dicha actividad los sectores comerciales y microempresariales son apalancados, hasta el punto de potenciar el nivel de ingresos a las familias dependientes (Alcaldía de Pamplona, 2016) (Alcaldía de Pamplonita, 2016).

Según el plan desarrollo de Pamplonita, el municipio presenta una actividad económica orientada hacia el ecoturismo y el turismo cultural y religioso, dado que cuenta con costumbres religiosas y gastronómicas, que son aprovechadas por los visitantes. Lo anterior, evidenciando con los sitios de peregrinación y oración de la unidad territorial, como el templo parroquial Nuestra Señora del Rosario y el Santuario del Señor Caído, y los atractivos naturales y culturales: Centro Recreacional La Sabana, Pozo del Pato, Laguna y Cueva de Borrero, Ruinas de la Antigua Planta Eléctrica, Puente de Potosí, Los Molinos y las Cascadas de la Caravana (Alcaldía de Pamplonita, 2016).

Por otra parte, según el plan de desarrollo de Pamplona, el sector turístico en Pamplona se basa en un turismo religioso que contribuye a incentivar localmente el comercio gastronómico y los servicios prestados por la comunidad; (Alcaldía de Pamplona, 2016).

En este sentido, con su infraestructura colonial, la cual está presente en el centro histórico, se potencializa el desarrollo turístico local, esto mediante una consolidación de bases arquitectónicas clásicas que ambientan e impulsa las actividades religiosas locales, las cuales están fundamentadas en procesiones y oficios religiosos acompañados de figuras y ornamentos alusivos a Jesucristo. Es de resaltar, que los principales visitantes religiosos son provenientes de Estados Unidos, Perú España, Chile y Argentina (Alcaldía de Pamplona, 2016).

- Actividad industrial, empresarial, comercial

Según el plan desarrollo de Pamplona y Pamplonita, el sector industrial, empresarial y comercial de las unidades territoriales se fundamenta como el principal eje estratégico de las economías, el cual es apalancado en parte por la interacción microempresarial y comercial de los municipios con la capital Norte Santandereana. Es de resaltar que a la caracterización de dichas actividades se le dará alcance unos parágrafos posteriores, dado que en ellos se llevará a cabo una descripción de la dinámica comercial, empresarial e industrial de los municipios de Pamplona y Pamplonita (Alcaldía de Pamplonita, 2016) (Alcaldía de Pamplona, 2016).

5.3.4.1.3 Mercado laboral actual

El mercado laboral en el municipio de Pamplona se caracteriza por estar orientado a una dedicación formal e informal, aunque sectores como el industrial contribuyen generando actualmente 2,3 empleos por unidad productiva; no obstante, siendo parte muchos de ellos de la economía informal, dado que del sector solo el 20 tienen licencia de funcionamiento (Alcaldía de Pamplona, 2016).

Por otra parte, según el Plan de Desarrollo de Pamplona, el comercio tradicional del municipio es una de las actividades económicas que más genera plazas laborales, dado que a aproximadamente el 37 del empleo de la unidad territorial. Sin embargo, dicho índice de ocupación se ve menguado por la problemática productiva de la actividad, debido a que dicho sector está compuesto por empresas que en su gran mayoría son de tamaño pequeño, con bajos niveles de incorporación tecnológica y desventaja competitivas, ejerciéndose de esta manera, dicha actividad en entornos de informalidad, los cuales corresponden al 28 de los establecimientos; solo 60 de los negocios funcionan en locales adecuados para este fin, el otro 40 realiza su actividad comercial en su lugar de residencia (Alcaldía de Pamplona, 2016).

Igualmente, según el Plan de Desarrollo, en Pamplona actualmente la dinámica económica genera aproximadamente 5000 empleos directos, de los cuales el 53 están representados por mujeres y el 47 por hombres. En la generación de dichos empleos el sector servicios contribuye ofertando el 40 de los trabajos (Alcaldía de Pamplona, 2016).

El municipio de Pamplonita se caracteriza por presentar una economía de subsistencia que depende del desarrollo del sector primario, lo que causa que las dedicaciones de la población se orienten hacia los trabajos que ofertan la ejecución de las actividades del sector (Alcaldía de Pamplonita, 2016).

En la Tabla 5.100 se calcula un estimativo de población en edad de trabajar (PET) y tasa global de participación (TGP), como parámetros que permitirán evidenciar el mercado laboral de los municipios de Pamplona y Pamplonita, en donde se parte de la base de la población proyectada por el DANE en el censo realizado por ésta entidad en el 2005; de dicha información se toma la proyección de la población total y la población en edad de trabajar situada en el rango de edad de 12 a 64 años del año 2014, para efectos de cálculos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005) y, la población estudiantil del 2014 (educación secundaria y media), se extrae de los registros emitidos por el Ministerio de Educación (Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia, 2017).

Tabla 5.100 Población incluida dentro del mercado laboral

Municipio	Población total	Población en edad de trabajar (12-64)	Población Estudiantil (Ed. Secundaria y Media)	Población Económicamente Activa
Pamplona	56.983	42.828	3.921	38.907
Pamplonita	4.919	3.326	491	2.835

Fuente: Aecom – Concol, 2017.

En este sentido, con base en los datos calculados, se estiman los indicadores relacionados con la población en edad de trabajar (PET) y la tasa global de participación (TGP); los

cuales se presentan a continuación:

PET=PET/PT*100 TGP=PEA/PET*100

Tabla 5.101 PET y TGP de Pamplona y Pamplonita

Municipio	PET	TGP
Pamplona	75,16	90,84
Pamplonita	67,62	85,24

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Con los resultados obtenidos se estima que cerca del 75,16 y 67,62 de la población de Pamplona y Pamplonita está en edad de trabajar, aunque con la tendencia que el 90,84 y el 85,24 de la población de los Municipios respectivamente, se hallan activamente participando en la economía local, tal como se observa en la Tabla 5.101.

5.3.4.1.4 Polos de desarrollo

Los polos de desarrollo de Pamplona y Pamplonita se encuentran inmersos en los ejes de desarrollo del departamento de Norte de Santander, los cuales se centran en las estrategias de competitividad sostenible, esto mediante la articulación de la red vial primaria, el mejoramiento del transporte que se desarrolla por medio de corredores carreteables, y el aprovechamiento de las potencialidades y ventajas de las zonas industriales, para la localización de proyectos logísticos.

En este sentido, con la potenciación de la red vial en la región, el Gobierno Nacional busca desarrollar acciones que permitan apalancar la conexión entre el oriente, el centro del país y las periferias, dando prioridad a corredores viales como el de Cúcuta-Ocaña-Gamarra, el cual potencializa la red intermodal entre la red logística y zonas productivas, esto con el fin de potenciar el sistema productivo, comercial y empresarial de la región (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

De este modo, dentro de algunos de los proyectos que el departamento nacional de planeación presenta como polos de desarrollo, para el departamento del Norte de Santander y en especial para los municipios de Pamplona y Pamplonita, se hallan los siguientes:

i. Concesiones 4G: mejoramiento y mantenimiento de la vía Pamplona-Cúcuta-Puerto Santander doble calzada
ii. Concesiones 4G: Bucaramanga-Pamplona doble calzada
iii. Concesiones 4G: Duitama-Pamplona
iv. Concesiones 4G: Gamarra-Cúcuta

Por otra parte, con base en la información registrada en la página del mapa de regalías del Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Sistema General de Regalías (SGR) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se logran establecer los diferentes contratos celebrados o publicados que impulsan el desarrollo económico de los municipios de Pamplona y Pamplonita, en los sectores de energía eléctrica, servicios, industria, economía, transporte, comercio y vías (Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Sistema General de Regalías (SGR) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2017).

De esta manera, entre los macroproyectos de desarrollo regional y local que benefician directa e indirectamente a la población de Pamplona y Pamplonita que se encuentran relacionados en el Mapa de Regalías, al año 2017, sobresale:

i. Mejoramiento de la producción de los cultivos de mora y fríjol en los municipios afectados por el fenómeno de la niña 2010 -2011, Norte de Santander, centro oriente.

Aunque, igualmente, dicho sistema de regalías en su página reporta proyectos orientados al mejoramiento social y vial de las comunidades locales, lo que ocasiona un progreso socioeconómico en la comunidad.

5.3.4.1.5 Estructura empresarial, industrial y comercial

El sector comercial de los municipios de Pamplona y Pamplonita se fundamenta principalmente en establecimientos comerciales y de servicios, los cuales tienen como finalidad un comercio mixto (comercialización, distribución, plazos de garantía, posventa, etc.) de bienes y servicios. Así mismo, se evidencia un progreso constante de la venta informal y a distancia, por medio principalmente de catálogos y la venta ambulante en sectores principalmente de las vías y los parques.

De acuerdo con la Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio – Confecámaras -, los municipios de Pamplona y Pamplonita se hallan inmersos en la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Pamplona, la cual, con base en el decreto 74 de 1976, Artículo 27, igualmente representa los municipios de Bochalema, Chitagá, Cácota, Labateca, Mutiscua, Silos y Toledo, en el Departamento Norte de Santander.

Dicha cámara, dentro de sus registros mercantiles reporta que Pamplona, durante el periodo 2010-2012, presentó la mayor participación empresarial en el sector comercial, dado que este representó el 70 (1.469 negocios) de las unidades empresariales del municipio; aunque seguido del desarrollo empresarial del sector de servicios y del industrial, con una contribución del 25 (497 negocios) y el 5 (95 negocios) respectivamente (Cámara de comercio de Pamplona , 2016).

Por otra parte, con base en la información suministrada por la Alcaldía municipal de Pamplonita, en su plan desarrollo, en el municipio se presenta un desarrollo empresarial con deficiencias competitivas, dado que sectores como el agropecuario y el turístico, de los cuales dependen económicamente la comunidad local, no cuentan con organizaciones empresariales que apalanquen dichos enclaves económicos. Las unidades empresariales que se encuentran activas en la zona son principalmente las enfocadas a la prestación de servicios, como las prestadoras de servicios de salud, servicios públicos y de giros y encomiendas, por las empresas transportadoras de la zona, y giros en efectivo por corresponsales bancarios (Alcaldía de Pamplonita, 2016).

Con base en la información suministrada por la página del Compite360 “Información empresarial de Colombia”-la cual corresponde a un sistema de consulta en internet que contiene información comercial, financiera, jurídica y económica de empresas en Colombia

legalmente constituidas en las diferentes cámaras de comercio-, se evidencia que tanto el municipio de Pamplona, como el de Pamplonita dependen principalmente del desarrollo comercial y micro-empresarial, dado que dichas unidades territoriales dentro de su registro mercantil presentan que el 50,1 y 55,7 de las empresas totales de Pamplona (2.065 empresas) y Pamplonita (79 empresas) respectivamente, corresponden a la actividad económica del Comercio al por mayor y por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas (Tabla 5.102) (Compite360, 2017).

Tabla 5.102 Registro de empresas matriculadas en los municipios de Pamplona y Pamplonita

Actividades Económicas	Empresas inscritas	
	Pamplona	Pamplonita
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	35	6
Explotación de minas y canteras	8	3
Industrias manufactureras	210	6
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	2	-
Distribución de agua, evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental.	4	-
Construcción	58	2
Comercio al por mayor y por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas	1035	44
Transporte y almacenamiento	58	1
Alojamiento y servicios de comida	239	9
Información y comunicaciones	61	1
Actividades financieras y de seguros	9	
Actividades inmobiliarias	16	2
Actividades profesionales, científicas y técnicas	77	-
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	37	2
Educación	30	1
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	45	-
Actividades artísticas de entrenamiento y recreación	51	1
Otras actividades de servicios	90	1
Total de empresas inscritas	2.065	79

Fuente: (Compite360, 2017)

Es de resaltar, que, según registros de la Alcaldía de Pamplona, dicho municipio presenta como característica un comercio y una industria tradicional, compuesto principalmente por microempresas, las cuales registran bajos niveles de incorporación tecnológica y desventajas competitivas, ante la negociación individual en los mercados nacionales (Alcaldía de Pamplona, 2016).

Como se acotó anteriormente, dentro de las desventajas competitivas que presenta el sector comercial en Pamplona, se halla que cerca del 28 de los negocios dedicados a las actividades comerciales ejercen su actividad desde la informalidad, de los cuales solo el 60 las ejecutan en locales adecuados para tal fin y el 40 restante las desarrollan principalmente

en su lugar de residencia (Alcaldía de Pamplona, 2016).

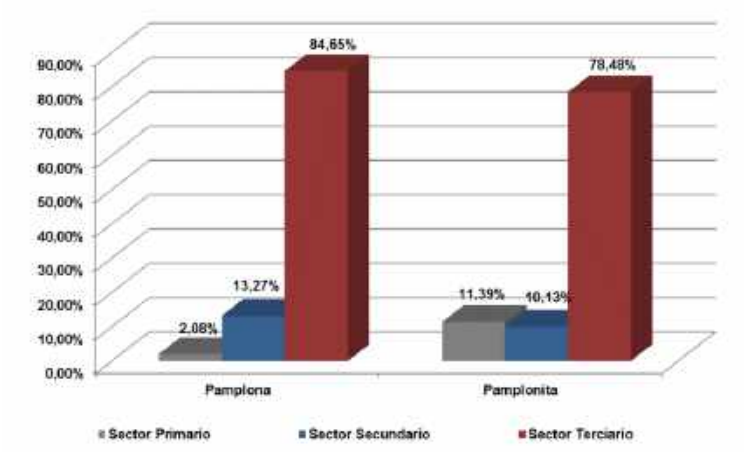
En participación le siguen el alojamiento y servicios de comida y la industria manufacturera, con 449 (21,7) establecimientos empresariales en Pamplona y 15 (19) en Pamplonita. Es de resaltar que las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca, explotación de minas y canteras, y construcción generan una dinámica que apalanca 101 establecimientos en Pamplona y 11 en Pamplonita, entre micro y macro empresariales (Ver Tabla 5.102) (Compite360, 2017).

Como se evidencia en la Tabla 5.102, los municipios igualmente presentan una significativa participación empresarial con las actividades del transporte y almacenamiento, información y comunicaciones, y las inmobiliarias, aunque así mismo, con otras razones sociales enfocadas a la prestación de servicios, como por ejemplo la educación, los servicios públicos, las actividades recreativas, la salud, entre otras (Compite360, 2017).

- Estructura empresarial, industrial y comercial por sectores económicos

La dinámica empresarial de los municipios Pamplona y Pamplonita, está caracterizada por su desarrollo progresivo de las actividades económicas comerciales, industriales y una desagregación en actividades representativas, que potencializan la productividad y el crecimiento económico de la región. De esta manera, sobresale la participación del sector terciario, con 1.748 entes empresariales (84,65) en Pamplona y 62 (78,48) en Pamplonita. En el mismo orden, seguido por el sector secundario con 274 (13,27) y 8 (10,13) respectivamente (Compite360, 2017).

Figura 5.29 Distribución empresarial por sectores económicos



Fuente: (Compite360, 2017), Consultado y organizado Aecom-ConCol, 2017

El sector el primario registra 43 (2,08) unidades empresariales en Pamplona y 9 en Pamplonita (11,39), Como se observa en la Figura 5.29 (Compite360, 2017).

Fotografía 5.30 Actividad comercial Pamplona

Fotografía 5.31 Actividad comercial Pamplona

Fuente: (Google Earth, 2017)

Fuente: (Google Earth, 2017)

5.3.4.2 Unidades territoriales menores

Para caracterizar el escenario de las unidades territoriales menores establecidas para el presente proyecto, a continuación, se determinan las dinámicas económicas locales, la estructura, dimensión y distribución de la producción a partir de cuatro temáticas: en la primera, se presenta la caracterización de la estructura de la propiedad de la tierra; en la segunda, se abordan los procesos productivos y tecnológicos con una descripción general de los principales sectores económicos; en la tercera, se contemplan los principales aspectos del mercado laboral y por último se describen los principales proyectos programados o en ejecución.

Con este propósito, se depuró información proveniente de diversas instituciones del sector público y privado, así como la información primaria recopilada en campo a través de las fichas de caracterización rural y urbana, donde participaron los presidentes de las Juntas de Acción Comunal -JAC- y otros representantes de las unidades territoriales menores.

5.3.4.2.1 Estructura de la propiedad y formas de tenencia de la tierra

La estructura de la propiedad en el municipio de Pamplona y Pamplonita –Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja y La Hojancha– se concentra entre los tres (3) primeros rangos de propiedad, en el siguiente orden: minifundios, pequeña propiedad y minifundio. Respecto a los barrios Simón Bolívar, El Buque, San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja correspondientes a la Unidad Funcional 1, el criterio de estructura de la propiedad no aplica.

Los rangos de propiedad de la tierra se dan a conocer de manera detallada en la Tabla 5.103.

Tabla 5.103 Distribución de la propiedad de la tierra de las Unidades territoriales menores 2017

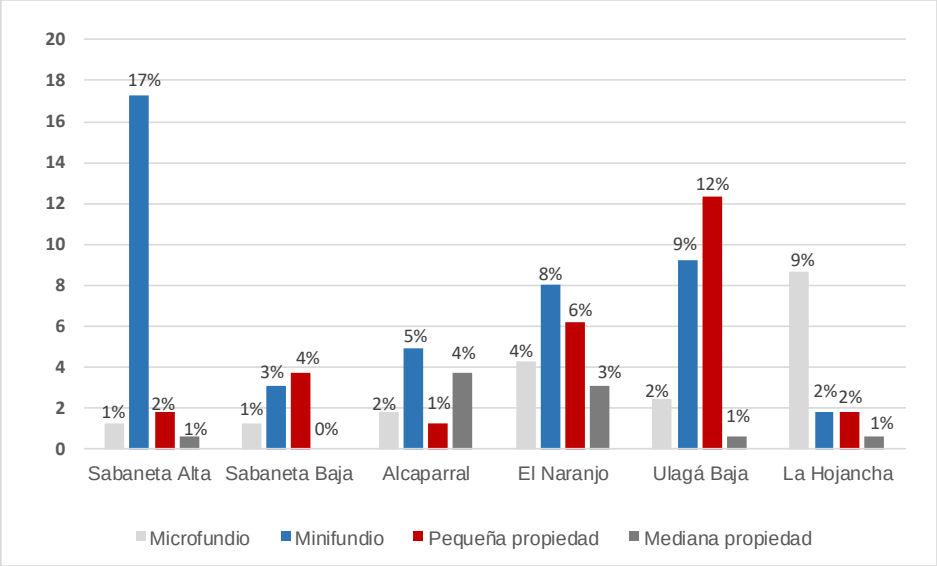
Municipio	Unidad territorial menor	Rango tamaño propiedad (Ha)					Total
		Microfundio	Minifundios	Pequeña Propiedad	Mediana Propiedad	Gran propiedad	
		Menor a 3 ha	De 3,1 a 10 ha	De 10,1 a 20 ha	De 20,1 a 200 ha	Más de 200 ha	
Pamplona	Sabaneta Alta	2	28	3	1	-	**34**
	Sabaneta Baja	2	5	6	-	-	**13**
	Alcaparral	3	8	2	6	-	**19**
	El Naranjo	7	13	10	5	-	**35**
	Ulagá Baja	4	15	20	1	-	**40**
Pamplonita	La Hojancha	14	3	3	1	-	**21**
Total		**32**	**72**	**44**	**14**	**-**	**162**

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom – ConCol

Como se pudo observar, en las unidades territoriales menores se registran aproximadamente 162 predios, discriminados en todos los rangos de la propiedad, excepto por el rango más de 200 hectáreas. En este sentido, la unidad territorial que cuenta con más predios es Ulaga Baja con 40 predios que en términos porcentuales equivalen al 25 del total registrados. En segundo y tercer orden de participación predial se encuentran las veredas El Naranjo y Sabaneta Alta con el 22 (35 predios) y el 21 (34 predios) respectivamente. En cuarto y quinto lugar de participación, se registran las veredas La Hojancha y Alcaparral con 21 y 19 predios que representan el 13 y 12 porciento de predios, y en último lugar, se ubica la vereda Sabaneta Baja con 13 predios, es decir el 8 de total reportado por las personas que participaron durante el diligenciamiento de las encuestas.

Ahora, como se mencionó anteriormente, respecto a la participación de los tamaños de la propiedad, la categoría minifundio encabeza la lista en tanto el 44 de los predios se ubican en este rango. En seguida, se ubica la categoría pequeña propiedad con una cifra porcentual de 27. Por último, se encuentran los rangos microfundio y mediana propiedad con el 20 y 9, respectivamente (Aecom - ConCol S.A, 2017). De manera complementaria, en la Figura 5.30 se refleja la distribución de la propiedad de la tierra en términos porcentuales por vereda, respecto al total de predios registrados (162).

Figura 5.30 Distribución de la propiedad de la tierra (participación porcentual por área de los predios) – Unidades territoriales menores de Pamplona y Pamplonita



Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom – ConCol.

Como se pudo observar en la anterior figura, dentro de los aspectos más sobresalientes se encuentra que los predios bajo la categoría de minifundio y se encuentran principalmente en la vereda Sabaneta Alta (17), seguida por la vereda Ulagá Baja (9); los predios constituidos bajo la categoría mediana propiedad, se encuentran en su mayoría en las veredas Alcaparral y en El Naranjo con el 4 y el 3, respectivamente. En cuanto a la categoría pequeña propiedad, los predios se ubican principalmente en la vereda Ulagá Baja, siendo representada con el 12 del total de predios (162). Por último, la categoría microfundio sobresale en la vereda La Hojancha de Pamplonita y representa el 9 del total de predios.

Por otro lado, respecto a la forma de tenencia de la tierra en las unidades territoriales menores que hacen parte del proyecto, se reportan 1.482 predios y/o viviendas. La más sobresaliente corresponde al título de propiedad (641 predios o viviendas), seguido por la categoría arrendatario con 775 viviendas o predios y en último lugar se registra la categoría poseedor con 78 predios y viviendas. Por otro lado, al observar con un poco más en detalle los datos por unidad territorial menor, se puede establecer que la propiedad privada representa el 100% en Sabaneta Alta y Alcaparral. En el resto de las unidades territoriales menores se identifican otros tipos de tenencia como es el caso de Sabaneta Baja y Simón Bolívar donde existen predios y/o viviendas en calidad de posesión. La tercera categoría más sobresaliente en el territorio es la de arrendatario la cual se presenta en El Naranjo, Ulagá Baja, La Hojancha, El Buque, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja y San Luis. La Tabla 5.104 presenta con más detalle los aspectos asociados a la forma de tenencia en las veredas y los barrios ubicados en el territorio objeto de análisis.

Tabla 5.104 Tenencia de la tierra en las unidades territoriales menores (2017)

Municipio	Unidad territorial menor	Formas de tenencia de la tierra												Total #
		Título de propiedad		Poseedor		Arrendatario		Aparcero		Invasión		Baldíos Colectiva		
		#		#		#		#		#		#		
Pamplona	Sabaneta Alta	34	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
	Sabaneta Baja	7	2	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	Alcaparral	19	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
	El Naranjo	15	4	-	-	20	13	-	-	-	-	-	-	35
	Ulagá Baja	30	7	-	-	10	6	-	-	-	-	-	-	40
Pamplonita	La Hojancha	11	3	-	-	10	6	-	-	-	-	-	-	21
Total rural		**116**	**27**	**6**	**8**	**40**	**25**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**162**
Pamplona	El Buque	120	28	-	-	110	69	-	-	-	-	-	-	230
	San Luis	32	8	-	-	10	6	-	-	-	-	-	-	42
	Simón Bolívar	48	11	72	92	-	-	-	-	-	-	-	-	120
	B. Juan XXIII	228	60	-	-	152	40	-	-	-	-	-	-	380
	B. Cristo Rey Parte Alta	87	30	-	-	213	70	-	-	-	-	-	-	290
	B. Cristo Rey Parte Baja	10	96	-	-	250	4	-	-	-	-	-	-	260
Total urbano		**525**	**38**	**72**	**5**	**735**	**56**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1322**
Total		**641**	**43**	**78**	**5**	**775**	**52**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1482**

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana, 2017-2018 Aecom – ConCol-UVRP.

Para concluir, en el territorio objeto de estudio las formas de tenencia más sobresalientes son en su orden, la propiedad privada, arrendatario y posesión, y no se registran otras formas como aparceros, invasión, territorios baldíos y/o colectivos.

5.3.4.2.2 Uso del suelo y conflictos de uso

- Uso actual del suelo

El uso del suelo en el área a intervenir está orientado principalmente hacia la ganadería, específicamente con el pastoreo intensivo, el cual registra 33,26 hectáreas y cuyo porcentaje corresponde a 58,23. En segundo y tercer orden, se encuentran las categorías conservación (conservación para recuperación de la naturaleza y sistemas forestales protectores) con 9,72 ha (16,57), y la categoría infraestructura comercial y de transporte, específicamente en el tema de transporte con 7,05 hectáreas, es decir el 12,74 del área

total a intervenir que corresponde a 55,32 ha. En cuanto a las 5,29 hectáreas restantes, estas se distribuyen en agroforestal, residencial y forestal. Esta información, se encuentra más detallada en la Tabla 5.105.

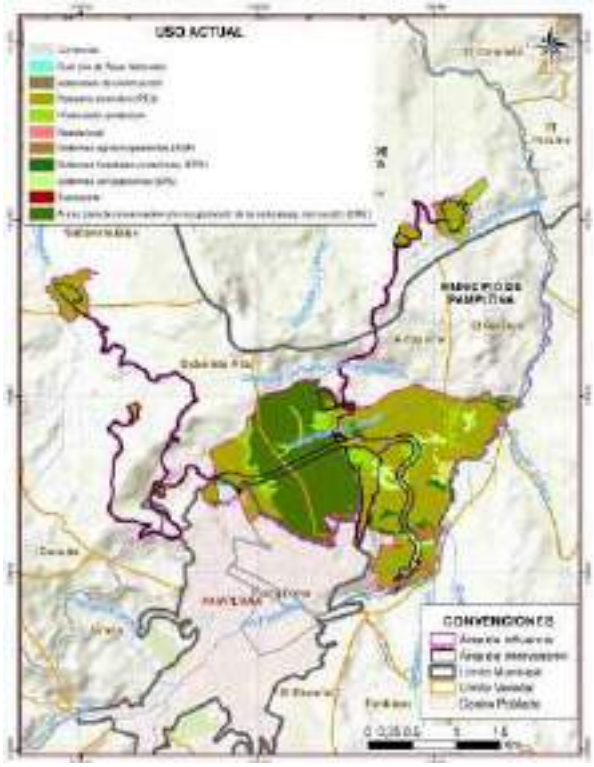
Tabla 5.105 Uso actual del suelo

Uso Actual	Tipo de Uso	Suma de área Ha	Porcentaje de Área
Ganadería	Pastoreo extensivo	36,04	61,89
Forestal	Producción-Protección	2,82	4,86
Agroforestal	Sistemas silvopastoriles	1,85	3,19
	Sistemas agrosilvopastoriles	0,93	1,60
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	7,98	13,72
	Sistemas forestales protectores (FPR)	0,10	0,18
	Cuerpos de Agua	0,004	0,01
Asentamiento	Residencial	0,11	0,20
Infraestructura	Transporte	7,37	12,67
	Comercial	0,98	1,69
Total		**58,23**	**100**

Fuente (IGAC-Corpoica, 2002), Consultado y organizado Aecom-ConCol

En el capítulo 5.1.4 Suelos, se caracterizan los suelos del área de influencia, en el cual se presenta una descripción más detallada de los usos actuales y potenciales del suelo y sus posibles conflictos por el desarrollo de actividades potenciales en el territorio. De manera complementaria, la Figura 5.31 ilustra el uso del suelo actual establecido para el área de intervención.

Figura 5.31 Uso actual del suelo, área de intervención



Fuente: Criterios de la geodatabase emitida por la ANLA analizados por Aecom - Concol

- Conflicto uso del suelo

Para la definición de los conflictos de uso de las tierras, se tuvo en cuenta el uso potencial y el uso actual del suelo, para de esta manera identificar las áreas que por su uso inadecuado degradan las tierras (sobreutilización) o las tierras que por el contrario se están desaprovechando (subutilización) pues tienen un potencial mayor al que actualmente se les da. Para ello se tuvo en cuenta las siguientes categorías: tierras sin conflicto de uso o uso adecuado, tierras en conflicto por sobreutilización ligera, tierras en conflicto por sobreutilización moderada, tierras en conflicto por sobreutilización severa, tierras en conflicto por subutilización ligera, tierras en conflicto por subutilización moderada y tierras en conflicto por subutilización severa.

En este sentido, en el territorio a intervenir se identifican cuatro (4) categorías siendo lideradas por terrenos en la categoría de suelos por sobreutilización ligera con el 47,29, es decir 27,54 hectáreas; en segundo orden se encuentran las zonas que no reportan conflicto de uso o cuyo uso es adecuado (20,85 ha) que porcentualmente equivalen al 35,81. Por último, en el territorio a intervenir se señalan las categorías sobreutilización moderada y subutilización moderada con el 1,99 y el 0,34 respectivamente (1,16 ha y 0,19 ha).

La información detallada tanto del uso actual del suelo como del conflicto del suelo se encuentra consignada en el capítulo 5.1.4 Suelo y uso de la tierra.

5.3.4.2.3 Procesos productivos y tecnológicos

A continuación se presenta un análisis comparativo de los procesos productivos en cada una de las unidades territoriales menores que centran su economía en el sector primario en actividades agropecuarias que incluyen cultivos como el maíz, la papa, las leguminosas -arveja, frijol-, las hortalizas y la fruta, entre otros productos, la explotación pecuaria, con ganado bovino, de doble propósito (carne y leche), el ganado porcino, y la cría avícola, para engorde y producción de huevos (ver Tabla 5.106).

Tabla 5.106 Actividades económicas de las unidades territoriales menores

Actividad económica	Productos/Actividad
Vereda Sabaneta Alta	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Maíz, papa, zanahoria, arveja, cebolla cabezona, frijol; ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; cría de pollos (engorde)
Vereda Sabaneta Baja	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Fríjol y mora; ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; cría de pollos (engorde)
Comercio	3 tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar
Vereda Alcaparral	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Maíz, Papa, Frijol, Frutas, Arveja, Apio; Ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; Cría de pollos (engorde -huevos)
Servicios	1 hotel,1 Estación se servicios Comunpinort, 4 restaurantes, 2 monta llantas
Industria	Fábrica de bocadillos, Fábrica de muebles
Comercio	1 tienda
Vereda El Naranjo	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Maíz, Papa, Frijol, Zanahoria, Arracacha, Cebolla Cabezona; Ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; Cría de pollos (Engorde -huevos)
Industria relacionada con minería	1 mina de Carbón El Naranjo
Servicios	1 restaurante y 1 hospedaje
Vereda Ulagá Baja	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Maíz, papa, zanahoria, arveja, cebolla cabezona, fríjol; Ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; cría de pollos (engorde)
Vereda La Hojancha	
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia.	Maíz, café, fríjol, cebolla cabezona, durazno y ciruela; ganado doble propósito (leche y carne) y ceba; cría de pollos (Engorde -huevos)
Barrio El Buque	
Industria	Fábrica de ladrillos
Servicios de educación	Universidad de Pamplona
servicios	10 restaurantes, 10 Fotocopiadoras, 10 Papelerías, 50 Hospedajes y residencias estudiantiles, 1 Estación de servicios.
Comercio	30 tiendas
Barrio San Luis	
Comercio	2 tiendas; otros servicios
Barrio Simón Bolívar	
Comercio	4 tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar, y venta informal en general
Barrio Juan XXIII	
Comercio	12 tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar, y venta informal en general
Barrio Cristo Rey Parte Alta	
Comercio	7 tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar, y venta informal en general

Actividad económica	Productos/Actividad
Barrio Cristo Rey Parte Baja	
Comercio	2 tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar, y venta informal en general y panadería.

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana, 2017-2018, Aecom – Concol-UVRP.

De acuerdo con la información consignada en la anterior tabla, en el área objeto de análisis además de la producción agropecuaria que se practica principalmente en las veredas de la zona rural, existen algunos establecimientos dedicados al desarrollo comercial, la prestación de servicios públicos, de alojamiento y servicios de alimentación, entre otros.

Es de resaltar la importancia que tiene el servicio de educación en el barrio El Buque, ya que allí se encuentra ubicada la Universidad de Pamplona por lo que se deriva un gran número de actividades de comercio y prestación de servicios (restaurantes, papelerías, fotocopiadoras, tiendas). En lo relacionado con los barrios Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja predomina el comercio representada en tiendas de abarrotes y productos de la canasta familiar. En los barrios San Luis y Simón Bolívar hay una importante ocupación de sus habitantes como jornaleros en el área rural del municipio y como empleados en el sector construcción y comercio en la cabecera municipal. Por último, se registra la existencia de una mina de carbón ubicada en la vereda El Naranjo, cuyas ofertas laborales son amplias.

- Actividades agropecuarias

La actividad agrícola en las veredas se desarrolla bajo prácticas tradicionales y con poca tecnificación, con la implementación de herramientas rudimentarias, como machetes y azadones. (Aecom - ConCol S.A, 2017). A continuación, se ilustran algunas de las actividades asociadas a esta práctica.

Fotografía 5.32 Sabaneta Alta- Maíz

Fuente: Aecom - ConCol 2017.

Fotografía 5.33 -Sabaneta Alta- Papa

Fuente: Aecom - ConCol 2017.

Fotografía 5.34 Alcaparral-Maíz

Fuente: Aecom - ConCol 2017.

Fotografía 5.35 El Naranjo-Mora

Fuente: Aecom - ConCol 2017.

Fotografía 5.36 La Hojancha – Durazno

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fotografía 5.37 La Hojancha – Durazno

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

El desarrollo de los cultivos se realiza primordialmente con fines de comercialización, la cual es llevada a cabo en centros de acopio (Aecom - ConCol S.A, 2017). A continuación, en la Tabla 5.107, se detallan los aspectos de los productos en cuanto al tipo de producto, área asignada para el producto, precio de venta y producción en kilogramos, para los casos donde las fuentes proporcionaron la información.

Tabla 5.107 Cultivos de las unidades territoriales menores

Unidad Territorial	Cultivo	Área	Extensión cultivada	Precio de venta	Producción en Kilogramos que representa la venta
V. Sabaneta Alta	Maíz	0,5	ha	$20.000	50
	Papa	0,5	ha	$18.000	50
	Fríjol	0,5	ha	$50.000	50
Sabaneta Baja	Fríjol	3	ha	$1.000	-
	Mora	5	ha	$1.000	-
Vereda Alcaparral	Maíz	1	ha	$30.000	40
	Papa	3	ha	$120.000	50
	Frutas	2	ha	$3.000	-
	arveja	3	ha	$100.000	50
	Apio	6	ha	$30.000	50
	Frijol	2	ha	$80.000	50

Unidad Territorial	Cultivo	Área	Extensión cultivada	Precio de venta	Producción en Kilogramos que representa la venta
Vereda El Naranjo	Maíz	1	ha	$20.000	Bulto
	Papa	0,5	ha	$15.000	50
	Zanahoria	0,5	ha	$30.000	-
	Arracacha	1,5	ha	$40.000	-
	Cebolla cabezona	0,5	ha	$50.000	-
	Fríjol	0,5	ha	$40.000	50
Vereda Ulagá Baja	Maíz	0,5	Ha	$20.000,00	40
	Papa	0,5	Ha	$30.000,00	50
	Zanahoria	0,5	Ha	$10.000,00	50
	Arveja	1	Ha	$60.000,00	50
	Cebolla cabezona	1	ha	$25.000,00	50
	Fríjol	1	ha	$50.000,00	50
La Hojancha	Maíz	5	ha	$20.000,00	S.I.
	Café	10	ha	S.I.	S.I.
	Fríjol	5	ha	$70.000,00	50
	Cebolla cabezona	12	ha	$55.000,00	50
	Durazno	20	ha	$55.000,00	30
	Ciruela	5	ha	$60.000,00	30

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom - ConCol

El Alcaparral centra su desarrollo agrícola en función de la cosecha de cultivos de maíz, papa, frutas, arveja, apio, frijol, para el caso de la Vereda El Naranjo, sus principales productos son maíz, papa, frijol, zanahoria, arracacha y cebolla cabezona, en Sabaneta Alta se cultiva principalmente maíz, papa y frijol, en Sabaneta Baja se cultiva fríjol y mora, en La Hojancha existen principalmente cultivos de durazno, cebolla cabezona y café, y en Ulagá Baja los cultivos de arveja y cebolla principalmente. (Ver Tabla 5.107).

La actividad pecuaria en las unidades territoriales menores rurales se desarrolla de manera tradicional, con ganado bovino de doble propósito (carne y leche), explotada de manera extensiva, y la crianza avícola, con aves de traspatio y de galpón. Las veredas Alcaparral, El Naranjo y Ulagá Baja, orientan el ganado bovino en un 50 a la producción de cárnicos y el otro 50 para fines de leche y sus derivados. La Vereda Sabaneta Alta destina solo el 30 de su ganado a la producción de carne y el 70 restante a ganado lechero. La Tabla 5.108, da a conocer

Tabla 5.108 Actividad pecuaria de las unidades territoriales menores

Unidad Territorial	Bovino	Porcino	Avicultura
Vereda Sabaneta Alta	X	X	X
Vereda Sabaneta Baja	X	X	X
Vereda Alcaparral	X	X	X
Vereda El Naranjo	X	X	X
Vereda Ulagá Baja	X	X	X
Vereda La Hojancha	X	-	X

Fuente: Fichas de caracterización rural 2017, Aecom - ConCol

Fotografía 5.38 Avicultura-Alcaparral

Fotografía 5.39 Ganadería – Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Por otro lado, la actividad avícola en las unidades territoriales rurales del área de influencia se orienta a fines de engorde y crianza para producción de huevos. Es de resaltar, que las comunidades de estas unidades (excepto por la vereda La Hojancha) igualmente registran que se dedican a la crianza de ganado porcino, explotado de manera tradicional y cuyo fin es comercial. (Ver Fotografía 5.40)

Fotografía 5.40 Crianza de ganado porcino unidades territoriales menores

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

- Síntesis de la cadena productiva

El análisis de la actividad productiva en cada una de las unidades territoriales menores enmarca los principios que comprenden la cadena productiva, con un desarrollo que va desde el cultivo o producto obtenido por medio de una actividad productiva, hasta su proceso para transformarlos en bienes finales con el objetivo de ser comercializados.

Las cadenas productivas de los principales productos generados en cada una de las unidades territoriales comprenden desarrollos tradicionales, los cuales presentan crecimientos poco tecnificados y ciclos con dinámicas mercantiles inequitativas. Las principales cadenas productivas son las siguientes:

- La cadena de los productos agrícolas en las unidades territoriales menores inicia con la siembra de los productos tradicionales de cada vereda, para su posterior cosecha, en la cual el agricultor recolecta los productos que sus cultivos generan

en su finca, para luego comercializarlos mediante intermediarios y/o mayoristas, localizados en centros de acopio, plazas de mercado y/o cabeceras municipales. En el anterior punto, interactúan los transportadores, los servicios de bodega y almacenaje, los recogedores y los proveedores de empaques y cajas, distribuyendo y comercializando el producto al consumidor final (Departamento Nacional de Planeación - DNP -, 2004) (Aecom - ConCol S.A, 2017).

- La actividad ganadera, como se acotó anteriormente, es explotada de manera extensiva y con un doble propósito (carne y leche). La estructura productiva de la cadena de carnes en la unidad territorial inicia con la cría y engorde del ganado vacuno, hasta obtener pesos aproximados entre los 350 y los 450 Kilogramos; continuando con el transporte, del mismo a plantas de sacrificio o mataderos municipales, en las cuales tras el proceso de sacrificio y corte, la carne es conservada congelándola, para luego comercializarla a diferentes veredas, ciudades y fábricas dedicadas a la producción y comercialización de cárnicos, en donde a su vez son generadoras de subproductos como carnes embutidas, arregladas y frías. Los diferentes productos derivados de este proceso son comercializados al por menor en las grandes cadenas, supermercados, micromercados, entre otros (Departamento Nacional de Planeación - DNP -, 2004) (Aecom - ConCol S.A, 2017).

Por otro lado, la cadena productiva de la leche comprende un proceso que va desde la producción de leche cruda, seguido por el transporte y comercialización a centros de acopio de la cabecera municipal, en las cuales se llevan a cabo procesos de pasteurización y producción de leches ácidas y derivados lácteos como mantequilla y quesos, entre otros, producción orientada a cubrir la demanda doméstica de lácteos (Departamento Nacional de Planeación - DNP -, 2004) (Aecom - ConCol S.A, 2017).

- La cadena productiva de la avicultura, empieza con la cría de pollos y gallinas de engorde y/o ponedoras, los cuales al llegar al peso adecuado pasan a empresas procesadoras, sacrificándolos y disponiéndolos, para el procesamiento de productos que pasan a la venta, entre los que se encuentra la línea de pollo fresco, pollo listo para consumir y salsamentaría, posteriormente salen para los diferentes puntos de venta para el consumo final (Aecom - ConCol S.A, 2017).

Es de resaltar, que igualmente en las unidades territoriales menores del área rural se presenta la cría avícola con fines de obtención de huevos, los cuales son comercializados en las mismas unidades territoriales menores o en las cabeceras municipales de Pamplona y Pamplonita (Aecom - ConCol S.A, 2017).

- Actividades turísticas y/o recreativas

El turismo es una actividad significativa a nivel local y regional, gestando así un progreso económico y social de las unidades territoriales mayores y menores, dado que cimienta el desarrollo sostenible y cultural de Pamplona, mediante la conformación de las unidades territoriales, como destinos turísticos.

El municipio de Pamplona, con sus costumbres religiosas y sus ferias y fiestas en su

cabecera municipal tiene una incidencia sobre el desarrollo turístico de las unidades territoriales menores, dado que potencializa y dinamiza la economía local, generado así, con el desarrollo de las actividades comerciales formales e informales, un incremento sustancial en el nivel de ingresos percibidos por la comunidad.

Pamplona se caracteriza por su gran diversidad cultural y patrimonial, con sus representativas unidades arquitectónicas, como la Catedral de Santa Clara de Pamplona, y los atractivos naturales y culturales: parque recreacional los tanques; laguna y cueva de Borrero; Laguna el seminarista (Alcaldía de Pamplona, 2016)

Es de resaltar que, en la cabecera municipal de Pamplona y Pamplonita, aunque en menor medida y sus unidades territoriales presentan una gran diversidad cultural y natural que potencializa el desarrollo turístico local, la cual está represando por las áreas naturales de las veredas, al igual que por los lugares y edificaciones en su cabecera municipal.

- Infraestructura existente y proyectada

Para el departamento de Norte de Santander y en particular para el municipio de Pamplona y Pamplonita el Plan Nacional de Desarrollo (Departamento Nacional de Planeación, 2014), propone un enfoque que se enmarca en la potenciación de la conectividad para el cierre de brechas y la integración regional, con el fin de conectar la región mejorando su productividad y reduciendo sus índices de pobreza. En ese sentido, se destacan los proyectos relacionados con las concesiones 4G y las conexiones intermodales, los cuales contribuirán con el mejoramiento y la potenciación de la movilidad y desarrollo productivo en la región. Igualmente, la implementación de los sistemas integrados de transporte regional (SITR) entre las ciudades principales, como Cúcuta, y sus periferias; permitiendo de este modo la potenciación de accesos más eficientes para el flujo de carga y pasajeros por vía terrestre. En la Tabla 5.109, se presentan los proyectos de infraestructura más relevantes para el departamento de Norte de Santander, que a su vez tienen alguna interacción con los municipios de Pamplona y Pamplonita y los cuales fueron priorizados y planteados por Plan Nacional de Desarrollo.

Tabla 5.109 Infraestructura proyectada en el Plan de desarrollo Nacional

Proyectos de infraestructura a nivel nacional	
Visionarios	Tren de la Paz (trazado férreo de salida al río Magdalena)
Proyectos de Interés Nacional Estratégicos (PINES)	Concesiones 4G: mejoramiento y mantenimiento de la Pamplona-Cúcuta-Puerto Santander doble calzada (*)
	Concesiones 4G: Bucaramanga-Pamplona doble calzada (*)
	Concesiones 4G: Duitama-Pamplona (*)
	Concesiones 4G: Gamarra-Cúcuta (*)
Iniciativas regionales	Recuperación de centros históricos

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Por otra parte, con respecto al municipio de Pamplona y Pamplonita, la Gobernación de Norte de Santander destaca los proyectos destinados al potenciamiento de los sistemas productivos, el mejoramiento de la red vial secundaria y terciaria en el departamento, así como la construcción de escenarios de recreación y entretenimiento, al igual que redes tecnológicas que potencien la conectividad entre los municipios (Gobernación de Norte de Santander, 2016). Adicionalmente se contempla la construcción de nuevos

establecimientos educativos, como se detalla en la Tabla 5.110.

Tabla 5.110 Infraestructura proyectada según el Plan de Desarrollo del Departamento de Norte de Santander

Clasificación	Proyectos de infraestructura a nivel departamental
Infraestructura productiva	Construcción y/o rehabilitación de infraestructura para riego
	Construcción y/o rehabilitación de infraestructura para la producción agrícola
	Construcción y/o rehabilitación de centros de acopio y comercialización
	Construcción y/o rehabilitación de infraestructura para la producción pecuaria y acuícola
Infraestructura para la Productividad e innovación Infraestructura para la productividad e innovación turística	Construcción de un parque temático para el departamento
	Adecuación y señalización de senderos ecológicos 4 adecuaciones de senderos ecológicos
	Construcción y/o adecuación de centros turísticos del departamento
	Diseño e implementación de rutas caminos de ejes turísticos y ecoturísticos del departamento
Plan vial departamental para la productividad	Pavimentación de la red Vial del Departamento (20) km de vías pavimentados
	Mantenimiento preventivo de los corredores viales Departamentales
	Mejoramiento de la red vial Departamental
Caminos interconectados para la paz y la productividad	Mejoramiento y Mantenimiento de la Red Vial de Tercer Orden
	Construcción de Placa Huellas en la Red Vial de Tercer Orden
	Construcción y mejoramiento de Puentes y Hamacas
Un norte productivo conectado a Colombia	Mantenimiento y Mejoramiento de la Red Vial Primaria
Infraestructura educativa adecuada y protectora	Construcción, Ampliación o adecuación de infraestructura para la Jornada Única
	Mejoramientos de sedes de educativas
Educación inicial como piedra angular para construir una sociedad en paz	Mejoramiento de la infraestructura física y tecnológica de la planta Central de la Secretaria de Educación
Infraestructuras adecuadas para la práctica deportiva, recreativa y la atención en ciencias aplicadas al deporte	Construcción, adecuación, dotación, remodelación y mantenimiento de infraestructura deportiva (con adaptación para personas con discapacidad)
	Construcción de infraestructura recreativa (con adaptación para personas con discapacidad)
	Construcción, adecuación, dotación, remodelación y mantenimiento infraestructura para las ciencias aplicadas al deporte
Fortalecimiento del sistema departamental de cultura de norte de Santander	Apoyo para el manteamiento, adecuación y dotación de infraestructura y equipamiento para los servicios culturales en el departamento
Ampliación de cobertura y calidad de servicio de la infraestructura tecnológica	Ampliación de Sitios Sectoriales Comunitarios de Acceso a Internet

Fuente: (Alcaldía de Pamplona, 2016)

- Estructura comercial y empresarial
    - Veredas

Dentro de la información recopilada mediante las fichas de caracterización rural, en El

Naranjo la comunidad informó de 5 establecimientos tipo tienda en la unidad territorial, lo mismo que una (1) mina de carbón cuyo título minero contractualmente se encuentra en etapa de explotación, sin embargo, los propietarios indican que no se están adelantando labores de extracción de minerales. También se encuentran en esta unidad territorial un (1) hotel y un (1) restaurante.

En Sabaneta Alta no se identificaron establecimientos dentro de la misma, de lo cual podemos deducir el bajo desarrollo comercial y micro-empresarial en esta unidad territorial, dado que presenta dedicaciones principalmente agropecuarias, con grandes extensiones de tierra destinadas a la cosecha de cultivos tradicionales, la explotación de ganado bovino, la crianza avícola (Aecom - ConCol S.A, 2017)

En la vereda Sabaneta Baja se registra la existencia de tres (3) tiendas de abarrote o productos de la canasta familiar que abastece a la comunidad local de elementos básicos de aseo, bebidas refrescantes y alimentos. Además de estos establecimientos, en la vereda no se registran otros que sean orientados al comercio.

En la vía actual, dentro de la unidad territorial El Alcaparral, se evidencian actividades económicas orientadas a servicios de carreteras como 1 (una) estación de servicio, 1 hotel, cuatro (4) restaurantes una (1) tienda, 2 (dos) montallantas. Igualmente se encuentra una (1) fábrica de bocadillos y una (1) fábrica de muebles. Esta oferta de bienes y servicios se localiza en la llamada “curva de los adioses”, como se observa en la Fotografía 5.41, Fotografía 5.42, Fotografía 5.43.

La comunidad de la vereda La Hojancha, manifiestan que la unidad territorial existe 1 establecimiento orientado a la venta de comida (restaurante), 11 a la prestación del servicio de alojamiento (hospedaje) y 7 al comercio de productos, como la venta de licores, artículos de primera necesidad, y bebidas y otros dedicados a la distribución y venta de alimentos y prestación de servicio de hospedaje (Aecom - ConCol S.A, 2017).

Por su parte, en la vereda Ulagá Baja las actividades comerciales se desarrollan en torno a dos (2) tiendas con el suministro de alimentos, bebidas, artículos de aseo, papelería, entro otros. También registra un crecimiento microempresarial en actividades orientadas a la venta de alimentos a través de dos (2) restaurantes y la prestación de servicios de transporte de personas.

Los establecimientos comerciales anteriormente mencionados, se caracterizan por generar ingresos promedio entre los $200.000 y el $1’000.000 mensuales (Aecom - ConCol S.A, 2017)

Es de resaltar que las actividades comerciales, aparte de generar importantes ingresos a la comunidad, son las encargadas de distribuir y suplir las necesidades básicas de bienes y servicios a la población, se destaca el sector “Curva de los Adioses” en la Vereda Alcaparral, en la cual se encuentra 1 Hotel, 1 fábrica de bocadillos, 1 estación de servicio, 4 restaurantes, 1 tienda y 2 monta llantas. (Aecom - ConCol S.A, 2017).

Fotografía 5.41 Vereda Alcaparral -Taller mecánico

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fotografía 5.42 Vereda Alcaparral- Restaurante

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fotografía 5.43 Vereda Alcaparral - (Sector Los Adioses)- fábrica de bocadillos

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017

- Barrios

En la unidad funcional 1 "Variante Pamplona" se encuentran seis (6) barrios; San Luis, El Buque, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja; según lo informado por los presidentes de Juntas de Acción Comunal, en el primero de ellos existen únicamente dos (2) establecimientos tipo tienda y en el segundo se destaca la importancia de los servicios educativos ya que su actividad económica gira en torno a La Universidad de Pamplona, por lo cual se derivan aproximadamente 40 establecimientos como papelerías, fotocopiadores y restaurantes dedicados a cubrir la demanda de servicios estudiantiles, además de hospedajes y residencias estudiantiles que son una importante fuente de ingresos para este barrio. A la par de estos establecimientos dedicados a la prestación de servicios, existe un estimativo de 50 tiendas dedicadas a proveer la demanda de bienes de la numerosa población estudiantil del sector. También se encuentra en esta unidad territorial El Buque una (1) estación de servicio (Aecom-ConCol, 2017).

En los barrios Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja, se reportó la existencia de cuatro (4), doce (12), siete (7) y dos (2) tiendas respectivamente dedicadas a la venta de abarrotes y productos de la canasta familiar y misceláneos.

Adicional a estos establecimientos, no se identifican otros que puedan dinamizar el sector comercial del barrio.

5.3.4.2.4 Mercado laboral

Según las fichas de caracterización rural, en las unidades territoriales menores rurales (veredas), el mercado laboral se desarrolla en torno a las actividades agropecuarias, el comercio y en un menor porcentaje a los hospedajes, el transporte informal y la minería. En las unidades territoriales menores urbanas, específicamente en los barrios El Buque y San Luis, el mercado laboral se desarrolla alrededor de la prestación de servicios y el comercio que genera la población estudiantil del municipio. Por su parte, para el caso del barrio Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja en estos no existe gran cantidad de establecimientos o empresas que puedan cubrir toda la demanda laboral que existe por lo que algunos habitantes han encontrado en otras unidades territoriales fuentes de trabajo, tal es el caso de la vereda El Naranjo donde existe una mina de carbón que genera empleo constantemente a personas de todo el municipio de Pamplona. Otra alternativa que tienen los habitantes de los seis (6) barrios es trasladarse hasta la zona más céntrica de la cabecera municipal de Pamplona donde eventualmente se requiere mano de obra para ejercer en los establecimientos comerciales.

El total de la Población en Edad de Trabajar (PET) para todas las unidades territoriales menores en el área de influencia de la UF 1 “Variante Pamplona” es de 2.745 personas. Respecto a la población desocupada, en todas las unidades territoriales menores, se registra un promedio de 89 de personas que no se encuentran actualmente ejerciendo alguna labor y un promedio de 129 de personas que se encuentran ocupadas o laborando.

De manera específica, las veredas Sabaneta Baja, El Naranjo y Ulagá Baja reportaron tener un 100 de desempleo o personas desocupadas en cada uno de estos territorios. Por su parte, el índice más bajo de población desocupada se reportó en el barrio Simón Bolívar con tan solo el 10, lo cual se atribuye en parte al hecho de que varias personas de allí se trabajan en temas de construcción y en la mina de El Naranjo. En tanto, en los barrios Juan XXIII, Cristo Rey Parte Baja y Cristo Rey Parte Alta se presentan los siguientes índices de población desempleada o desocupada 270, 122 y 115.

Por otro lado, frente a la población ocupada además del barrio Simón Bolívar, los índices más altos los presentan los barrios El Buque, San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja con el 60, 65, 90, 352,180 y 87 respectivamente.
Lo anterior, permite concluir que de todas las unidades territoriales los índices más altos de desempleo se encuentran principalmente en las veredas y en menor proporción en los barrios, lo cual podría atribuirse al hecho de que la localización de los barrios facilita el acceso a los cargos laborales que se solicitan en las cabeceras municipales de Pamplona y Pamplonita, aunque esta última en menor medida. La Tabla 5.111 proporciona los detalles de la PET y los porcentajes de población ocupada y desocupada.

Tabla 5.111 Población en edad de trabajar (PET) en las unidades territoriales menores

Unidad territorial menor	Población total	PET	Población desocupada y ocupada	
			población ocupada	población desocupada
Vereda Sabaneta Alta	150	117	80	20
Vereda Sabaneta Baja	113	87	0	100
Vereda Alcaparral	115	79	80	20
Vereda El Naranjo	230	165	0	100
Vereda Ulagá Baja	283	201	0	100
Vereda La Hojancha	126	70	80	20
Barrio San Luis	122	87	65	635
Barrio El Buque	600	488	60	40
Barrio Simón Bolívar	478	325	90	10
Barrio Juan XXIII	1900	622	352	270
Barrio Cristo Rey Parte Alta	600	302	180	122
Barrio Cristo Rey Parte Baja	400	202	87	115
Total / Promedio	**5.117**	**2.745**	**89**	**129**

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana, 2017-2018 Aecom – ConCol-UVRP.

Respecto a las actividades que dinamizan el empleo en las unidades territoriales menores, se establece que las actividades agropecuarias generan en Sabaneta Alta entre el 80 y el 100 de los empleos de la población, mientras que en El Naranjo el transporte ofrece un cinco (5) de empleo y en Alcaparral es la minería y los servicios los que ocupan mano de obra en un cinco (5) y un 15 respectivamente. (Ver Tabla 5.112).

La comunidad de la vereda La Hojancha, manifiesta que los establecimientos comerciales ubicados en la unidad territorial (restaurantes, hotel y comercialización de productos), si bien no cubren toda la demanda laboral, al menos requieren por temporadas de algunas pocas personas (Aecom - ConCol S.A, 2017).

Los ingresos y las fuentes de empleo son dados por las actividades productivas desarrolladas en las veredas con ingresos promedio entre uno y dos salarios mínimos mensuales legales vigentes SMMLV. El jornal se encuentra entre 15.000 y 80.000 mil pesos según la actividad. En la Tabla 5.112 se registra el nivel de ingresos reportado por la población.

En los barrios San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja los ingresos son usualmente adquiridos por actividades informales que la población desarrolla en sus barrios y en veredas aledañas, tales como: jornaleo, minería, construcción y en especial en la cabecera municipal de Pamplona en diferentes sectores de servicios, comercio, entre otros, con ingresos que no superan un (1) salario mínimo. Así mismo, en el barrio el Buque la principal fuente de empleo es el sector servicios y comercio, (comercio, hoteles, hospedajes, residencias estudiantiles, fotocopiadoras, papelerías etc), con ingresos menores a un salario mínimo en un 20 de la población, un 30 con un salario mínimo y un 50 con salarios entre uno y dos salarios. (JAC, 2018)

Tabla 5.112 Nivel de ingresos y fuentes de empleo en las unidades territoriales menores de Pamplona (2017)

Unidad Territorial	Jornal/ingresos	Fuentes de empleo					
		Agrícola	Pecuaria	Minería	Servicios	Construc.	Transporte
Sabaneta Alta	$20.000/$80.000	80	20	-	-	-	-
Sabaneta Baja	$25.000/$35.000/$15.000	70	-	70			
Vereda Alcaparral	$25.000/$35.000/$15.000	70	10	5	15	-	-
Vereda El Naranjo	$20.000	80	15	-	-	-	5
Vereda Ulagá Baja	$20.000/$50.000/$60.000	80	20	-	-	-	-
Vereda La Hojancha	$30.000	-	-	-	-	-	-
Barrio San Luis	Menos de un (1) SMLV	60	20		10	10	-
Barrio El Buque	Menos de un (1) SMLV hasta dos (2) salarios mínimos.	-	-	-	100	-	-
Barrio Simón Bolívar	No reporta información	-	-	-	-	-	-
Barrio Juan XXIII	Menos de un (1) SMLV hasta dos (2) salarios mínimos.	-	-	-	70	20	10
Barrio Cristo Rey Parte Alta	Menos de un (1) SMLV hasta dos (2) salarios mínimos.	-	-	-	60	10	20
Barrio Cristo Rey Parte Baja	Menos de un (1) SMLV hasta dos (2) salarios mínimos.	-	-	-	80	5	15

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom – ConCol-UVRP.

Con la ejecución del proyecto, la población en edad de trabajar se verá beneficiada directamente ya que se generarán oportunidades de trabajo con la contratación de mano de obra no calificada para diversas actividades, así mismo, la demanda de bienes y servicios de personas que se trasladen a la zona generará a su vez nuevas ofertas laborales para suplir las nuevas necesidades.

Esta dinámica de generación de nuevas plazas laborales conllevará a un aumento en la dinámica de la economía de las unidades territoriales menores y mayores, ya que habrá un incremento en el poder adquisitivo de las personas, lo cual redundará en el bienestar y calidad de vida al tener acceso a más bienes y servicios de la canasta familiar y otros que no se encuentren dentro de ella.

En general, es de resaltar que la población de las unidades territoriales menores del área de influencia se caracteriza por desplazarse a trabajar dentro de la misma vereda, otra vereda y/o en la cabecera municipal.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunos establecimientos comerciales y de servicio que dinamizan el ámbito laboral del área de influencia del proyecto.

Fotografía 5.44 El Buque-Universidad de Pamplona

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.45 El Buque-Institución Educativa

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.46 El Buque-Estación de servicio

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.47 El Buque-Restaurante

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.48 El Buque- servicios-copias

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.49 El Buque- servicios-restaurante

Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

Fotografía 5.50 San Luis-tienda

Fuente: Aecom – ConCol S.A. 2017.

Fotografía 5.51 San Luis-tienda

Fuente: Aecom – ConCol S.A. 2017.

Fotografía 5.52 Cristo Rey Parte Alta - tienda

Fuente: UVRP 2018.

Fotografía 5.53 Cristo Rey Parte Baja- tienda

Fuente: UVRP 2018.

Fotografía 5.54 Juan XXIII -tienda

Fotografía 5.55 Juan XXIII -tienda

5.3.4.2.5 Proyectos y programas privados, públicos y/o comunitarios

Con base en la información registrada en las fichas de caracterización rural, se establece que en las unidades territoriales menores se presentan algunos proyectos de desarrollo, interés social y de mejoramiento del sistema educativo, al igual que la orientación hacia proyectos de desarrollo vial y de servicios públicos.

La Comunidad de las veredas Ulagá Baja, Alcaparral, La Hojancha y El Naranjo reportaron el proyecto vial de la doble calzada Cúcuta – Pamplona, el cual esta con proyección de finalización para el año 2022. En la vereda Ulagá Baja, la comunidad informó la ejecución de la puesta en marcha de una línea de transmisión eléctrica perteneciente a CENS, la cual se estableció en el territorio desde 1967.

Por otra parte, dentro de los proyectos comunitarios gestados por las Juntas de Acción Comunal se halla el mantenimiento, mejoramiento y/o adecuación de las vías veredales, con el establecimiento de placa huellas y sistema de drenaje. Dicha gestión se evidencia en las veredas Alcaparral y Ulagá Baja.

Para el caso de la vereda Sabaneta Baja, los entrevistados expresaron que allí se está llevando a cabo un proyecto productivo de mora que en la actualidad beneficia a 15 personas y cuya duración es de un (1) año. Asimismo, expresaron que a futuro tienen proyectado el mejoramiento de los puentes que se encuentran en la vereda.

En cuanto a los seis (6) barrios, los entrevistados no suministraron información relacionada con los proyectos que se tienen planeados a nivel comunitario. El único proyecto que referenciaron es el proyecto de la variante Pamplona.

Adicionalmente, en las unidades territoriales menores se desarrollan algunos proyectos y/o programas de interés social, como lo es el programa de familias en acción, enfocado a la atención de familias con niños, niñas y adolescentes menores de 18 años que requieren un apoyo económico para tener una alimentación saludable y el programa de brigadas de salud.

5.3.4.2.6 Polos de desarrollo y/o enclaves

Los polos de desarrollo en las unidades territoriales menores se centran en el crecimiento económico que puede tener las actividades agropecuarias y turísticas en la región, al igual que el efecto del mejoramiento de la malla vial, dado que con dicho progreso potencializan, mediante el sistema de comunicación vial, el sistema de comercialización local y regional.

Las actividades turísticas al fundamentarse como uno de los ejes estratégicos a nivel municipal apalancan el desarrollo económico de las unidades territoriales menores, dado que incentivan el crecimiento económico de la población dependiente de las actividades comerciales y micro-empresariales, con establecimientos de hospedaje. Con base en lo anterior, dichas actividades turísticas se consolidan como un polo de desarrollo local, dado que, al impulsar el desarrollo de las costumbres tradicionales, culturales y religiosas, incentivan los sectores de la economía local como el comercio y el servicio de alojamiento, la venta de productos agrícolas y pecuarios.

Así las cosas, el desarrollo económico y productivo de las unidades territoriales menores se verá impulsado por el proyecto vial que se llevará a cabo en la región y el cual busca la conectividad e integración regional. El proyecto vial Pamplona-Cúcuta generará un apalancamiento de la economía local, hasta el punto mejorar los sistemas de comercialización y consigo potencializar el turismo y las cadenas productivas de la

ganadería, la avicultura y la agricultura.

5.3.4.2.7 Censo de pescadores

Las obras de construcción del proyecto “Corredor 4G Pamplona-Cúcuta- UF 1 Variante Pamplona”, que se desarrollará en las unidades territoriales menores, no afectarán la actividad pesquera, dado que dicha actividad no es representativa dentro del área de estudio. Por tanto, está temática no se desarrolla como alcance de la presente caracterización.

5.3.5 Componente cultural

5.3.5.1 Comunidades No étnicas

A continuación, se presenta la caracterización cultural de la población de las comunidades no étnicas asociadas al proyecto, presentando de acuerdo con los términos de referencia, información de tipo regional de los municipios de Pamplona y Pamplonita a partir de fuentes secundarias, como documentos oficiales y textos de investigación e información del área de influencia a escala veredal a partir de fuentes secundarias y fuentes primarias extraídas a partir del trabajo de campo llevado a cabo.

5.3.5.1.1 Unidades territoriales mayores

En este apartado se busca caracterizar la base sociocultural de la sociedad Pamplonesa y Pamplonitense, exponiendo primero la situación actual de acuerdo a los documentos oficiales como los planes y esquemas de ordenamiento territorial vigente y los planes de desarrollo, para luego presentar información relevante frente a las dinámicas poblacionales a través del tiempo, los símbolos culturales más relevante y la relación de la población con el entorno; todo esto en el marco del análisis de seis aspectos principales; el ordenamiento territorial, la organización y estructura social, las prácticas económicas, la religiosidad y el desarrollo de las artes y la academia.

- Sistema Sociocultural Actual
    - Municipio de Pamplona

Respecto al sistema sociocultural actual del municipio de Pamplona, particularmente para el casco urbano la identidad pamplonesa se ha venido transformado, teniendo en cuenta que en los últimos años se “ha presentado un elevado proceso de trasmutación debido a la irradiación pluricultural respaldada por la población universitaria flotante donde se destaca la influencia de los grupos humanos pertenecientes a la región Atlántica y la región Llanera principalmente. Dichos grupos han generado cambios en los hábitos y estilos de vida de la comunidad Pamplonesa en este sentido la gastronomía, la música y conductas de vida nocturna han propiciado un cambio que denota modificaciones socioeconómicas donde nuevos restaurantes bares y discotecas han cobrado relevancia.

Dicho esto, para el casco urbano, de tal modo que el cambio sistémico denota una fractura de los patrones culturales iniciales que anteriormente se regían, por una parte, de la

influencia de la religión cristiana y por otra parte a los estilos de vida que impartían los partidos políticos tradicionales del país. Aunque la dinámica cultural se mantiene estable en la periferia municipal donde los habitantes continúan con sus ideales basados en los preceptos religiosos además del repudio por la desigualdad social a la cual se ven sometido" (Alcaldía de Pamplona, 2015, pág. 163).

En el diagnóstico social que se presenta en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, PBOT, se da cuenta de la agudización de los conflictos sociales, la pérdida de tradiciones culturales, el deterioro medioambiental, todo ello en un escenario de baja gobernabilidad producto de la corrupción y el conflicto armado que azota al país desde hace más de medio siglo (Alcaldía de Pamplona, 2015).

Dentro de las actividades económicas del municipio la producción manufacturera representa tan solo el 5 de la economía del municipio. Las industrias existentes se caracterizan por su condición microempresarial derivada del poco capital invertido, la baja capacidad productiva, la poca acumulación del capital y predomina la producción "artesanal" y el comercio. El sector primario que se desarrolla en el área rural del municipio se caracteriza por una económica campesina, pequeños minifundios y parcelas, en las cuales se lleva a cabo principalmente la agricultura, seguido por la actividad pecuaria. La población rural del municipio de Pamplona según la ficha municipal del DNP 2016 es de 2.992 personas, correspondiente al 5.21 de la población total del municipio, la cual está distribuida en sus 35 veredas, con una vocación agropecuaria, siendo esta su principal actividad económica (Alcaldia Pamplona, 2017, págs. 103 -108). En este aspecto las políticas públicas buscan incrementar la innovación en la agricultura de Pamplona, aumentar el número de hectáreas con riego de mediana y pequeña escala, aumentar el acompañamiento integral a los productores, facilitando el incremento en sus índices de productividad y competitividad y establecer herramientas de planificación para la competitividad, sostenibilidad y rentabilidad de la producción agropecuaria.

En cuanto a la población étnica del municipio de Pamplona ésta representa 0,66 de su población total, de los cuales el más representativo son los negros, mulatos o afrocolombianos con el 90. Por otra parte, la población ROM no registra población en la ficha municipal DNP 2015, sin embargo, en el registro de víctimas están incluidos 2 personas de esta población.

Según el proyecto de acuerdo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Pamplona, los principios de ordenamiento territorial en cuanto a territorialidad y apropiación buscan el reconocimiento, apropiación y legitimación del patrimonio cultural (costumbres, tradiciones, festividades, idiosincrasia, culinaria, mitos y leyendas) de las diferentes culturas que habitan el territorio municipal, con el fin de mantener y fortalecer sus identidades en los actuales procesos de transculturización. De igual forma los objetivos del sector cultural para el desarrollo territorial se enfocan en valorar, recuperar y fortalecer las identidades culturales, salvaguardar el patrimonio cultural material del centro histórico y promover la cultura agropecuaria y las buenas prácticas agrícolas (Alcaldía de Pamplona, 2015, págs. 5-6). Por otro lado, uno de los ejes del plan de desarrollo es la cultura ligada al turismo, entendidos potencialmente como factores jalonadores de desarrollo en el municipio.

Dentro de los tratamientos urbanísticos, el PBOT propone un tratamiento de conservación

histórica, arquitectónica y cultural, asociadas a la protección del patrimonio cultural existente en el municipio, que busca asegurar la preservación de los inmuebles patrimoniales, permitiendo su interacción con la estructura urbana de la ciudad, de tal forma que se puedan reconocer, valorar y conservar de acuerdo con sus características.

Uno de los propósitos del PBOT es redefinir las áreas de protección, y asegurar la salvaguarda del patrimonio cultural, en este sentido el tratamiento de conservación regula la intervención de las edificaciones que han sido declaradas como patrimonio arquitectónico, histórico y cultural en el Municipio de Pamplona, las cuales se encuentran inventariadas en la resolución 2111 de 2009, por la cual se aprobó el Plan Especial de Manejo y Protección del Sector Antiguo de Pamplona, declarado como Bien de Interés Cultural. Este tratamiento limita las transformaciones de la estructura física de los inmuebles públicos y privados declarados como patrimoniales. Por lo tanto, el PBOT dispondrá de los mecanismos compensatorios correspondientes.

A continuación, se presenta información relevante extraída del Plan de Desarrollo “El cambio está en nuestras manos” (2016- 2919) para determinar algunas expresiones culturales en Pamplona que hacen parte del territorio y de la interacción de sus habitantes con relación a las tradiciones económicas, tecnológicas, organizativas, religiosas y artísticas entre otras.

De forma general se percibe en el documento una fuerte apuesta desde lo institucional por posicionar a Pamplona como una ciudad turística apoyados en sus componentes patrimoniales. Por ello dentro de los objetivos principales de Plan de Desarrollo se propone dotar a Pamplona con un mobiliario urbano y obras urbanísticas que embellezcan la ciudad, a partir de una correcta planeación básica territorial, que propenda por la conservación del patrimonio histórico y cultural, material e inmaterial de los Pamploneses, y que la posicionen como una de las ciudades más bonitas, cómodas y amigables del oriente colombiano y así generar empleo y oportunidades productivas para los pamploneses, a partir del desarrollo turístico religioso y cultural (Alcaldia Pamplona, 2017).

El documento del Plan de desarrollo describe a Pamplona como “…un municipio colombiano ubicado en la zona suroccidental el departamento de Norte de Santander, con una economía basada principalmente en el comercio gastronómico, la educación y el turismo religioso; uno de los apelativos que recibe, el de ser ciudad mitrada se debe a que la Ciudad, es sede de la Arquidiócesis de Nueva Pamplona y Ciudad estudiantil porque tiene su sede principal la Universidad de Pamplona y otras instituciones de educación básica y universitaria. Con sus características de infraestructura colonial, presentes en su centro histórico, ofrece unas condiciones especiales para desarrollar e impulsar el turismo en diferentes áreas” (Alcaldia Pamplona, 2017, pág. 106).

Así en cuanto a expresiones culturales y artísticas el documento resalta sobre todo las actividades desarrolladas por el Instituto de Cultura y Turismo de Pamplona (ICTP), dentro de las que se destacan:

i. El Festival Internacional Coral de Música Sacra y el Festival Nacional de Danza Folclórica por Parejas.

En el marco de estos eventos el instituto cuenta con 4 escuelas; adulto mayor, primera infancia, grupo infantil y una pareja que se ha encargado de representar al municipio. Mientras que para los coros se destaca el proceso de formación en la escuela de coro que ha permitido la representación del ICTP en el festival internacional coral de música sacra durante los últimos años. Se tiene grupo preinfantil de 3 a 6 años, kínder musical, coro infantil de 7 a 14 años, con el que se han logrado mayores avances. Se incentiva además el aprendizaje de guitarra, tiple, bandola y requinto.

ii. Los procesos de formación artística y cultural en el Centro Cultural Ramón González Valencia

La formación artística y cultural se ha encaminado en varios frentes: artes plásticas, la banda y teatro. En cuanto a las artes pláticas trabajan técnicas como la pintura, dibujo, en diferentes entidades con diferentes grupos de formación, niños con capacidades cognitivas especiales, tercera edad. En el sector rural se realizan los circuitos culturales desplazándose a cada una de las veredas y articulados con los otros procesos de formación cultural y con otras entidades del municipio; las artes plásticas se usan como proceso de rehabilitación en casos de abuso en menores y problemas intrafamiliares. La banda se enfoca principalmente en instrumentos de viento metálicos y de madera; se trabaja desde la iniciación musical hasta diferentes niveles de acuerdo con el avance. En teatro desarrollan procesos formativos en establecimientos educativos y con grupos de primera infancia, y tercera edad.

iii. Las actividades institucionalizadas en la biblioteca pública municipal Eduardo Cote Lamus - Jorge Gaitán Durán.

En cuanto a las instalaciones, la biblioteca cuenta con un espacio para la primera infancia, todo adaptado a las necesidades de los niños, dotación de libros especiales, silleterías, cojines, tapetes y teatrino. Sala de consulta para usuarios mayores donde se tiene contacto con los libros para un fácil acceso de consulta, además adecuación de silletería, mobiliario, escritorios, wifi y préstamo de equipos por dotación de CPE con 20 portátiles.

Dentro de sus programas institucionalizados destacan: la lectura llega a ti, déjate encantar, la hora del cuento, pasaporte a la lectura y la escritura, los niños soñamos, creamos y expresamos, cinecito y títeres en la biblioteca, deja que te cuente un cuento, lectura biblioteca escuela, entre palabras y arrullos, aprendiendo en nuestro rincón tecnológico.

La Bibliotecaria se ha venido capacitando en todos los aspectos por medio de talleres, esto ayuda a cumplir con los estándares nacionales y a cumplir con las actividades encomendadas por los entes de cultura. La Biblioteca Municipal de Pamplona es una de las mejores posicionadas a nivel departamental y es supervisada por la Biblioteca Nacional, la Red de Bibliotecas, el Ministerio de Cultura y por la Secretaria Departamental de Cultura.

- Eventos y actividades en la Casa Museo

Otros eventos realizados por el ICTP que cabe destacar son: viernes culturales – espacio de muestras culturales, juegos tradicionales al barrio y retreta al parque que está tratando de rescatar esta tradición que se perdió con el tiempo. Adicionalmente para las

celebraciones del 4 de Julio y el 1ro de noviembre el ICTP es el encargado de toda la programación, donde resaltan la importancia de que éstas se sigan promoviendo para no dejar perder la celebración e importancia de estas fechas.

Las políticas públicas planteadas para fortalecer los aspectos antes mencionados se resumen en: aumentar la participación de los habitantes en expresiones artísticas y culturales, fortalecer los canales de información cultural y artística, contar con herramientas y escenarios culturales y la articulación con instituciones para realizar gestión cultural.

En el componente de deporte y recreación se menciona dentro del diagnóstico el Coliseo de Tejo que cuenta con canchas de tejo, mini tejo y bolo criollo, que a pesar de mencionarse en el documento que se encuentran en regular estado, cabe resaltar que existen organizaciones alrededor de esta actividad. El Club Social y Deportivo Ciudad de Pamplona y el Club Deportivo Los Ideales, que fomentan el deporte de tejo, mini tejo, bolas criollas, billar, ajedrez, ping pong, fútbol, fútbol de salón y baloncesto (Acevedo, 2017, págs. 78 - 81).

- Municipio de Pamplonita

De acuerdo con el Plan de Desarrollo, la economía y la productividad del Municipio de Pamplonita giran en su mayoría en torno al sector agropecuario debido a la vocación campesina de su gente. Los cultivos más importantes son el café, el durazno, los cítricos, la caña, hortalizas y legumbres. Así mismo, cuenta con potencialidades en los sectores minero, forestal y especialmente el ecoturístico; el primero con una tendencia creciente de desarrollo y los dos últimos actualmente con un potencial subutilizado. De otra parte, se observa que el Municipio cuenta con un potencial en materia ambiental, que, con la implementación de políticas adecuadas de desarrollo para este potencial, se puede crear un ambiente propicio que permita a corto, mediano y largo plazo el crecimiento económico sostenible de la población del Municipio, mejorando sus condiciones y el nivel de calidad de vida (Alcaldía de Pamplonita, 2016, p. 47). Una de las líneas de acción del gobierno es rescatar el legado cultural, religioso e histórico, fomentando el sentido de pertenecía, para fortalecer el sector turístico (Alcaldía de Pamplonita, 2016).

El Municipio de Pamplonita está enmarcado en las costumbres religiosas, y debido a esta situación cuenta con diversos lugares de predicación y oración, además por su ubicación geográfica y su clima también genera atracción turística entre los pobladores de municipios vecinos, que se desplazan generalmente los fines de semana a disfrutar de las piscinas, comida típica y de las áreas de paisajes escénicos, especialmente en las partes altas de su territorio, y en donde el turismo de montaña se presenta como una alternativa para la explotación de este sector, haciendo del municipio un territorio que presenta condiciones favorables para el aprovechamiento con fines turísticos y recreacionales (Alcaldía de Pamplonita , 2016, p. 131).

El mayor atractivo del municipio es la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, declarada monumento nacional mediante resolución No. 034 del 16 de agosto de 1.994. Además, por su carácter histórico se destacan el Puente Potosí, el sitio donde existió el Molino de los Indios y la Cueva del Indio. A nivel religioso se cuenta también con la Capilla de Nuestra Sra. de Fátima (Centro Poblado El Diamante), la Capilla de la Virgen de Guadalupe (vereda

La Palmita) y la Capilla de Matagira. (Alcaldía de Pamplonita, 2002).

El municipio durante el año celebra diferentes actividades culturales, artísticas, folclóricas mediante las cuales convoca a propios y extraños a disfrutar de los eventos realizados; como son día del Niño, día de la Familia, fiesta de la Virgen del Carmen, día del Campesino, fiestas Patronales. Para las actividades de expresión cultural cuenta con el polideportivo localizado en la Institución Nuestra Señora del Pilar, al igual que las instalaciones del Parque Municipal en donde se convoca a la ciudadanía en general a presenciar y participar activamente en las muestras folclóricas, culturales y musicales de la región, espacio fundamental para el encuentro generacional de las diversas expresiones que dan sentido de pertenencia con el territorio.

Se destaca el espacio de la biblioteca pública Pbro. Pablo Emilio Suárez localizada en el área urbana, sitio donde se promociona, difunde e investiga la historia, la lectura, la escritura, la música, el arte y otras tendencias culturales del municipio y la región; para su funcionamiento se cuenta con una infraestructura física en buenas condiciones pero requiere de mantenimientos para su conservación; la dotación de la biblioteca requiere de sistematización y actualización de sus equipos mejoramiento en la conexión de Internet banda ancha.

En noviembre, se celebra el Festival Nacional de Música Andina Colombiana Rodrigo Mantilla y el municipio se convierte en el retorno de las diferentes colonias y unión de las diferentes veredas que disfrutan del clima y reencuentro con sus familiares y amigos; al compás de las tradicionales comparsas, y carrosas se celebran las expresiones de la danza y la música tradicional de la región; Verbenas populares (Alcaldía de Pamplonita, 2016, p. 66).

En cuanto a los aspectos a mejorar en el sector cultura, el plan de desarrollo identifica que no se cuenta con la Casa de Cultura del Municipio donde se concentren y promuevan las actividades planificadas por la Administración Municipal, y se hace necesario gestionar este espacio, así mismo se requiere del apoyo de la administración del municipio en la consecución de recursos encaminados al fortalecimiento de las escuelas de formación artística existentes y puesta en marcha de nuevas escuelas que permitan ampliar la cobertura para el adecuado uso del tiempo libre y la reducción de situaciones negativas sociales (drogadicción, maltrato, violaciones, embarazos, riñas, etc.) (Alcaldía de Pamplonita, 2016, pág. 105).

- Dinámica Poblacional: Estructura Económica y Sociocultural y sus cambios a través del tiempo

    - Conformación del Territorio

Para el año de 1533 se había dado inicio a las expediciones colonizadoras tanto alemanas, como españolas hacia el área actual de Norte de Santander, en busca de vías comerciales fluviales y/o terrestres con salida al mar, y porque no, en busca de El Dorado; es así como se produce la expedición de Ambrosio Alfínger que culmina con su muerte en las proximidades de lo que hoy constituye el territorio de Chinácota. La crónica de esta expedición sugiere lo que posiblemente pudo constituir una frontera étnica, en cuanto a las

marcadas diferencias registradas a su paso por la provincia de Guane y el Río de Oro, y el cambio de paisaje y a la vez de gentes cuando se interna en las inmediaciones de los páramos, donde se encuentra en sus valles con grupos indígenas belicosos (Valero, 2006).

Cosa contraria sucede con la expedición de Pedro de Ursúa quien se encuentra con pequeños poblados en el valle de Tequia y luego encuentra un poblado de mayores dimensiones en el Valle del Espíritu Santo. Logrado el domino territorial de dicho valle se funda la ciudad de Pamplona, la cual constituye una fundación estratégica por funcionar como centro poblacional al establecer un eje que desencadena otra serie de fundaciones en miras de fortalecer la presencia europea en la zona (Valero, 2006).

Al comienzo de la Colonia, las políticas de ordenamiento territorial local se dieron a través de las instituciones de la encomienda y la doctrina. Con la expedición de Ursúa y Velasco en 1549 que termina con la fundación de Pamplona el 1 de noviembre del mismo año, se da inicio al reconocimiento del territorio del norte de la cordillera oriental de los Andes colombianos por parte de los españoles en busca de mano de obra y de recursos naturales. El cabildo de la ciudad de Pamplona controló directamente el acceso a las tierras de labranza y ganados y como se encontraba integrado en buena parte por encomenderos, fueron estos en el mejor de los casos, siendo regidores, alguaciles o alcaldes, los más beneficiados; la economía de la ciudad estuvo fortalecida por tres factores principales: la minería, la agricultura y la ganadería (Pabón, 1996, pág. 78).

El encuentro interétnico que se presentó con el descubrimiento de América trajo consigo una serie de conflictos en los procesos sociales que se desarrollaban en su momento en las comunidades indígenas, las cuales se desarticularon en cuanto a su orden social y político. La conquista se hacía más rápida y efectiva en las sociedades que se encontraban jerarquizadas que en las disolutas, y su política estaba encaminada a hacerse a la mano de obra indígena y a los recursos (Valero, 2006).

Es de anotar que "con la institución del poder que introdujeron los ocupantes españoles las capitanías primitivas perdieron la importancia como eslabones en la jerarquía de la sociedad indígena" (Colmenares, 1969, págs. 50-51) cabe decir que diez años después de la conquista española el factor que más se había afectado era el sistema político que repercutía en las formas de residencia y las reglas de parentesco.

Para finales del siglo XVI los diversos caseríos indígenas de Chopo (actual municipio de Pamplonita) fueron reducidos a la “nueva población” y se le asignó un resguardo de tierras tomadas de Cristóbal de Araque Ponce de León. (Acosta Molahem, 2000)

Los resguardos fueron delimitados durante la visita de Villabona, Zubiaurre, el 19 de junio de 1623, respecto a la agregación de las parcialidades en el pueblo de indios de Chopo, de acuerdo con las fuentes de archivo Rico (1992 , págs. 631-632) señala que:

“fue su Juez Poblador Don Rodrigo de León, a quien correspondió a sí mismo la asignación de resguardos, escogencia del lugar para el asentamiento del nuevo pueblo y la descripción y censo de los naturales. El cura doctrinero lo fue el Padre Alonso Maraber…” las parcialidades que conformaron esta agregación fueron: Chopo, Tescua, Orire, Hitepa, Ulaga, Tonchalá, Tegualaguache, Matagira, Centimali, Ravicha, Batatas, Izcalá Lucumarí y

Loatá. Con una población total de 917 personas distribuidas en 11 caciques, 209 indios casados, 34 viejos y enfermos, 27 ausentes, y 636 mujeres, niños y jóvenes.

Ya para 1778, durante la visita del Fiscal Antonio Moreno y Escandón, dicho pueblo estaba habitado por dos grandes parcialidades, la de Chinácota con 123 personas y la de Toguaraguachi con una población de 75 personas; estaban dedicados al cultivo de maíz, trigo y verduras de climas medios, y eran los principales proveedores del mercado de Pamplona de estos recursos. Sin embrago dadas las precarias condiciones que identificó, el visitador dispuso la extinción del pueblo, y la agregación de esta población al pueblo de Cúcuta. Dicha disposición fue problemática y causó conflicto en la zona, y para 1797 los indios de Chopo habían logrado regresar y asentarse de nuevo en sus tierras que volvieron a ser adjudicadas en resguardo (Martínez Garnica , 1993, págs. 69-70).

Una de las razones por la cual la extinción del pueblo de Chopo se hizo problemática fue por su cercanía con la ciudad de Pamplona, y su relación de complementariedad productiva entre indios y hacendados, quienes proporcionaban las verduras y el ganado respectivamente. En el caso puntual de la extinción de Chopo el Cabildo de Pamplona para 1781 expresaba que este pueblo (Chopo) era quien diariamente acareaba y conducía a la ciudad productos como legumbres, leñas, paja, fique, etc. Y este abastecimiento se vería suspendido si trasladaban a los indios a Cúcuta, y señalaban que en las estancias de españoles estos recursos no se producían por no ser rentables (Martínez Garnica, 1993, p. 70).

Dicho esto, es clave considerar que por lo menos desde la época de la colonia está documentada la estrecha relación socioeconómica entre la ciudad de Pamplona y el pueblo de Indios de Chopo (actual Pamplonita), relación que persiste en la actualidad.

Para 1737 la Provincia de Pamplona estaba dividida en siete centros o núcleos: Pamplona, Servitá, Carcasí, Guaca, Cúcuta, Táchira y Suratá ((Rico Villamizar J. , 1990, pág. 87).

Otra descripción de la provincia de Pamplona se encuentra en los documentos de la Comisión Corográfica referentes al Estado de Santander entre los años de 1850 y 1851, cuyos límites en esta época comprendían las provincias de Santander, Soto, Socorro, Tundama y Casanare y tenía frontera con Venezuela y se encontraba dividido en cuatro cantones a saber: Pamplona, Concepción, Málaga y Fortoul, siendo el primero en donde estaría ubicado el área de estudio, dicho cantón contenía 9 distritos parroquiales y 20 vecindarios (Codazzi, 2004).

- Organización y Estructura social

Nuestra área de estudio está inscrita en lo que Virginia Gutiérrez denomino el Complejo Cultural Santandereano o Neohispánico (Gutiérrez, 2000). Este estudio llevado a cabo en 1968 consideraba esta sociedad estructuralmente rígida en un sistema de ordenamiento de las clases sociales, donde la jerarquización de los estratos pareciera inamovible a través del tiempo, que mantuvo vigentes los valores del estatus adscrito sobre el adquirido característico en la época colonial.

Con el proceso de mestizaje y aculturación, la estratificación étnica inicial, fue

sustituyéndose por estratos que se basaron en indicadores económico-culturales. Donde surgió una clase media que se proyectó a la actividad manual, el comercio y el transporte, que, pese a su notable desarrollo en el siglo XVIII, su progreso fue efímero dada su participación política en los conflictos socioeconómicos preindependentistas; donde por ejemplo el Movimiento de los Comuneros agotó el proceso formativo de esta clase, frustrándose así un intento de cambio sociocultural de la estructura santandereana preexistente (Gutiérrez, 2000, pp. 132-135).

“La ubicación social no se centraba sobre una riqueza activa sino sobre la posesión y control de una tierra que, aunque no se laborara, daba el poder. No sobre la capacidad energética y creadora de cada miembro social para hacer riqueza, sino en valores asociados a la sangre y a la tradición” (Gutiérrez, 2000, p. 136).

Para entender mejor los planteamientos sobre la organización social que a nivel general presenta la investigadora Virginia Gutiérrez de Pineda para la región Santandereana, se presenta A continuación, información relacionada con la estructura social en la época colonial de Pamplona y Pamplonita, considerando que estas prácticas sociales se siguen reproduciendo en la actualidad de diferentes formas, dado que la organización social existente tiene una fuerte herencia colonial.

En el 2003 el investigador Jorge Augusto Gamboa lleva a cabo un estudio de fuentes de archivo sobre documentación referente a celebraciones de matrimonios en la provincia de Pamplona analizando la relación entre el sistema de intercambios matrimoniales y la estructura social de la época a mediado del siglo XVI al XVII (Gamboa, 2003).

Dicha investigación da cuenta de varios aspectos de la sociedad colonial Pamplonesa, a los que haremos mención por considerarlos de gran importancia a la hora de analizar la actual estructura sociocultural de los municipios objeto de análisis.

Un dato interesante que arroja la investigación es la notable presencia de población indígena forastera en la región, la mayoría provenían del territorio Muisca que habían huido del régimen colonial instaurado en el Altiplano Cundiboyacense, otros venían de la jurisdicción de Mérida, La Grita y San Cristóbal (actual Venezuela) y hasta de los reinos de Quito y Perú (Gamboa, 2003, pp. 104-105). Esto da cuenta que, dada la presencia de los colonos, los esclavos, la población nativa e indígenas migrantes, ya desde la segunda mitad del siglo XVI se iniciaba el proceso de mestizaje en la región constituyéndose así en un factor predominante de cambio sociocultural, del modo de vida prehispánico a lo colonial, que incluyó cambios en el ordenamiento territorial, la estructura económica y el sistema de creencias.

La sociedad colonial pamplonesa estaba organizada jerárquicamente, donde las clases altas ostentaban el poder a través de los lujos y gastos ostentosos, para reafirmarse en su jerarquía, este aspecto es notorio en las prácticas simbólicas asociadas a los matrimonios de clases altas que se celebraban en la provincia, “el derroche se convierte así en un símbolo de estatus y en una obligación necesaria para mantener la imagen que se ha creado ante el resto de la sociedad” (Gamboa, 2003, p. 165).

La ropa es el elemento que llama más la atención dentro del contenido de las dotes

Pamplonesas, estas eran muy lujosas, y eran importadas, traídas desde el puerto de Cartagena, introducidos en la ciudad por comerciantes, “los miembros de la élite solían gastar buena parte del oro que sacaban de las minas en estas prendas y en otros lujos adicionales, con lo cual estimulaban el comercio, al tiempo que hacían una demostración pública de su prosperidad y poderío” este consumo empezó a decaer a la par que decayó la bonanza minera en la región (Gamboa, 2003, p. 174).

El autor concluye para el caso de la provincia de Pamplona, era en la ciudad donde se notaba más un cierto afán por la población no española de imitar sus costumbres. Se puede pensar entonces que estos sectores estarían en contacto directo con los colonizadores a diferencia de las poblaciones indígenas encomendadas, agregadas a pueblos. En este sentido la configuración sociocultural que se extiende hasta la actualidad tiene sus raíces en esta estructura y las diferencias entre el casco urbano de la ciudad de Pamplona y la zona rural de Pamplona y el municipio de Pamplonita tiene que ver con la configuración del espacio y ordenamiento territorial que se dio en la colonia, y la distribución de la población en ella.

Respecto a la dote, objeto de análisis del investigador se establece que era un elemento importante en donde las élites sustentaban su identidad y justificaban su hegemonía, dado que las estructuras de parentesco en esta época estaban estrechamente relacionados con el acceso al poder político y económico; cuando las alianzas matrimoniales dejan de ser una fuente de poder, las dotes empiezan a desaparecer, manteniéndose solamente la costumbre de la entrega del ajuar dada su carga simbólica en relación a la identidad femenina. (Gamboa, 2003, pp. 210-211).

Sobre la vida cotidiana en la ciudad existe un relato de 1851 que da cuenta de la situación social de la época, describiendo la ciudad de la siguiente manera: “la ciudad tiene el aspecto de los pueblos españoles de otro tiempo. Casas desairadas y pesadamente construidas, con gruesos balcones sin orden ni aseo exterior; iglesias por todas partes, colegio de ciencias en ninguna, ni monumentos de arte, salvo algunos cuadros antiguos que adornan las paredes de los templos; no hay fábricas, y son muy contados los talleres de oficios; el propietario vegeta mano sobre mano, sufriendo estoicamente la miseria y las enfermedades que nacen de ella, y lo diezman después de haberlo degradado hasta la humillación de la mendicidad. Para las familias acomodadas no hay goces sociales, ni existencia patriótica; propóngaseles cualquier empresa digna de su provincia, y contestarán los hombres subiéndose la ruana hasta la barba: ¡Aquí no se puede hacer nada! Las damas, bellas, modestas, sentidoras malgastan las preciosas dotes del alma en perpetuo rezo y visitas de iglesia porque no hallan otro medio de emplear la genial actividad de su espíritu. Así viven 2900 individuos que contiene el recinto de Pamplona” (Codazzi, 2004, pp. 449-450).

Fotografía 5.56 Pamplona, Habitantes de la Capital 1851. Acuarela de Carmelo Fernández. Comisión Corográfica. Grupo de personas cerca de una iglesia, en Pamplona

Fuente: (Colarte, s.f.)

- Prácticas Económicas:

Para la época colonial en las encomiendas de la provincia de Pamplona, los encomenderos acordaron con los respectivos caciques el tributo que cada comunidad debería dar, por lo general se estableció la entrega de 10 a 20 hombres para el trabajo en las minas, labranzas de trigo y maíz y servicios domésticos, esta modalidad de tributo fue conocida como servicios personales, los cuales estaban prohibidos por las leyes, aunado a esto se entregaban productos como mantas, pescado o bija, en cantidades que dependían del número de familias que tuviera la comunidad (Valero, 2006).

Al respecto Gamboa señala que “el 50 de las encomiendas tributaban haciendo labranzas del encomendero y dando indios para las minas. Un 20 entregaban además de esto algunas mantas y un 11 le hacían solamente sus labranzas. El resto de las encomiendas, es decir un 19, aproximadamente, ofrecían productos variados como la bija, cera, miel, pescado y venados, además de las mantas y el trabajo en las labranzas y en las minas” (Gamboa, 1998, p. 164).

La economía de la región para el siglo XVI, estuvo impactada por nuevas introducciones hispanas, las cuales fueron apropiadas de manera muy temprana y acelerada por los indígenas, sin embargo, las labranzas se seguían realizando de manera tradicional, pero la mayoría del tiempo los indígenas estaban ocupados en las labranzas del encomendero y la producción de trigo se extendió en toda la provincia. (Valero, 2006).

En el siglo XVII la principal actividad económica en la provincia de Pamplona era la minería, dicha actividad había iniciado en 1553 y continuaba ahora constituyendo a su alrededor

nuevas dinámicas sociales. La política de la corona resultaba contradictoria queriendo velar por el bienestar indígena y fomentando la industria minera, por eso la prohibición del trabajo de indios en las minas impuesta por las leyes nuevas de 1542, fue evadida por los encomenderos y solo hasta 1568 por una cédula real se autorizó el uso de trabajadores indígenas en las minas, siempre y cuando estos no fueran forzados al trabajo, se les diera un salario justo y se les proporcionara ropa, comida, habitación, protección y doctrina. Las disposiciones de dicha cédula real fueron impuestas finalmente en la reforma económica y laboral hecha por el oidor Juan de Villabona en su visita a la provincia de Pamplona entre 1622 y 1623 (Gamboa, 1994, págs. 180-187). Estas representaban sin duda una mayor presencia del Estado colonial, que vaticinaba el final de las encomiendas y el inicio del auge de las haciendas (Gamboa, 2004).

Al respecto Villamizar (Villamizar, 2015) destaca que este territorio fue una región muy rica por la abundancia de oro, lo que despertó el interés de los españoles. La cantidad considerable de minas demuestra que el oro se constituyó como el principal motor que dinamizó la vida de la región, siendo Vetas y Montuosa y Rio de Oro las minas de oro de este territorio. A finales del siglo XVI, la mano de obra y las minas comenzaron a agotarse. Las epidemias de viruela diezmaron a los indígenas mineros, poniendo al sistema de la encomienda en crisis. A raíz de este ambiente de muerte y poca producción, los encomenderos comenzaron a tener ruinas, lo que provocó cambios drásticos tanto para los españoles, como para los indígenas. Las encomiendas comenzaron a desaparecer en este territorio alrededor del año de 1550 hasta 1620.

El trabajo en las minas, llámese servicios personales, alquiler o trabajo independiente, implicaba el traslado y ubicación de estos trabajadores alrededor de las minas descubiertas, creando centros poblacionales en zonas de clima muy frío como lo era Las Vetas y la Montuosa. La labor agrícola era muy restringida debido a las condiciones fisiográficas de estas regiones, esto implicaba relaciones de comercio intensas para adquirir ciertos víveres (Gamboa, 1998).

Para 1850 se tiene un reporte sobre los productos y manufacturas que se producían en la provincia y en el Cantón de Pamplona en donde estarían adscritos los actuales municipios de Pamplona y Pamplonita, denominados en esa época el distrito de Pamplona y la parroquia de Chopo respectivamente. Los principales productos en la provincia eran el trigo, el maíz, papas, arvejas, plátanos, arracachas, yucas, frísoles, garbanzos, cebada, nabos, cebollas, ajos, ahuyamas, tabaco, algodón, anís, añil, azúcar, panela y aguardiente, en cantidades suficientes para el consumo y el comercio con otras provincias. Las manufacturas más importantes eran “los lienzos de algodón, mantas, ruanas, cobijas de lana, bayetas, frazadas, manteles, toallas, hamacas, ropas de iglesia, sombreros de ramo, alpargatas, sacos y sogas de fique, cueros curtidos, jabón ordinario, velas de cebo y cera de laurel, loza vidriada, artesas de madera, enjalmas, herramientas de agricultura como machetes, frenos, chapas, clavazón y espuelas orejonas. Hay en la provincia 30 herrerías regulares que consumen hierro de Pacho y extranjero, y queman carbón sacado de las minas locales. No faltan tintorerías que gastan añil propio en la tintura de los tejidos de lana” (Codazzi, 2004, pág. 426)). Específicamente para el cantón de Pamplona, se reportaron productos agrícolas como trigo, papas, maíz, arvejas, nabos, ahuyamas, apios, plátanos, cebollas, panela y café y manufacturas como sacos de fique, alpargatas, ruanas, mantas, bayetas, herramientas de agricultura, chapas y clavazón y el trabajo minero se concentraba

en explotación de recursos como carbón de tierra, hierro, cobre, alcohol y azufre (Codazzi, 2004, pág. 446).

Fotografía 5.57 Pamplona, Indio y Mestizo 1851. Acuarela de Carmelo Fernández. Comisión Corográfica. Muestra trabajadores agrícolas contrastando grupos étnicos de la provincia. Al fondo se aprecia trabajadores cosechando el cultivo

Fuente: http://www.colarte.com

Como se ha mencionado en los apartados anteriores la estructura económica de la provincia también permaneció rígida, manteniendo de cierta forma la organización heredada de la colonia, sin embargo con la ley de tierras de 1936 la estructura económica en cuanto a la tenencia y trabajo de la tierra entró en crisis y conllevó a cambios sustanciales, entre otros aspectos hubo un impulso a la ganadería que empezó a generar riqueza a los poseedores de tierras más que a la agricultura, actividad principal hasta ese entonces. De este modo la clase terrateniente y otras familias que prosperaron económicamente en el ámbito rural empezaron a desplazarse a zonas urbanas iniciándose una renovación demográfica en el campo y un flujo de migración a las ciudades. Este acontecimiento permitió un cambio social y democratización al acceso de ciertos servicios como la educación. Sin embargo, la sociedad santandereana no trasformó su estructura totalmente y siguió cerrándose a sus principios normativos donde priman los valores tradicionales (Gutiérrez, 2000, págs. 138-139).

- Religiosidad

La Iglesia intervino en la vida social del Nuevo Mundo de diversas maneras, pero una muy fuerte fue mediante el establecimiento de las órdenes religiosas. Éstas se encargaron de evangelizar a las poblaciones indígenas y establecer espacios propicios para crear vicarías, doctrinas, curato de indios, parroquias, colegios y también fundar conventos y seminarios

en las provincias donde se establecieron, con lo que influían en todos los aspectos de la vida social de los lugares donde se instalaban.

En el territorio colombiano, las comunidades religiosas masculinas y femeninas que dejaron su historia en el campo religioso, arquitectónico y educativo, se establecieron en la región Andina y en la costa Caribe del país, como Santa Marta, Cartagena, Santafé de Bogotá, Popayán y Pamplona (Villamizar, Villamizar, 2015, pág. 125).

La Fundación de Pamplona estuvo acompañada por el padre Alonso Velasco, quien se desempañaba como capellán de la expedición colonizadora y quien tuvo derecho a los privilegios de los que gozaban los expedicionarios una vez fundaban las ciudades; por ejemplo, participación en el reparto de estancias y solares. Durante su vicaría se construyó la Ermita de las Nieves, se erigieron cofradías y hermandades, se organizaron las doctrinas y las visitas eclesiásticas (Acosta Molahem, 2000, pág. 7).

La Ermita de Nuestra Señora de las Nieves fue el primer lugar de culto en la ciudad de Pamplona, Acosta la referencia como una pequeña capilla de techo de paja, construida por determinación del Cabildo de la ciudad. (Acosta Molahem, 2000, pp. 14-15).

Acosta considera que las cofradías y Hermandades eran el eje central de la organización parroquial en la colonia y en este caso las hermandades, no fueron la excepción en la estructura parroquial de Pamplona en la época colonial. De las cofradías la más importante fue la de San Pedro, considerada según el cronista Fernández de Piedrahita la que mayor renta producía en Las Indias. Las constituciones de esta cofradía datan de 1615, cuyos miembros debían acreditar calidad y nobleza para ingresar. Sin embargo, este requisito se derogó posteriormente, pero nunca se admitieron miembros indígenas. Los cofrades de San Pedro debían asistir el Viernes Santo al entierro de Cristo y a las celebraciones del día de Difuntos (Acosta Molahem, 2000, págs. 17-19).

Otra cofradía importante fue la Cofradía del Santo Cristo del Humilladero, llamada inicialmente de la Veracruz, fundada en la década de 1550, sus cofrades practicaban penitencia pública el jueves santo, asistían a las ceremonias del Viernes Santo y daban limosna para lograr indulgencias de la Iglesia. A diferencia de la cofradía de San Pedro, no tuvo bienes significativos, ni su prestigio económico, pero se destacó por la imagen del Cristo crucificado, del cual se desconoce el escultor, pero se presume que la imagen fue traída de Europa, y su talla tiene una fuerte influencia italiana. La ermita de la cofradía fue construida a las afueras de la ciudad en el camino que conduce a Chopo (actual Pamplonita) y el Valle de Cúcuta (Acosta Molahem, 2000, págs. 23-25).

La doctrina y pueblo de Chopo contaban con la cofradía de Nuestra Señora del Rosario, erigida en tiempos de la institución de curato y reorganizada un siglo más tarde por su doctrinero y su lienzo se conserva en perfecto estado en el templo actual (Alcaldía de Pamplonita, 2002).

Para la instauración de la Doctrina en la provincia de Pamplona, se hizo necesaria la llegada de religiosos que se asentaron en la ciudad, “los primeros que vinieron a Pamplona fueron los Dominicos, a los que siguieron Franciscanos y Agustinos. Los conventos que se fundaron en la ciudad servían como base de la operación pastoral de atención a las diversas

doctrinas" (Acosta Molahem, 2000, pág. 27).

El 16 de enero de 1644 ocurre un terremoto en la provincia, con efectos devastadores en la ciudad de Pamplona, a raíz de este suceso surge el relato del célebre Divino Niño Huerfanito. Se cuenta que, durante el terremoto en el convento de Santa Clara en medio de la catástrofe, una de las hermanas recordó que el Niño Dios había quedado en el coro, y en medio de la angustia exclamó: "¡Se quedó huerfanito el Niño!". Y fue a rescatarlo, encontrándola luego muerta en los escombros con la imagen del Niño intacta a su lado y en una posición con actitud de bendecirla, desde entonces a esta imagen se le conoce con la advocación del Huerfanito (Acosta Molahem, 2000, págs. 104-106). La devoción alrededor de esta imagen en la actualidad convoca cada año a muchas personas que vienen de partes lejanas a invocarlo y a dar gracias por los beneficios recibidos. Su solemnidad se celebra el último domingo del mes de enero.

Las obligaciones religiosas de cada cofradía y hermandad han trascendido al presente, en especial la celebración de la Semana Santa, considerada patrimonio inmaterial, sin duda guarda elementos y prácticas que se remontan a la colonia, igual que las vivas devociones a ciertas advocaciones del santoral católico, como lo es el Cristo del Humilladero, el Huerfanito, La virgen de las Nieves en Pamplona y la Virgen del Rosario en Pamplonita, al respecto Martínez señala que "aunque aún está por realizarse el examen de las devociones de los pueblos, salta a la vista la influencia de los dominicos en la adopción masiva de la devoción mariana y del hábito del rezo del rosario" (Martínez Garnica , 1993, pág. 118).

Las imágenes y pinturas de los santos patronos de las hermandades y las cofradías, y de los templos y ermitas eran encargadas a escultores y pintores de la época, conformándose así un acervo de arte religioso en la actualidad en la región, principalmente en el municipio de Pamplona.

Teniendo en cuenta este devenir histórico y el proceso sociocultural dado en estos municipios, se presenta ahora en contexto con lo expuesto anteriormente, los símbolos culturales más relevantes.

- Desarrollo de las Artes y Academia

La presencia de los Jesuitas en la provincia de Pamplona, en especial en la ciudad de Pamplona, influyó en su cultura y tradición que la hace merecedora actualmente del título de ciudad estudiantil. La fundación del Colegio de Pamplona se dio en 1625 por el jesuita Pedro Esteban Rangel, para Rico (1990, pág. 64) esta obra guio a "varias generaciones de pamploneses por los caminos de la cultura, creando la simiente de una sociedad que estaría pronta al movimiento independentista de 1810". Este mismo autor señala que asociado al Colegio se fundó la primera biblioteca de la ciudad, con más de mil seiscientos volúmenes de obras de literatura, arte, historia y filosofía. (1990, pág. 66), Sin embargo, su decadencia llegaría con la expulsión de la comunidad religiosa.

Para el año 1850 de acuerdo a la descripción de la provincia hecha por Manuel Ancizar durante la comisión corográfica la Cámara Provincial había ordenado el establecimiento de una maestranza de artes y oficios, también referencia la existencia de una casa de educación secundaria en donde se enseñaba latín y metafísica para formar jóvenes que

trabajaran para el desarrollo de la provincia, así mismo referencia la existencia de dos escuelas públicas para el distrito de Pamplona (Codazzi, 2004, pág. 450).

- Símbolos Culturales Relevantes

Partiendo de la innegable conexión generada a partir de las diversas manifestaciones culturales de un grupo, entre sus hechos sociales como la economía, la religión, la organización social, al arte, la política, se expondrán A continuación, aspectos relevantes de estos hechos sociales en la sociedad de Pamplona y Pamplonita que constituyen hoy referentes identitarios en estos municipios.

La información de la Tabla 5.113 se toma de la tesis de Rocío Villamizar (Villamizar, 2015), quien a partir de entrevistas a muy diversos pobladores buscó obtener datos y conceptos de la realidad colectiva y particular de la población con respecto a diversos aspectos y objetos artísticos y culturales.

Tabla 5.113 Aspectos y Objetos Artisticos Culturales

Items		Datos
Bienes Muebles	Religiosos	Pinturas (oleo), esculturas (Tallas), elementos en orfebrería y platería como: sacras, atriles, cáliz, custodias. Imágenes: Representaciones de la Virgen, Cristo, San Marcos, San Pedro, San Jerónimo, San Antonio de Padua, Santa Bárbara y el Niño Dios, San Rafael Arcángel, Buen Pastor, San Francisco de Padua, San José, entre otros. Vestuarios Ornamentos litúrgicos de origen francés como: alba, cíngulo, dalmática, capa pluvial, palio, casulla, mitra, sotana y roquete.
	Arqueológicos	Vasijas de barro, flechas, collares, tejidos de algodón, momias, pectorales, coronas, cestos, mochilas.
	Artísticos	Esculturas geométricas en metal y madera. Fotografía: Colección fotográfica ciudad de Pamplona “Toto Villamizar”
	Documentos	Fuentes Documentales para la Historia Colonial Pamplonesa. (Colección de 8 tomos). -Territorio, Población y Trabajo Indígena. Provincia de Pamplona, siglo XVI. Hermes Tovar Pinzón y otros. Ministerio de Cultura. Bogotá, 1998. -Encomienda y Población en la Provincia de Pamplona (1549-1650). G. Colmenares. Bogotá, 1969. -Patrimonio Cultural de Norte de Santander. Leonardo Molina Lemus. Cámara de Comercio de Cúcuta. Cúcuta, 1995. -El Cristo del Humilladero de Pamplona de Indias (siglos XVI-XX). Silvano Pabón Villamizar. Pamplona, 1994. -Pamplona o la Historia del Nororiente Colombiano. Tomo II. José. Rico Villamizar. Bogotá, 1990. América Dolor Inédito. José J: Rico Villamizar. Bogotá, 1992. -Poemas de Eduardo Cote Lamus. Revistas: Folletos del Museo Arquidiocesano de Arte Religioso. -Revista Amigos de Pamplona. Augusto Ramírez Villamizar. -Revista Lámpara. Tesoros Artísticos de Pamplona. Hildegard Herzog de Otto. -Arquidiócesis de Nueva Pamplona. Pamplona Vive La Semana Santa.
Bienes Inmuebles		Casa de Las Marías, actual Museo de Arte Moderno Ramírez Villamizar. -Museo Arquidiocesano de Arte Religioso. -Casa de las Cajas Reales. Antiguo Banco de Pamplona hoy sede del SENA. (Servicio Nacional de

Items		Datos
		Aprendizaje). -Escuela de Música Oriol Rangel. -Casa Cural del Cristo del Humilladero. -Hotel Ursúa. -Plaza de Mercado Cubierto. -Palacio Arzobispal. -Casa de San Vicente de Paul. -Molinera. -Casa Águeda Gallardo. -Casa Museo Anzoátegui. -Museo Casa Colonial. -Cementerio. Iglesias: Catedral Santa Clara. -Iglesia del Carmen. -Iglesia de Santo Domingo. -Iglesia del Humilladero. -Iglesia de los Anciano Desamparados. -Iglesia Sagrado Corazón de Jesús -San Juan de Dios
Manifestaciones	Oralidad	Cariongo, Cristo del Humilladero, Niño Huerfanito
	Celebraciones	Semana Santa Mayor, Semana Santa Infantil Festival de Música Sacra, Festividad del Señor del Humilladero, Festividad del Niño Huerfanito Festividad de la Virgen del Carmen, Grito de Independencia, Celebración cumpleaños de la ciudad, Festividades Navideñas, Festival de los Museos, Festival de Bandas, Festival de Danzas Callerealazo, Exposiciones Artísticas, Obras de teatro, Conciertos de Música
	Costumbres	Semana Santa: Procesiones de adultos y niños, visita a monumentos, misas, conciertos de música, banda de marchas, los siete potajes, novenas navideñas, ect. Festividades religiosas: Bendición de carros, matrimonios colectivos, quema de juegos pirotécnicos en celebraciones religiosas, bandas de marchas. Culturales: Presentaciones artísticas en los museos, teatro y plaza principal. Gubernamentales: Conmemoración cumpleaños de la ciudad.
	Símbolos	Notoriedad: Profesiones religiosas, militares, abogados y políticos. Honorabilidad: Distinción o reconocimiento a instituciones, grupos o personajes intachables, justos y de gran reconocimiento. Reconocimiento: Pergamino, decreto del concejo, decreto de la alcaldía.
	Valoraciones	La valoración sobre lo que se considera legítimo o ilegítimo son aquellos, en donde se convierten en legales o ilegales para la población porque son aceptadas o rechazadas. Lo legítimo viene siendo lo que es legal y valorado por una institución social como la iglesia o el gobierno y tiende a ser aceptado y propio. Lo ilegitimo es lo subvalorado y lo que se considera que no es propio. Por ejemplo, en la ciudad de Pamplona se considera legítimo todo lo que tiene que ver con edificaciones, monumentos, imágenes y gastronomía histórica y se considera ilegitimo lo que es nuevo como estilos modernos en arquitectura, arte, comida o vestimenta

Fuente: (Villamizar, 2015), Consultado y organizado Aecom – ConCol

- Organización y estructura social

Uno de los aspectos determinantes en la organización social en la Nueva granada fue el establecimiento de las órdenes religiosas de lo que no fueron ajenas Pamplona y Pamplonita. En las comunidades religiosas, conventos y centros educativos, los mestizos tenían más oportunidades de pertenecer a una orden religiosa, a un campo político y a un campo económico. Por ejemplo, un mestizo tenía más probabilidades a ejercer una carrera eclesiástica si este pertenecía al partido político Conservador. Como bien se sabe, este

partido fue el que avaló la Iglesia desde el Grito de Independencia de Colombia. De esta manera, la exclusión de las poblaciones más pobres a sistemas educativos, eclesiásticos y políticos, fue cambiando y transformándose y, actualmente, aunque existe una gran diferencia social y económica de sus poblaciones, se presentan más espacios de participación y de oportunidades en las sociedades modernas (Villamizar, Villamizar, 2015).

Como herencia también de la llegada de los españoles nos ha quedado el trazado de las ciudades. La ciudad de Pamplona, se ubica dentro de un espacio urbano de trazado recto y perfectamente cuadrangular, una plaza principal flanqueada por los edificios que simbolizaban el poder civil y eclesiástico como el cabildo, la iglesia, el palacio de la Audiencia y las casas de las familias más adineradas de la época, estructuras, aunque un poco diferentes, todavía se aprecian en su distribución urbana (Villamizar, Villamizar, 2015, pág. 225).

Según los datos recogidos de entrevistas a pobladores de Pamplona, Rocío Villamizar (Villamizar, 2015)identifica que, aunque existen una gran cantidad de manifestaciones y bienes culturales, el derroche de estos bienes culturales no se considera de importancia para la población. Solo unos pocos entre ellos el cuerpo religioso establecido en la ciudad y algunos conocedores del valor de estos bienes, son los que le dan la importancia histórica. Un conjunto de piezas, edificaciones y objetos precolombinos e hispánicos, exponen el variado y verdadero patrimonio de la ciudad y su territorio.

- Tradiciones – Prácticas económicas

Dentro de las prácticas económicas tradicionales en la región cabe resaltar la producción de café, actividad muy ligada en sus inicios a las prácticas religiosas, pues se ha aceptado -como muy probable- que la planta del café llegó al virreinato de la Nueva Granada, procedente de la Guayana Holandesa, por conducto de los misioneros jesuitas que la transportaron. Entre 1723 y 1750 se iniciaron en Colombia los primeros cultivos del cafeto, de modo principal en los departamentos de Norte de Santander, Cauca y Magdalena. En las regiones que hoy pertenecen al departamento del Norte de Santander fue donde se inició propiamente la explotación comercial del cafeto en el año de 1808 (Rodriguez, 1966-1969).

Las primeras plantaciones que se iniciaron en el Norte de Santander se deben primordialmente a la labor del sacerdote Francisco Romero, a quien se considera como la persona que más contribuyó al establecimiento de la industria cafetera colombiana. En la ciudad de Cúcuta, capital del Norte de Santander, ha sido tradicionalmente famosa la propaganda que le hiciera al café el sacerdote Francisco Romero, con el ánimo de extender el cultivo de esta planta entre sus numerosos feligreses. A este propósito cuenta la tradición lugareña que las penitencias que solía imponer dicho levita a través del confesionario consistían en la obligación moral de sembrar determinado número de cafetos (Rodriguez, 1966-1969, pág. 27).

A la par de la obligación religiosa, Rodríguez (1966-1969) resalta como se fueron configurando ciertas manifestaciones culturales alrededor de la actividad cafetera al afirmar que las gentes campesinas han elaborado un vocabulario especial para designar las elementales normas técnicas que aplican, desde aquellos ya remotos tiempos, en el cultivo

del café, cacao, tabaco, algodón, maíz, etc. Los procesos de siembra, reproducción, cosecha y venta de cada producto suelen llevar distintos nombres, según las regiones en donde se realicen y de acuerdo con esa vasta gama de conceptos sobre economía popular de índole agrícola.

- Religiosidad:

La tarea evangelizadora de las órdenes religiosas trajo consigo muchas de las obras del arte religioso con que hoy se cuenta en el país. El uso de las imágenes fue primordial en el proceso de conversión de los indígenas. En la actualidad, muchas de estas obras se encuentran en conventos e iglesias y la mayoría, están expuestas en el Museo Arquidiocesano de Arte Religioso de la Ciudad de Pamplona, hechos que la han erigido en epicentro y lugar de celebración de eventos de carácter cultural y religioso como la Semana Santa, celebración muy conocida a nivel nacional en Colombia.

Martha Fajardo Rueda (1996) llama a esta producción artística el Barroco Católico, donde se hizo uso especial del realismo y se representó la vida de Cristo, tanto en las escenas más dolorosas, como en las de más infinita ternura. Se puede ver por ejemplo al Niño Jesús desde su infancia, en el Pesebre o en brazos de María, hasta las representaciones de su pasión, crucifixión y muerte, trabajadas con el más profundo dramatismo y, dramatizadas en eventos y procesiones, que en el mundo católico se reconocen como “La Semana Santa”. En Colombia, las más destacadas son las de Popayán, Mompox y Pamplona por su gran solemnidad. Las procesiones de esta práctica católica están constituidas por los llamados “pasos” y son, imágenes de estatura natural, talladas y vestidas con gran cuidado, cargadas principalmente por las hermandades de nazarenos de las poblaciones (Fajardo, 1996).

Otro aspecto importante a destacar en el culto y la adoración Cristiana durante el siglo XIX, es que éste se vio marcado también por la relación que tuvieron las veneraciones y advocaciones de santos con los procesos políticos de Colombia, como es el caso del Cristo del Humilladero de Pamplona, en 1898, a quien se le dio el nombre de “El Artillero”, por parte del partido conservador y lo convirtió en insignia de batalla en la “Guerra de los Mil Días”, haciéndole un Tedeum en la Plaza antes de lanzarse a la batalla de Palonegro frente a los Liberales (Villamizar, Villamizar, 2015, pág. 126).

Por esas conexiones entre el arte, la religión y hasta la política, Villamizar (Villamizar, 2015) encuentra pertinente llevar a cabo un estudio de la imaginería artística pamplonesa en dos de sus principales obras: la escultura del Cristo del Humilladero y la escultura del Niño Huerfanito, con el fin de conocer el significado cultural y la disposición estética que la población de Pamplona les concede a estas piezas de carácter religioso.

A la ciudad de Pamplona, parece ser que llegó la figura del “Niño Jesús Bendiciendo”, en el rol de “esposo” que acompañaba a las monjas del Convento de las Clarisas, porque el único lugar donde se ha encontrado esta figurita es en el Convento de la Ciudad y en el Museo de la Casa Colonial de Pamplona. La perteneciente al Museo Casa Colonial y que se halla actualmente en el Museo Arquidiocesano de Arte Religioso, tiene una factura y movimiento que permiten apreciar la influencia del estilo manierista italiano del siglo XVI. Su estado de conservación muy deteriorado evoca los daños que pudo haber sufrido,

especialmente en su brazo derecho, cuello y brazo izquierdo, como producto del terremoto de 1644 ocurrido en la ciudad, y que posterior a este trágico acontecimiento adquiere el nombre del Huerfanito, ya que la monja que lo poseía murió durante esta catástrofe (Villamizar, Villamizar, 2015).

Fotografía 5.58 Cuento del Toto Villamizar. El Huerfanito

Fuente: http://carlos-buitragp.webnode.com.co/historias/

Desde el terremoto ocurrido en la ciudad, se ha convertido en el centro de devoción de fieles del Nororiente Colombiano y de Venezuela. Actualmente, la Solemnidad del Niño Huerfanito se celebra en la ciudad, del 18 al 27 de enero de cada año. Durante sus diez días de celebración, se realizan misas, novenarios, bendición de los niños, predicaciones, tributos musicales, ayudas sociales y el último día se realiza la bendición de los carros y la solemne procesión, acompañada de bandas de marcha, estudiantes de colegios y organizaciones civiles como la Defensa Civil. Antiguamente al parecer esta imagen devocional acompañaba a los niños y niñas de familias más pudientes en las primeras comuniones que se celebraban en la ciudad. (Villamizar, Villamizar, 2015, pág. 260).

El cristo del humilladero es una obra de madera policromada, de buena calidad en su factura, que coincide con las técnicas de la Italia renacentista, fue elaborada en una sola pieza, para una altura total de 170 centímetros. Según esto para Villamizar (Villamizar, 2015), la obra probablemente tiene un origen renacentista, perteneciente a la escuela italiana de la primera mitad del siglo XVI.

Para el Historiador Silvano Pabón (1996) la imagen llegó a la ciudad desde el Viejo Mundo, quien afirma que ésta vino de España, por la muestra evidente de la técnica y el arte empleado. Su destino al parecer era Perú u otra población del Nuevo Reino de Granada, pero debido a la necesidad de los habitantes de la nueva población de tener una Ermita propia, la imagen fue elegida y quedó en el lugar de la Iglesia que lleva hoy el nombre de “El Humilladero”.

La solemne fiesta del Señor del Humilladero es celebrada entre los días 7 al 16 de septiembre de cada año. Durante los nueve días de celebración se organizan misas,

procesión, bendición y serenatas dirigidas al Cristo del Humilladero. La procesión principal es el último día y, para ella, se saca la réplica de la imagen original por las calles de la ciudad con gran acompañamiento y algarabía. La bendición que se realiza es para los autos y éstos se ubican frente a la fachada de la iglesia y consiste en lanzar agua bendita hacia los automóviles y motocicletas y, entregarles una estampita de la imagen del Cristo. La mayoría de los automóviles, pertenecen a empresas de servicio público local e intermunicipal como, taxis, buses, camiones, entre otros. Antiguamente, se realizaban corridas de toros, pero esta actividad ya no se practica en la ciudad para esta fecha (Villamizar, Villamizar, 2015, pág. 274).

- Desarrollo de las Artes y Academia

La producción artística además de develar formas de la vida religiosa ha permitido también rastrear aspectos de la vida cotidiana. El arte que se incorporó en el país ha seguido los pasos y las características de las expresiones europeas transformadas con elementos nuevos, propios del ambiente iberoamericano.

Teniendo en cuenta la tarea evangelizadora de muchas de las manifestaciones artísticas heredadas de los españoles, no es de extrañar que el desarrollo del retablo y los primeros ejemplos dotados de cierta monumentalidad, se encuentren en ciudades como Santafé, Tunja, Vélez o Pamplona. Sin duda aquellas villas y ciudades que en 1595 fueron merecedoras del favor real mediante la concesión de los dos novenos de la recaudación decimal que correspondía al rey, con objeto de sufragar ornamentos y útiles necesarios al culto fueron: la Catedral Metropolitana y las iglesias de las villas de Vélez, Pamplona, Muso, San Cristóbal, La Palma, Villa de Leyva, Tocaima, Mérida, Santa Águeda, Tunja, Ibagué y Mariquita (Villamizar, Villamizar, 2015).

Pero como se mencionó antes, el arte además del fervor religioso sirvió también a fines políticos y como ventana a la vida cotidiana de la gente. Al respecto Villamizar (Villamizar, 2015) muestra como la identidad artística, para el caso de Colombia, se afectó, en parte, por los temas y asuntos culturales y visuales contenidos en los objetos que llegaron y se originaron en el territorio durante las primeras etapas de la conquista y la colonia. De esos primeros años, datan pinturas al óleo y esculturas talladas en madera, policromadas y estofadas, retablos tallados y recubiertos con hojilla de oro, ornamentos y otras imágenes de carácter netamente religioso, donde priman las expresiones artísticas y cánones estéticos europeos.

La pintura “El cuatro de Julio de 1810”, que se aprecia en la Figura 5 4 es el mejor ejemplo de esta época en Pamplona. Este cuadro que trata la historia del “Grito de Independencia” de Pamplona, es el mejor testimonio de la sociedad pamplonesa de aquella época y de la importancia que tuvo María Águeda Gallardo de Villamizar, dama pamplonesa en este hecho. Marco Aurelio Lamus, fotógrafo y pintor de la época ilustra en esta imagen, lo que parece contaron testigos del Grito de Independencia (Villamizar, 2015).

- Relación con el Entorno

Muchas de las características del medio como clima, fuentes de agua, acceso a recursos, accesibilidad entre otros influyen en gran medida en la forma como los seres humanos

adoptan ciertos comportamientos culturales que les permitan adaptarse mejor a dichas condiciones ambientales. De acuerdo con ello a continuación, se presentan algunos aspectos resaltados en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del Río Pamplonita (Alzate, 2010) que ayudan a delimitar la forma en que los habitantes de la zona se han relacionado con su entorno.

Figura 5.32 "El 4 de Julio de 1810" Marco Aurelio Lamus

Fuente: http://museoanzoategui.blogspot.com.co

Hay un primer aspecto que está relacionado con una actividad comercial de los diferentes productos en la cuenca que según el documento no es muy rentable, la mayor parte de la utilidad queda en manos de los intermediarios mayoristas y minoristas, estos van a comprar los productos directamente al cultivo; y el agricultor prefiere negociar de esta forma, por lo que el traslado de los productos a mercados, plazas y centros de acopio más cercanos les representan más costos, debido al mal estado de las vías de comunicación, el transporte es costoso, esto hace que no pueda competir con el precio en el mercado y los ingresos del agricultor son bajos o nulos.

Ese fracaso comercial está también asociado a otros factores como la carencia de recursos económicos, el inadecuado uso de tecnología, el deterioro del suelo, el difícil acceso a créditos financieros, las altas tasas de interés, desconocimiento de planes y programas del estado del sector productivo y las falencias administrativas, lo que hace que los costos de producción sean más altos que los ingresos que reciben por la venta de los productos.

Los sistemas de producción que predominan para los municipios de Pamplona y Pamplonita ubicados en la parte media de la cuenca del río Pamplonita pueden apreciarse en la Tabla 5.114.

Tabla 5.114 Sistemas de Producción

Sigla	Parte de la cuenca	Municipio	Vereda o corregimiento
Sp5	Media	Pamplonita	V. Alto Santa Lucia, V. Bajo Santa Lucia, V. Buenos Aires, V. Diferendo Limítrofe, V. El Cúcano, V. La Hojancha, V. La Libertad, V. Matagira, V. Septimaly, V. Tescua, V. Tulantá.
Sp6	Media	Pamplonita	V. El Colorado, V. El Picacho, V. San Antonio, V. La Palmita, V. Llano Grande
Sp7	Media	Pamplona	V. Alto Grande, V. Cunuba, V. El Rosal, V. El Totumo, V. Fontibón, V. Monte Adentro, V. Navarro, V. Tampaqueba, V. Ulagá Baja, V. Ulagá Baja, V. Chíchira, V. Escorial, V. Jurado, V. Sabagua, V. Alcaparral, V. San Francisco.
		Pamplonita	V. El Páramo, V. Las Isabeles, V. San José de Tonchalá, V. San Rafael.

Fuente: Alzate, 2010

(sp5) Sistema de producción de clima medio en suelo de ladera, donde se practica la producción agrícola dominada por cultivos de café tradicional, café tecnificado, caña panelera, plátano, banano, cacao, yuca, fríjol, tomate, aguacate, con tecnología tradicional en áreas de economía campesina y medianos productores.

(sp6) Sistema de producción de clima medio y frio en suelo de ladera con pastos, donde se practica la producción pecuaria dominada por la ganadería bovina doble propósito, con tecnología de ganadería intensiva y de subsistencia en áreas de economía campesina.

(sp7) Sistema de producción de clima frío en suelo de ladera, donde se practica la producción agrícola dominado por cultivos de hortalizas, maíz, papa (criolla, pastusa, variedad) arracachá, leguminosas, cebolla, frutales (mora, lulo, granadilla, fresa, durazno, tomate de árbol) con tecnología tradicional en áreas de economía campesina (Alzate, 2010, pág. 31).

Lo anterior evidencia que en muy pocas zonas ubicadas en clima medio se da una producción agrícola tecnificada, básicamente relacionada con la producción de café, pues en la mayoría de las zonas los sistemas de producción están aún relacionados con tecnología tradicional.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta dentro de los sistemas de producción es que esto también genera unos impactos ambientales, pues si bien el medio incide en cierta medida en algunas prácticas humanas, también dichas prácticas tienden a influir en el medio de forma positiva y negativa. Las principales afectaciones en el medio en Pamplona se dan por las actividades agrícola y forestal y en Pamplonita por la minería, generando alteración de las propiedades físicas y químicas de los suelos, modificación de la capacidad agrológica, modificación de las características naturales de drenaje, procesos erosivos, variación de los niveles freáticos, emisión de material particulado, aumento en concentraciones de CO2, incremento de los niveles de presión sonora, alteración de las propiedades químicas del agua, presencia de metales pesados plomo, zinc, mercurio, plata,

níquel, cadmio, arsénico, etc., modificación de las unidades paisajísticas, alteración y disminución de bosque natural (primario y secundario), alteración de ecosistemas de El Páramo, desplazamiento y muerte de fauna terrestre y acuática.

Los sistemas productivos agropecuarios de la cuenca del río Pamplonita, se caracterizan por tener una estrecha relación con los recursos naturales y el ambiente, así las causas del deterioro ambiental están determinadas por la gestión y las decisiones en las unidades productivas. Los procesos agropecuarios no sólo son responsables de serios impactos negativos sobre los recursos naturales, sino que han hecho un aporte escaso al desarrollo socioeconómico de las comunidades campesinas, la escasez de recursos, sumada a la falta de alternativas de producción rentables, y a la necesidad de reducir costos de producción para mejorar su competitividad en los mercados, obliga a los pequeños productores a ejercer cada vez mayor presión sobre los recursos naturales.

Sumado a lo anterior la cuenca del río Pamplonita presenta un panorama de conflicto social, con altos índices de pobreza, desempleo, migración, vulnerabilidad y dependencia, así como problemas de carácter sociopolítico que agravan la situación y repercuten directamente en que exista un mal uso y aprovechamiento de los recursos naturales y deterioro del ambiente. Los conflictos socioambientales, giran sobre todo en torno al uso y acceso al agua y al suelo. Se dan entonces relaciones de choque, entre la sociedad civil, el sector productivo y la institucionalidad por el deterioro gradual de la calidad del agua de las principales fuentes hídricas de la cuenca del río Pamplonita, hay además conflicto de intereses entre la administración municipal, explotadores de madera y pobladores por tala indiscriminada y por cambios de uso de suelo para actividades más lucrativas, como la minería.

Dentro de las políticas socio – ambientales para atender estos conflictos, se plantean unos lineamientos (Alzate, 2010, pág. 53) generales que atiendan los diversos frentes de conflicto. De estos lineamientos los que involucran esa relación entre la gente y el medio apuntan a recuperar en la medida de lo posible la calidad ambiental para el beneficio de las comunidades que viven en la cuenca. Ordenar el territorio para poder llevar a cabo la gestión ambiental que involucra diagnosticar y conocer el estado actual para poder implementar soluciones que respondan a las necesidades de la sociedad y educación ambiental en un marco de participación comunitaria de tal forma que potencialice y fortalezca la gestión ambiental en la cuenca.

Los lineamientos anteriores apuntan a actividades concretas como una zonificación ambiental del POMCH, en suelos rurales de protección y especial significancia ambiental y suelos rurales para el desarrollo socioeconómico. Vincular a la comunidad en los procesos a través de la capacitación sobre manejo y conservación de la biodiversidad y sensibilizar a las comunidades en busca de un cambio de actitud y recuperar saberes perdidos, aumentando la operatividad de las autoridades para contrarrestar la caza y extracción ilegal. Propender por la no tenencia de fauna en cautiverio generando conciencia ambiental y fortaleciendo en educación, desarrollando además algunos programas tecnológicos de producción limpia, que incorporarán programas de educación ambiental con aplicación de incentivos a la conservación.

El municipio de Pamplona administrativamente hace también parte de la zona alta de la cuenca del río Zulia incluyendo 19 de sus veredas con 20.805 habitantes. La economía de la cuenca en relación con el municipio de Pamplona por estar más relacionada con el sector rural está basada principalmente con la producción agropecuaria de arroz de riego, papa, café, caña de azúcar y panelera, fríjol y frutales de clima cálido y frío, así como con la cría de ganado vacuno, caprino, piscicultura y avicultura de carne y huevo y la minería (Garzón, 2010, pág. 19).

En cuanto a los conflictos socioambientales el desplazamiento forzado es el fenómeno social más destacado de la cuenca, está asociado a situaciones que involucran violencia, desarraigos socioculturales, hambre, pobreza, rechazo y dificultades económicas entre otros aspectos que obligan a la población a salir en contra de su voluntad de su lugar de residencia, generando índices altos de necesidades insatisfechas que obligan a obtener el máximo beneficio de las tierras, procesos de colonización mal proyectados en zonas apartadas y poco accesibles, aumento poblacional, mala distribución de la tenencia de la tierra, fragmentación predial y productores de escasos recursos económicos. Estos factores inciden en que exista un inadecuado aprovechamiento de los recursos generándose alta presión sobre el territorio y propiciando la ocurrencia de fenómenos de pérdida de cobertura vegetal, procesos erosivos, disminución de la productividad de los suelos, alteración de ciclos naturales de los ecosistemas que influyen directamente en la regulación hídrica, contaminación de fuentes superficiales y subterráneas de agua, conflictos por el uso del agua derivados de la dificultad para acceder al recurso y disminución de la calidad de vida de las poblaciones asentadas en la cuenca.

Las medidas de control propuestas en este caso corresponden a reglamentación de usos del suelo y el fortalecimiento del conocimiento de la existencia de los recursos naturales y su manejo como instrumento primordial para la gestión y planificación ambiental de la cuenca del rio Zulia, que conduzcan a la preservación, conservación y control de los recursos naturales (Garzón, 2010).

5.3.5.1.2 Unidades territoriales menores

El siguiente apartado se basa en información primaria obtenida con los con pobladores de las unidades territoriales menores consignada en las Fichas Veredales y/o Barriales y en la Ficha Cultural, de la cual se recolectó la información mediante unas entrevistas semiestructuradas guiadas por las temáticas de la Ficha Cultural. Otra fuente para este apartado la constituyeron los talleres de impactos y de cartografía social.

- Patrimonio cultural presente en la comunidad: Veredas Alcaparral, El Naranjo, Sabaneta Alta, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha y Barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja.

Los habitantes de las veredas de Alcaparral, El Naranjo Sabaneta Baja y Sabaneta Alta del municipio de Pamplona se reconocen como campesinos por su vocación agropecuaria. La mayoría de las familias se ubican en minifundios dispersos dentro de un entorno ecológico que incluye pisos térmicos desde los 1750 hasta los 3.000 msnm, aunque predomina como se ha referido en otros apartados de este texto, el sistema de producción de clima frío en suelo de ladera, donde se practica la producción agrícola con técnicas tradicionales.

Estas características les permiten cosechar una variedad de productos como papa, arveja, maíz, fríjol, cebolla junca y cabezona, arracacha, fresa, mora, durazno, tomate de árbol, entre otros, los cuales además de servir como base de su alimentación, son vendidos a intermediarios quienes los distribuyen a los mercados de ciudades como Pamplona o Cúcuta.

Adicionalmente, se evidencian algunas actividades pecuarias en pequeña escala como la ganadería intensiva, principalmente de ganado vacuno, la cría de aves de corral y más recientemente de truchas. De otra parte, si bien los barrios de San Luis y El Buque se hallan en la cabecera municipal, conservan una dinámica de vida muy parecida a la rural, pues muchas de las familias han llegado de zonas rurales o parte de sus familias aún se encuentra ubicada en zona rural. Por otra parte, el barrio Simón Bolívar es descrito por habitantes del sector (2018) como una zona donde hay varios solares con huertas y frutales, por lo que conserva en cierta forma ese aspecto de la zona rural.

Aunque no todos son oriundos o descendientes de nacidos allí, comparten importantes referentes históricos regionales propios de la provincia de Pamplona, los cuales incluyen complejos culturales conformados desde la época colonial, resultados del proceso prolongado de mestizaje; así mismo, se encuentran valoraciones sociales de la época de independencia y múltiples rasgos culturales asociados, a lo que han denominado investigadoras como Virginia Gutiérrez de Pineda, el complejo cultural Santandereano (Gutiérrez, 2000).

En este sentido son frecuentes las referencias históricas a las que acuden los entrevistados de la región, al atribuir los nombres de sus veredas y de muchos lugares de su territorio a tradiciones indígenas, “eso es de los indios”. La vereda Alcaparral, que recibe su nombre de la presencia característica del árbol de Alcaparro, formaba una sola unidad territorial con El Naranjo, la cual fue disuelta, de acuerdo con los relatos de los pobladores, hacia mediados del siglo XX por considerar que estaba muy dispersa el área de las viviendas, por lo que se constituyeron dos unidades, manteniendo el nombre de Alcaparral para la unidad territorial occidental, mientras la oriental tomó el nombre de dos albergues o posadas que eran conocidos como El Naranjo (García, 2017).

La vereda se formó por los indígenas, fueron los primeros en llegar a la vereda (Ficha de Caracterización Rural, Sabaneta Alta 2017).Inicialmente la vereda Sabaneta era una sola vereda que incluía la parte alta y la parte baja, sin embargo, la parte baja siempre fue la zona más rural o campesina, mientras que la parte alta estaba más conectada con el área urbana de pamplona (Becerra, 2018). La tradición oral de los habitantes refleja que en el territorio se encuentran huellas de sus habitantes aborígenes, de la incursión europea y de la distribución espacial impuesta por los colonizadores en medio del conflicto con los pobladores ancestrales, donde la religión también jugó un papel fundamental:

“Bueno lo que dicen es que… que a la vereda, pues cuando llegaron los españoles a Pamplona, dicen que los indígenas se vinieron para esta parte para Borrero, [...] que es una laguna [...] que está ubicada en la parte nor-oriental, queda sobre el municipio de Pamplonita, es una reserva también natural donde no se puede meter ninguna persona, hay árboles con mucha antigüedad, dicen que hay un poco de cuevas […] por la orilla de la

laguna hay unos huecos hondos, yo no sé quién los haría [..]" (Anfeliz, 2017).

Estos relatos sobre el pasado indígena están asociados con frecuencia a otros elementos de la historia colonial, como el pasado minero aurífero de la provincia de Pamplona que, según se referenció en este documento, llevó a conocerla como Pamplonilla la loca. La conjunción de dichos elementos en la tradición oral se sintetiza en múltiples historias de espantos y encantamientos asociados con entierros de oro o restos prehispánicos, dicha convergencia de elementos ha sido documentada en la tradición oral de diversos países de Latinoamérica y se ha empleado por la cultura popular en prácticas de guaquería y búsqueda de tesoros (Zepeda, 2012).

> Yo llegué hace 45 años, antes era parte del Buque, aquí el barrio como tal tiene 26 años, con el padre Tarazona fue el que lo fundó, estaba la Iglesia y luego se declaró parroquia y el padre hizo lo de la personería jurídica para ser barrio. Entonces el padre Tarazona lo llamó San Luis Gonzaga que es un santo Jesuita (ver Fotografía 5.59) (Reyes, 2018).

Es importante resaltar que la apropiación del pasado indígena se ha hecho desde el mestizaje, de esta forma, ha sido predominante en el imaginario colectivo colombiano una imagen de lo hibrido. El encuentro de dos culturas en este caso lo indígena que habitaba en el territorio, y la española que llegó en la conquista. Esto derivó en la conformación de un nuevo sistema de prácticas culturales. "Sin duda, el mestizaje, cultural y biológico, no sólo ha sido un proceso evidente desde el descubrimiento de América, sino que además hace parte cada vez más de la vida cotidiana de sus actuales habitantes." (Langebaek Rueda, 2009) De esta forma, la concepción de sociedad deja de ser una concepción cerrada y basada en ideas de pureza y grupos cerrados. En ese sentido las prácticas culturales más arraigadas y tradicionales tienen en muchos casos un doble sustento y muchas prácticas se pueden catalogar en una frontera difusa.

En cuanto al barrio El Buque, a través de la oralidad se puede recoger también su historia, aunque menos ligada a un pasado prehispánico o colonial, esta corresponde más con su organización social. Según la historia que cuentan algunos vecinos del sector, el barrio se creó como junta en el año de 1968, se reunieron un poco de habitantes del sector y conformaron la Junta de Acción Comunal para sacar adelante varios proyectos como el tema de alcantarillado y acueducto y algunas vías que se requerían y que no existían en el barrio, en mayo de 1971 solicitaron a la Gobernación la personería jurídica y comenzó con legalidad el tema de la Junta de Acción Comunal.

> Cuando el barrio se creó no existía la Universidad de Pamplona, eso era un terreno baldío, luego, cuando se crea la Universidad que está en un mismo sector del barrio, algunas familias de este sector vieron la necesidad de crecer en sus viviendas para arrendar a los muchachos que venían de afuera y de esa manera encontraron un medio de subsistencia para cada uno de sus hogares. El nombre se dio porque antes, en un área que queda detrás de la Universidad, había una piscina que la llamaban el Buque y de ahí se creó el barrio El Buque como tal (Herrera, 2017).

Por otra parte, los barrios reflejan otros acontecimientos históricos y creencias de los pobladores, el barrio Simón Bolívar según cuentan sus habitantes era anteriormente una cantera de arena de peña, esa arena era utilizada como insumo para las construcciones que se estaban llevando a cabo en el casco urbano de Pamplona "Eran unos huecos donde se extraía bastante material para llevar hacia la población central, se vendía la arena, la arena de peña y pues eran unos huecos inmensos allá donde está el coliseo" (Caceres,

2018). Esos huecos fueron posteriormente rellenados y a partir de ese momento se erigió el barrio. También cuenta el señor Ceferino Cáceres que el nombre del barrio surge por el inconformismo de la comunidad con el nombre “Las Malvinas” que era el nombre que inicialmente ostentaba, y por esta razón la comunidad decidió rebautizarlo con el nombre del libertador, quien recorría la zona como pasó obligatorio hacía Maracaibo en la campaña independentista.

Por cuanto en el barrio Juan XXIII, a través de la ficha de caracterización urbana se recopilan datos de su historia y creación, esta más orientada a su organización social. Según los relatos de algunos vecinos del sector e información aportada por el líder comunal del barrio, la fundación del barrio se dio a través de la llegada de alrededor de 20 familias en el año 1965.

Los barrios Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja, refieren sobre su creación darse durante la década de los 60, a través de la llegada de sus primeros pobladores. La Junta de Acción Comunal del barrio Cristo Rey Parte Baja está legalmente constituida mediante la Resolución No. 064 del 3 de octubre del año 1984.

La Junta de Acción Comunal del barrio Cristo Rey Parte Alta está legalmente constituida mediante la Resolución No. 032 del 16 de septiembre de 1966. Este es uno de los barios periféricos localizados dentro del casco urbano del Municipio de Pamplona, en el cual se encuentra el monumento llamado Cristo Rey, sitio visitado por muchos turistas y visitantes de la ciudad para observar la panorámica de la misma, dado a la considerable altura desde la cual se puede apreciar dicha vista.

En cuanto a las manifestaciones, que se desprenden de esas tradiciones derivadas de la convergencia cultural, resultan muy relevante aquellas que se transmiten a través de la oralidad, a través de estas expresiones se identificaron abundantes relatos sobre apariciones en distintos lugares, incluidos los caminos, especialmente en los *caminos reales* que interconectaban las poblaciones durante la colonia y estaban diseñados para su tránsito en bestias o a pie. Aunque muchos de estos caminos aún se mantienen y su recorrido es bien conocido por los pobladores, ha disminuido de manera paulatina su uso, siendo reemplazados por carreteables que comparten con aquellos ciertos tramos que han sido adecuados para el tránsito de automotores. (Leal, 2018)

Las leyendas incluyen, la aparición de La Llorona, El Cojito, La Mula cargada de leña de oro, conejos, hombres grandes, Luces misteriosas, perros que arrastran cadenas, entre otros. En torno a la Laguna de Borrero (ver Fotografía 5.60), los habitantes de la vereda Alcaparral cuentan varias historias relacionadas con la facultad de la laguna de *cerrarse* mediante lluvias torrenciales súbitas para evitar que ciertas personas entren. En sus alrededores al parecer se encuentran cuevas o túneles y es un sitio asociado con leyendas indígenas (Anfeliz, 2017).

Fotografía 5.59 San Luis Gonzaga meditando en su estudio ante un crucifijo. Óleo sobre lienzo. Francisco de Goya y Lucientes. Hacia 1798. Inv. 51125

Fuente: (Museo de Zaragoza)

Fotografía 5.60 Tramo del Camino Real desde la Vereda Alcaparral hacia la laguna de Borrero

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Contrario a lo que podría pensarse, la fuerza de estas leyendas sea cual fuere su origen, carácter o significado, produce experiencias y testimonios aun en la actualidad:

> Sí sentía quien media noche bajaba una carretilla con unos sujetos ahí encima y la gente salía a mirar y no veía nada solamente escuchaban el ruido que hacía ese carro de madera y eso era de Cristo rey pero tenía que pasar por aquí por el centro por la vía principal. (Caceres, 2018)

> En la escuela nueva estaban arreglando las alcantarillas, había un paletero en el puente que construyeron nuevo y uno frente a la escuela, el paletero de abajo que era un familiar, le gritaba que se escuchaban como llantos de un bebe, y después Toño empezó a escuchar el llanto del niño más cerquita y más cerquita pero era el de una señora, quedó en shock, estaba llorando y con los ojos rojos, Eso no hace mucho, fue con el arreglo del puente, como dos años (García, 2017).

> Pues mi papá era el que contaba de eso de la gritona, pero por allá donde vivíamos, por el lado de la Universidad si pasaba la gritona, por el chorro abajo que había, yo por acá no he escuchado (Reyes, 2018).

> Hoy en día no se encuentra uno leyendas ni historias pero si algunos señores cuentan… la otra vez hablaba un señor que en una época ellos salían tarde en la noche y decían que veían pasar algún señor ensombrerado con un caballo, era un jinete pero realmente eso era el comentario que se escuchaba así, pero a ciencia cierta que uno sepa pues no (Herrera, 2017).

Ahora bien, es importante señalar que estas leyendas, algunas integradas con elementos aborígenes y sin duda coloniales, se relacionan de manera compleja con el proceso de evangelización que consistió en la imposición de la religión católica desde el período de la conquista y durante la época colonial. Aunque este proyecto ideológico fue impugnado en no pocas ocasiones por el proceso independentista y republicano, en la Provincia de Pamplona el fervor religioso se mantuvo como un referente cultural e identitario muy sólido.

De esta forma, es loable entender que estas comunidades tienen un gran arraigo que se deriva de la religión católica tanto así que Pamplona alcanzó a recibir el seudónimo del

"Valle del Espíritu Santo" este fervor católico posiblemente tuvo que ver con Pedro de Ursúa conquistador español que llegó "a ese valle rodeado de montañas arribó en el siglo XVI, y desde entonces, el catolicismo se aferró con fuerza. Se aferró tanto que el lugar vio levantar la primera arquidiócesis tras la independencia" (El Espectador, 2013).

En este sentido se afirma guardar respeto por las autoridades eclesiásticas, los santos patronos, las festividades, sacramentos y demás instituciones correspondientes. Esta práctica religiosa se encuentra arraigada y tiene importantes implicaciones en el ordenamiento del año. Así, por ejemplo, tienen gran relevancia la Semana Santa, la Navidad y las fiestas patronales de San Isidro Labrador, patrono de los agricultores, cuya fiesta se realiza a mediados de mayo o inicios de junio, y figuras como la virgen del Carmen y el señor del humilladero son símbolos de fervor muy relevantes para estas comunidades.

Aun en la actualidad se mantiene la pertenencia de algunas personas de las veredas a la cofradía o hermandad de los Nazarenos, la cual data de tiempos coloniales, quienes hacen parte de ella, tienen grandes responsabilidades en la celebración de la Semana Santa de Pamplona que es reconocida como patrimonio cultural del departamento Norte de Santander. Según las afirmaciones de los entrevistados, la membresía a esta institución es vitalicia y no puede renunciarse a ella (Anfeliz, 2017).

> Vamos a Cúcuta a la virgen de los Dolores y vamos a Pamplona. Las celebraciones de bautizos, matrimonios y esas cosas se hacen las misas en Pamplona y ya cada uno celebra en su casa, con su familia con la comidita de siempre, un asadito con papa y unas carnitas y la chichita y cervecita (Jáuregui, 2017).
>
> Aquí se hace misa cada mes, el domingo en alguna casa y en diciembre nos reunimos y hacemos la novena, en cada cuadra en una casa, el último día nos reunimos todos, hay misa y llevamos un compartir (Jáuregui, 2017).

En los barrios se identificó el mismo arraigo religioso heredado de la colonia y que sigue siendo fundamental en la vida diaria de los habitantes.

> Festividades divino niño inicialmente se celebraba el 20 de Julio, después en agosto y ahora se celebra el 5 de septiembre. las actividades son principalmente maratones y bazares, en semana santa se hace una procesión el miércoles y el viernes santo y la novena se realiza por sectores (Leal, 2018)
>
> En Semana santa, se hace viacrucis para las cruces el Viernes Santo, hacen procesión […] Aquí somos todos muy católicos gracias a Dios, en mayo a la virgen del Carmen pasa la virgen por todas las casas y se reza el rosario (Reyes, 2018).
>
> Fiestas comunitarias: en diciembre sobre todo y el día de la Madre, la presidenta de la junta hace alguna cosita, tamales o una torta. Se celebra acá en mi casa porque es la casa que tiene más espacio. En diciembre se hace la novena acá en la casa y se hace un compartir y a veces vienen hasta 60 personas y es muy bonita la novena y el día de las velitas todas ponen las velitas al frente de las entradas. Para los aguinaldos alguna noche se hace arroz con leche, otras veces avena o chocolate o café con leche y se trae pan o galletas. El 24 casi no se celebra, se celebra más el año nuevo y se quema todavía el muñeco y se junta bastante gente, ahora se quema sin pólvora porque la quitaron (Reyes, 2018).
>
> El tema de los santuarios, obviamente nosotros tenemos Patrón que lo llamamos aquí el señor del humilladero, que es prácticamente como el señor de los milagros, allá si hacen la peregrinación y sus actividades, pero en su momento que es el 14 de septiembre, el día más hermoso del mundo porque

> yo también cumplo años ese día y es el día del señor de los milagros, aparte de eso sale mucha gente del sector y vienen de las veredas aledañas a este santuario, pagan sus penitencias y pedirle al señor que lo ilumine que lo siga llevando. También está el tema de la virgen del Carmen que es muy conocido sus festividades el 14 de junio y también al divino huerfanito que es en el convento de las clarisas y son los primeros días del año que hacen las fiestas del niño (Herrera, 2017).

> Ese es uno de los valores mayores que tiene nuestra ciudad y de nuestro sector, acá gran parte de las personas somos católicos, somos creyentes y somos dedicados al tema de la adoración, aparte que es un asunto de que viene mucho turista pero la gente lo toma como algo muy religioso, no es como por ejemplo las personas en la costa que se van de parranda que de fiesta, no es consagrados a la meditación, a reflexión, a crear conciencia y a estar en paz con Dios y con la comunidad. Se hace la tradición que toma la cuidad que es el jueves santo ir hasta las cruces que hacen peregrinación y vamos a las procesiones que es en la cuidad. En diciembre se hace los muñecos, desde el 24 de diciembre empieza usted a ver muchachitos organizando su año viejo solicitando platica para quemarlo, aunque ahora han prohibido más la pólvora, pero si los queman, prenden candela así sea en aserrín y lo queman sea como sea lo queman. Eso sí es una tradición inclusive días antes por todos los barrios hacen unas correrías y salen casi la mayoría de los barrios disfrazados con un ataúd y disfrazados, mejor dicho con una actividad así tomando el pelo para llevar a cabo la quema de ese año viejo […] Si todavía se tienen los agüeros, que los calzones amarillos, que salir con la maleta a media noche a ver si viaja todo el año, que las uvitas, que su cena este llena de lentejas, de maíz, trigo, la luz […] todas esas tradiciones que todavía siguen (Herrera, 2017).

A pesar de la importancia de estas tradiciones, los habitantes de la vereda constatan que ha disminuido la celebración de algunos sacramentos como el matrimonio, “apenas uno que otro por ahí se casa”, la mayoría de las familias viven en uniones libres, las cuales se encuentran formalmente por fuera de los preceptos canónicos de esta religión. En contraste, otros sacramentos como el bautismo son todavía el fundamento de fuertes lazos sociales a través de la institución del compadrazgo que es ampliamente respetado. De todas formas, aún se conservan algunas tradiciones respecto al sacramento de la primera comunión el cual se celebra con grupos de niños y no de forma individual, de esta manera, se refuerzan los lazos fraternos de la comunidad al lado de las creencias religiosas.

Es importante anotar que muchas de las leyendas de espantos y apariciones se han mezclado con los discursos morales y valores éticos de la religión católica, resultando de ello la atribución a dichos espantos de una función de sanción a quienes infringen reglas como la fidelidad, la obediencia a los padres o como castigo por la afición al alcohol.

En las entrevistas se evidenciaron algunos conocimientos sobre plantas medicinales, esta práctica si bien se mantiene vigente, pero a un nivel más particular, tanto por su uso ante diversos síntomas, como por el cultivo de dichas plantas dentro de las huertas caseras, parece haber formado parte de un sistema de conocimiento más amplio que se ha debilitado o perdido. Así mismo, otras prácticas y conocimientos como la partería de las comadronas y los sobanderos han sido desplazados casi en su totalidad por las prácticas de la medicina occidental y el sistema de salud que la regula actualmente en el país.

No obstante, es importante mencionar que en las fichas de caracterización rural y barrial se ha registrado una amplia insatisfacción con el servicio de salud por las barreras de acceso, falta de oportunidad en la atención, demoras en el suministro de medicamentos y en general por la ausencia de una atención integral (Ficha de Caracterización Rural, Alcaparral 2017).

Algunas de las plantas mencionadas y sus usos son, Romero (dolor de estómago y el hielo)

(ver Fotografía 5.61), Manzanilla Dulce (fiebre y dolor de estómago), Ajenjo (dolor de estómago), Mejorana (dolores), Pega-pega, Acedera (diurético), Paico (como purga), Hierbabuena (Cólicos), Toronjil (Nervios y fiebre), Perejil (mal del corazón), Granizo (fiebre) y Limonaria (gripe). Otras como eucalipto, sauco, la forma de preparación se refirió invariablemente en los relatos de las cuatro veredas, como infusiones o agüitas.

> En la medicina tradicional las hierbas medicinales aquí son la hierbabuena, el paico, el romero, entonces todas las cosas que hay por acá y quienes creen eso pues tiene las mismas plantas en las casas, por ejemplo, que usted le dolió el estómago o que tiene un ataque por parásitos, entonces le dan a usted agüita de paico y con eso se alivia, y si no van y le compran un purgante. Sí eso sí lo practican y ahí todavía mucha gente que tiene esa creencia. (Caceres, 2018)

> Pues por ahí si hay algunas señoras que cuando un niño llora mucho si dicen que puede ser un mal de ojo o algo postizo, realmente las creencias han pasado a otro nivel porque ya la gente no cree mucho en eso […] ya le gente acude sobre todo al médico, eso es lo que se ha podido detectar en la comunidad. Ya porque se ha concientizado, 'primero por los medios de comunicación tratan de decirles que las personas que hacen eso son charlatanes que buscan la manera de quitarle la plática a la gente y se concientiza la gente de no ir a invertir la plata mal. Ya con la oportunidad que le da el gobierno de tener su seguridad social que es gratuita a través del sistema subsidiado pues acceden a ese beneficio y utilizan los medios legales […] Pero las agüitas y eso en la casa eso si es una tradición, inclusive uno va a una tienda en algún sector y dice que le vendan una pastillita para el hijo que está enfermo de esto y le recomiendan que tome agüita de manzanilla, que tome agüita de yerba buena, que mejorana que se haga esta agüita, le dan a uno recomendaciones porque son señoras antiguas que le dan a uno esas recetas. Inclusive cada uno en la casa por ejemplo eso si a veces que uno se enferma si la mamá le dice tómese esta agüita que es buena y eso no está de más, además uno sabe que tiene unos beneficios medicinales la mayoría de las plantas (Herrera, 2017).

> Tenemos la menta, la yerba buena, pa' aguas pa' cuando usted tiene dolor de estómago, dolor de cabeza o malestar, pa´ los resfrios, toronjil pa' la fiebre. La sábila sirve pa' las bronquitis, así pa' cuando tiene usted gripa o eso que llaman tos. La sábila se rejunta de allá de la mata, se deja de un día pa' otro pa' quítale ese amargo, que eso tiene una grasa como de un palo, luego se corta se deja de un día a otro, la pela, la corta y la licúa con azúcar y 1 huevo y se la toma y lista pa' la bronquitis. Pa' las purgas paico (Jáuregui, 2017).

> Antes si era bueno eso, mi papá era sobandero, pero él ya se murió y eso venía gente por allá desde arriba para que él los sobara. Las creencias todavía hay gente que cree en todo eso del mal de ojo y eso, los descuajados, toca buscar personas que sepan curar eso. Yo tengo mejorana, toronjil, poleo, cidrón, romero y varias plantas, eso sí es bueno por ahí cuando uno está enfermo del estómago, para las fiebres y para distintos males (Reyes, 2018).

Fotografía 5.61 Romero: Planta medicinal de uso tradicional. Barrio San Luis

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

En cuanto a platos típicos y comidas tradicionales, los habitantes de las veredas y los tres barrios refirieron: el Mute santandereano, el sancocho de gallina, tamales, hallacas, sopa de rullas de maíz, entre otros, de lo cual resulta claro que comparten tradiciones culinarias y gastronómicas con buena parte del departamento. Así pues, cuentan los pobladores sobre sus platos típicos: “todas las comidas y platos típicos del Norte de Santander el mute el sancocho la carne asada eso se hace el día domingo” (Caceres, 2018)

> La mayoría acá en el barrio hacen sus tamalitos que eso de navidad se reparte a la media noche en familia se comparte su tamalito inclusive muchacho o pavo relleno también se comparte en los hogares y lo comparten con muchos del mismo sector (Herrera, 2017).
>
> Se hace la chicha, el masato y eso que llaman hallaquitas. La chicha usted coge un tumbo y le echa dos panelas y harina de trigo, y le echa tantico guarapo y eso es todo, le bota canela y clavo a los tres días ya se enfuerta y que una sola mano la bata porque si no, se daña, se corta. Igual hay que tener buena mano, no tener tanto coraje, no estar estresado, sino no es capaz usted y menos masato que es más delicado. Pá las arepas ya se usa es la harina, ya no usamos el maíz en ninguna parte. Antes pues se pelaba el maíz con la ceniza del fogón se hecha a un pote, se cuela y se bate y se pone a pelar el maíz, luego lo baja lo lava muy bien, con agua abundante lo deja desaguar tantico y eso es todo y ya el resto se cocina y se muele que quede bien molidito que no quede grueso, a mi mamá le gustan son las cosas así bien hechas y ya se arman se asan las arepas y se las come. La yota (cidra) se usa en sopa o se hace guisada, le bota usted de todo, cebolla, la cocina, con cominos, ajo (Jáuregui, 2017).
>
> En matrimonios y esas celebraciones se usa eso de carnes frías y ensaladas de sal o de dulce y un pan de esos especiales y el masato (Reyes, 2018).
>
> Respecto a la producción artesanal, los testimonios recogidos evidencian la escasez de actividades de manufactura, se encontraron algunas referencias aisladas, “aunque casi no tiene salida”, es decir que no hay demanda que estimule dicha producción.
>
> En el sector hay como tres o cuatro familias que manejan el tema de los tejidos, inclusive ellos en su época exportaban tejidos, sacos que ellos mandaban, pero por la crisis actual porque ellos mandaban para Venezuela fracasaron y se han dedicado a otra actividad. Pero es una lástima que no existió un acompañamiento por parte de la administración municipal o de la cámara de Comercio que los orientaran los ayudaran para que su negocio creciera (Herrera, 2017).
>
> Antes si había máquinas de tejer y eso, pero ya no, que porque se dejó de vender entonces ya no hay.

Se hacían sacos, gorras, escarpines, suéteres de todo (Reyes, 2018).

Acerca de las técnicas tradicionales para la construcción de las viviendas, se dispone de la información registrada en las fichas de caracterización veredal y barrial, así como algunos testimonios. De acuerdo con estas, en la arquitectura de las viviendas se encuentra un porcentaje variable de casas construidas con la técnica de tapia pisada y bahareque. Mientras en Alcaparral ninguna vivienda se registró hecha en tales materiales, en El Naranjo el 14,3 se construyeron con dichos materiales. (Ficha de Caracterización Rural veredal Alcaparral, 2017), (Ficha de Caracterización Rural vereda El Naranjo, 2017).

En cuanto al patrimonio material se hicieron algunas referencias, sobre todo a caminos y patrimonio arqueológico.

Por ahí si dicen de entierros acá donde la señora Erminda, ellos dizque encontraron una guaca, pero hace bastante tiempo ya, que tenía dizque oro, pero ella ya se fue de este mundo p'al otro (Jáuregui, 2017).

Estas casas si son antiguas, son de pared de bahareque y las cocinas son todavía de las antiguas con leña (ver Fotografía 5.62) (Jáuregui, 2017).

Fotografía 5.62 Uso de cocinas tradicionales con estufa de leña. Vereda Sabaneta Alta

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Ahí echando para sabaneta, que la gente está haciendo una trocha eso ahí si era puro camino real, todavía hay un buen pedazo. Casas antiguas todavía hay algunas por allí para arriba, de esas de tapia. Guacas: antes por allá para El Buque de noche si se veía que prendían y apagaban, pero las sacarían ya porque ya no se ve y como allá hicieron caserío (Reyes, 2018).

- Sitios de interés:

En este apartado se presentará una identificación de lugares de importancia y la forma en que los habitantes de las veredas y los barrios en general perciben su territorio (Unidad Territorial Menor), desde tres aspectos principales; la práctica religiosa y espiritual, las dinámicas de movilidad y tránsito, sus hábitos y preferencias para la recreación y esparcimiento y los sitios que remarcan como componentes principales del espacio que habitan.

En general la percepción del territorio está más relacionada con los elementos naturales

del entorno y en ocasiones toma importancia también la infraestructura actual con que cuentan. En ninguna de las veredas ni en los barrios se reporta la presencia de un espacio religioso que los congregue, este tipo de prácticas las llevan a cabo en las cabeceras de municipios como Pamplona.

La práctica de la religiosidad católica en las veredas y los barrios incluye manifestaciones colectivas en el territorio durante fechas centrales para el calendario cristiano, particularmente se destacan la Semana Santa, las fiestas patronales, y la Navidad. Cada una de ellas tiene significados propios e históricamente reconocidos, sin embargo, adquieren características particulares al celebrarse en cada una de las unidades territoriales, lo cual tiene repercusiones espaciales que se describirán a continuación.

La Semana Santa de Pamplona, que es patrimonio Cultural Inmaterial de la Nación, convoca a la mayoría de los pobladores hacia la cabecera municipal para tomar parte en los ejercicios litúrgicos como procesiones, visita a monumentos, misas, entre otros. No obstante, algunas veredas organizan sus propias celebraciones, en particular el *viacrucis* que consiste en evocar los sucesos ocurridos a Jesucristo durante el camino hacia el calvario, de acuerdo con el relato de los cuatro evangelistas.

> Por su parte en Alcaparral los pobladores afirmaron que se desplazan a la Parroquia del Barrio Simón Bolívar en el casco urbano de Pamplona para las celebraciones de la Semana Santa (Anfeliz, 2017).
>
> En El Naranjo, las celebraciones se realizan en la escuela *Chíchira sede El Naranjo*, a donde acude el párroco del barrio Simón Bolívar quien es el responsable eclesiástico de este sector (García, 2017).

En la vereda Sabaneta Baja algunas ceremonias religiosas se celebran en la escuela, ya que no cuentan con iglesia dentro de la vereda, es por esto, que en semana santa y por otros sacramentos los pobladores se desplazan al área urbana de Pamplona.

> A pesar del cierre de dicha institución y el deterioro de sus instalaciones y cancha de fútbol, ésta constituye un referente social y espacial importante en la comunidad. En la siguiente ilustración tomada del ejercicio de cartografía social llevada a cabo con líderes de la vereda, se observa su dibujo y el primer lugar en las convenciones del ejercicio (Taller de Impacto Vereda Alcaparral, 2017).

Fotografía 5.63 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Alcaparral

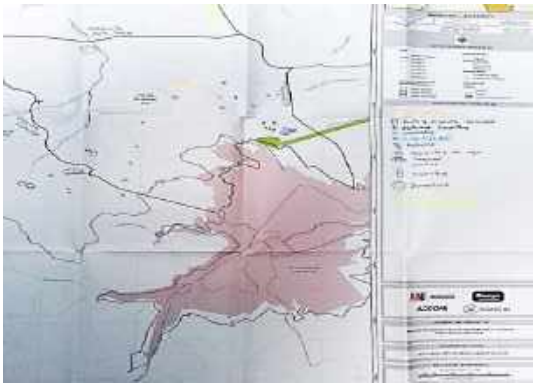
Fuente: Aecom - ConCol, 2017

La vereda Alcaparral tiene como sitio de interés histórico y ecológico la Laguna de Borrero

que pertenece al vecino municipio de Pamplonita, es un referente como sitio histórico indígena con probables connotaciones sagradas que se asocian a apariciones, hechos sobrenaturales como la defensa de la laguna con torrenciales aguaceros súbitos destinados a ahuyentar a la gente que no quiere que se acerque a ella, hoy en día han notado que se ha llevado a cabo un proceso de colmatación paulatino de la laguna que consideran convertida apenas en un humedal (ver Fotografía 5.63) (Anfeliz, 2017).

Las fiestas patronales consagradas a diferentes santos se celebran generalmente en las instituciones educativas que son el lugar de encuentro de la comunidad. En las cuatro veredas es común el festejo a San Isidro Labrador patrón de los agricultores, que se realiza en las escuelas hacia mediados del mes de mayo o la primera semana de junio. Una excepción importante la constituye la vereda Alcaparral en donde debido a la baja cantidad de niños en edad escolar, la sede educativa fue cerrada hace unos años en el marco del proceso de fusión administrativa de las instituciones educativas, dificultando la realización de los bazares que se hacían en honor al mencionado santo, así como otro tipo de festejos comunitarios (Anfeliz, 2017).

Fotografía 5.64 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Sabaneta Alta



Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En la vereda Sabaneta Alta al igual que en las otras unidades menores, el agua cobra vital importancia dentro de su espacio. Resaltan las lagunas, las zonas de captación y los nacimientos de agua. Cabe resaltar también la importancia que brindan al lugar donde se ubicará próximamente según ellos, la capilla, lo cual evidencia de nuevo los fuertes lazos de los habitantes con la religión, en específico la católica (ver Fotografía 5.64).

Fotografía 5.65 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda Sabaneta Baja

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la vereda Sabaneta Baja, se resaltan: la escuela, la cancha, el restaurante escolar, como áreas de infraestructura asociadas con el área educativa e infantil, por otra parte, se muestra un centro balneario y el centro recreativo como otro espacio de esparcimiento y ocio para la vereda, también es visible la vocación agrícola y ganadera de la zona. Esto se relaciona estrechamente con sus costumbres y tradiciones campesinas (ver Fotografía 5.65)

Fotografía 5.66 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes de la vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En El Naranjo celebran San Isidro Labrador patrón de los agricultores, se le reza una novena, una familia diferente se encarga de celebrar cada uno de los días y el último se celebra en la institución educativa (García, 2017).

A nivel espacial, tal como se refleja en la Fotografía 5.66, resaltan la escuela como lugar de encuentro y todo su entorno natural, las montañas, zonas de ganadería, los cultivos de durazno, y al igual que en las anteriores veredas, se resalta la importancia del agua, los nacientes de agua, en los nacientes y las quebradas, que tienen perfectamente ubicadas en su territorio (Taller cartografía social Vereda El Naranjo, 2017).

Fotografía 5.67 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del Barrio Simón Bolívar

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Es importante señalar, que el barrio Simón Bolívar cuenta con dos puntos de infraestructura social de gran importancia, estos son: el salón comunal que es utilizado para reuniones de diferente índole y al que asisten diferentes sectores y el coliseo, este último es un punto de reunión y esparcimiento para la comunidad, en este personas de diferentes grupos generacionales pueden desarrollar diferentes tipos de actividades como deportes y encuentros, los habitantes señalan que se encuentra deteriorado porque la administración no se ha hecho cargo, pero que la comunidad manifiesta la importancia de este lugar (ver Fotografía 5.67).

Fotografía 5.68 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del Barrio El Buque

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En el barrio El Buque, aunque se encuentra en la cabecera municipal, también dieron vital importancia a las fuentes naturales de agua. Resaltan en su representación espacial la laguna Borrero, los nacederos, el río Chiquito. En cuanto a infraestructura, sobresale el campus de la Universidad de Pamplona, la fábrica de ladrillo, el vivero y la zona comercial (ver Fotografía 5.68) (Taller cartografía social Barrio El Buque, 2017).

Fotografía 5.69 Ejercicio de cartografía social realizado por habitantes del barrio San Luis

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En el barrio San Luis destacan y muestran mucha preocupación por su captación de agua de fuentes naturales, resaltan así la laguna Borrero y el acueducto comunal, su único abastecedor de agua. Complementando su entorno, identifican las zonas verdes, las fuentes de aprovechamiento de maderas, el camino de herradura, la tienda como punto de encuentro y el recorrido del viacrucis hasta el cerro de las cruces, guardando así bastante similitud con las dinámicas sociales y espaciales de las veredas (ver Fotografía 5.69) (Taller cartografía social Barrio San Luis, 2017).

Finalmente, en los barrios Juan XXII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja destacan y muestran su preocupación por las captaciones de agua de fuentes naturales y sus acueductos comunales, utilizados como fuente alterna de abastecimiento de agua, la laguna de Borrero. Además, sobre su entorno, el recorrido a pie que se hace desde el límite urbano de Pamplona más exactamente desde los barrios Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja hasta un mirador natural ubicado sobre un cerro, denominado localmente como "Las Tres Cruces". Este es un sitio de peregrinación obligada los jueves de cada semana santa y, ocasionalmente, los fines de semana durante todo el año (Ficha de caracterización urbana – 2018).

Por su parte, es de resaltar la importancia de sitios de interés religioso y turístico identificados en le barrio Cristo Rey Parte Alta, tales como: el monumento de Mirador de Cristo Rey y el cerro de las “Tres Cruces”, de este último como ruta de acceso obligatoria durante las peregrinaciones hacia el mismo.

Respecto a la dinámica de movilidad y tránsito se atribuye una importancia fundamental a la vía nacional que conecta Cúcuta y Pamplona, pues es a través de ella que sus productos agrícolas y pecuarios son vendidos a los mercados de estas dos ciudades, así mismo en ellas se adquieren los víveres que no son producidos por ellos, los insumos para los cultivos y el acceso a servicios como la atención en salud, principalmente en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

La necesidad de ir al casco urbano de Pamplona es frecuente, para ello se cuenta con diferentes medios de transporte, como buses intermunicipales, taxis “piratas”, motocicletas propias y ya muy escasamente las “bestias”, sin embargo, la percepción sobre la facilidad y frecuencia de transportes es distinta en cada vereda. Por otra parte en algunos casos se observa que hay unos días *neurálgicos* o indispensables como el día viernes para la gente

de El Naranjo, quienes ese día principalmente, acuden a vender sus productos en el mercado de Pamplona (García, 2017), quizá por ello en las sesiones de los talleres sobre potenciales impactos durante la construcción de la doble calzada, insistieron en la importancia de establecer horarios para los cierres de dicha vía que estén acordes con sus necesidades, y las del trabajo agrícola en general (Taller de impacto Vereda El Naranjo, 2017).

Por otra parte, los caminos reales son importantes referentes de historias, sin embargo, han caído en desuso respecto a otras épocas, pues actualmente se gira entorno a la vía Pamplona-Cúcuta. Algunos tramos de estos caminos reales han sido empleados en el trazado de carreteables que actualmente hacen parte de las vías al interior del municipio.

En las entrevistas, se mencionaron particularmente el camino real, que conecta a Pamplona con Toledo, Pamplona con Cucutilla y un camino que conecta Pamplona con Herrán y Venezuela:

“Abajo llegando a Pamplonita hay un camino antiguo que desvía para Cucutilla, pasa por la laguna de Borrero de ahí desviamos el carreteable, el que le dije yo ayer” (Anfeliz, 2017).

De hecho, esta conexión con Venezuela ha sido de gran importancia comercial e histórica para la región “Desde 1877 la población de ambos municipios aumentó [Ragonvalia y Herrán] porque este paso se constituía en una fructífera ruta para el contrabando de café desde Colombia hacia Venezuela y Europa. Según Sanabria, esta zona también se convirtió en ruta migratoria hacia Venezuela “debido a la violencia partidista en nuestro país”” (La Opinión, 2015). Aun hoy, como se verá más adelante en este texto, dicha relación fronteriza tiene ciertas repercusiones, aunque relativamente leves en la dinámica poblacional de las veredas referenciadas.

Por último, respecto al tema de la recreación y esparcimiento, las escuelas ocupan un lugar de primera importancia, pues allí se encuentran campos de fútbol (ver Fotografía 5.70), en ocasiones construcciones polideportivas y pequeñas instalaciones de juegos infantiles, aunque el estado de conservación y funcionalidad no es el mismo en cada una de las veredas. Adicionalmente en las tiendas o expendios de cerveza se encuentran campos para jugar Bolos Criollos, juego tradicional de la región.

Fotografía 5.70 Escuela de Alcaparral, cancha de Fútbol

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

> Pues a veces los muchachos se van a una escuela que hay abajo y allá juegan, pero lo del bolo y eso como que se acabó. A veces van a ver televisión donde hay televisor. Muchos de los juegos se han acabado porque aquí ya no hay ni gente, no hay niños que son los que juegan (Jáuregui, 2017).
>
> No hay sitios de recreación, en eso si estamos graves, se ha hablado con los políticos a ver si con la Universidad o algo le ofrecen un sitio a los niños de por aquí, pues por acá es peligroso, ellos se ponen a jugar y se van las pelotas es para la carretera. Hay una calle que estamos bregando a arreglar que nos la dejaron los Montoya, los de la finca, para hacer algo ahí para los domingos y los días de fiesta, para los niños y para los grandes (Reyes, 2018).

- Modificaciones culturales:

Las veredas y los barrios muestran diferentes ritmos de adaptación a cambios. Con el fin de aproximarse a la comprensión de tales procesos se describirán algunos contrastes en aspectos infraestructurales e ideológicos que ayuden a resaltar elementos para tener en cuenta a la hora de entender la resistencia o adaptación a posibles cambios sociales o culturales en el futuro próximo.

En general se percibe que a nivel rural las dinámicas poblacionales tienden a ser más estáticas y hay poca movilidad poblacional; en las tres veredas sus habitantes refieren tranquilidad porque no existen grandes procesos migratorios que puedan generar impactos fuertes que incidan en las dinámicas de vida de los pobladores de la vereda y la confianza y el sentimiento de seguridad que les genera conocer quiénes son sus vecinos y las buenas relaciones que en general mantienen entre ellos, así como fuertes lazos de solidaridad. En los barrios ocurre algo similar, pues son barrios pequeños donde han vivido unas familias tradicionales que suelen conocerse entre sí y aunque en el barrio San Luis se halla la universidad, los estudiantes se mueven más hacía el centro de Pamplona, sin embargo, también se perciben cambios y pérdida de prácticas tradicionales.

> Con la carretera, un poquito que la comenzaron a arreglar un poquito, pero de resto no ha cambiado más (Jáuregui, 2017).
>
> Pues llega algo de gente por lo de las durazneras, llegan obreros. Pero uno no se relaciona con ellos, solo la gente de la finca (Jáuregui, 2017).
>
> Se cultivan muy pocos productos, hoy en día la gente nueva no toma en cuenta lo de las fases de la luna y esas cosas, pero la gente antigua si habla de que tal mata es mejor cortarle en menguante, en creciente y todo ese tema y son cosas que a veces son ciertas y no se tienen en cuenta porque ya pasó a otro plano el tema ese de las creencias, eso ya hoy son agüeros, ya es otro nivel, ya la juventud no tiene en cuenta esos aspectos que manejaban nuestros abuelos (Herrera, 2017).

En cuanto a los cambios que la comunidad percibe con el proyecto, se dividen en impactos positivos y negativos. En general los habitantes de las veredas y los barrios ven en el proyecto una oportunidad de empleo, las socializaciones les parecen oportunas para aclarar dudas y en las reubicaciones perciben oportunidades para mejorar sus condiciones de vida.

- Bases del Sistema Sociocultural:

De los apartados anteriores, así como del material disponible, puede inferirse que las prácticas culturales de mayor efecto integrador y fuentes de la identidad cultural, son el

modo de vida campesino y el conjunto o complejo simbólico y religioso que han construido los habitantes de la región alrededor de su historia y entorno.

En este sentido, el modo de vida campesino tiene como principal fundamento el entorno ecológico en el que se desenvuelven, la tierra o el territorio, la capacidad de trabajo de las familias, sus medios de producción más o menos rudimentarios o con algunos instrumentos tecnológicos y la relación con el mercado, donde obtienen productos y servicios que por sí mismos no pueden procurarse, dinámicas también presentes en los dos barrios analizados, aunque a menor escala.

> Sí, la mayoría de gente sí, estas casas hay unas que son grandes y cada casa tiene su solar y mucha gente siembra sus maticas, inclusive hasta hortalizas, algunos vecinos siembran cilantro, zanahoria, repollo, tiene su huertica en cada casita. Algunos de esos señores tienen su tiendita y ahí lo venden, pero la mayoría si lo siembra para sus necesidades (Herrera, 2017).

> En el barrio El Buque ha tenido gran impacto la construcción del Universidad de pamplona que ha entrado a modificar muchas de sus dinámicas sociales. Hoy en día hay mucha tienda, antes se manejaba dos, tres tienditas, pero ahora por el dinamismo de la economía del sector, por la Universidad, usted ve tiendas por todos los sectores. Del tipo, eso hay de toda clase, unas que venden los comestibles, otras que venden verduras y muchos locales dedicados al tema de la papelería por la cuestión de la Universidad y también restaurantes, la gente modifica sus casas para el tema de restaurantes y vivienda, la gente dice que la Universidad hoy en día, se habla que la Universidad tiene alrededor de unos 12.000 estudiantes acá en Pamplona, de esos, yo diría que un 30 pertenece al sector por lo que es cercano, la mayoría de personas ven allí una oportunidad de negocio y por eso muchos habitantes del sector se dedican a arrendar y alimentar a los estudiantes (Herrera, 2017).

> Mucho trabajo en la Universidad como tal no, nosotros como junta, por ejemplo, en el caso mío, yo tengo 20 años de estar viviendo en el sector y hasta este año se dio la oportunidad de vincularnos en la junta directiva de la acción comunal y hasta ahora hicimos acercamientos con la Universidad de Pamplona, ¿por qué razón?… porque nosotros somos una comunidad que vive, que no tiene los recursos, los medios, pero tenemos el material humano para hacer proyectos para el beneficio de la misma comunidad y por eso hemos solicitado a la Universidad acompañamiento en algunos proyectos productivos para nuestro sector. Entre eso, capacitación, algunos productos para el mejoramiento de nuestra comunidad, porque es el caso que en el momento no tenemos un salón comunal y hemos luchado por ese espacio para tener donde reunirnos y que nos ayuden a montar un proyecto para conseguir los recursos, a veces se dan oportunidades de capacitación para los adultos mayores, los jóvenes, los niños pero no tenemos un espacio adecuado para que ellos puedan recibir esas capacitaciones (Herrera, 2017).

Así tambien sucede en los barrios, existen las asociaciones de los ciclos lunares con prácticas estéticas como el corte de cabello y tambien con estados anímicos y sicológicos. Tambien algunos pobladores han mencionado que la observación de los ciclos lunares es una práctica milenaria (2018) con la que se ha cultivado en la región.

> Sí, todavía se tiene en cuenta lo de la luna, para cortarse el pelo, para las maticas, en los fines de las lunas terminando la menguante, para sembrar una mata de jardín se siembra en menguante y florece, si es creciente prende, pero no florea. Herramientas: se usa el azadón, escardillos, si todavía se usan. Antes se hacían intercambios, pero ya casi no. A veces más bien los vecinos le regalan a uno cositas (Reyes, 2018).

En la actualidad los campesinos de las veredas y en general de la región experimentan fuertes presiones externas que amenazan este modo de producción. El Plan de Ordenamiento Territorial del municipio y otros instrumentos de planificación

gubernamentales, registran la preocupación por el cambio climático constatado por los productores rurales, el cual, si bien les ha permitido diversificarse a productos de otros pisos térmicos, ha implicado serios cambios en los períodos de siembra y con el aumento de la precipitación en ciertos meses, ha incrementado riesgos como taludes o inundaciones. (Alcaldía de Pamplona, 2015).

Dicho cambio climático también ha implicado mayores períodos de sequía y junto a los procesos de deforestación han puesto en riesgo la disponibilidad de agua por lo menos durante algunas épocas del año. La gran riqueza hídrica es una de las principales características de este contexto rural y resulta en un gran respaldo para el proceso productivo y la subsistencia de los pobladores.

“Bueno, la mayoría pues tienen el sistema de acueducto y las que no pues, tratan… y las que no tienen el servicio la toman de algunas fuentes que hay dentro de la vereda,

- ¿cuál es la más cercana que hay o la que más frecuentemente usan?

Pues como, como que cada finca tiene su nacimiento de agua, o sea es como las más permanente que siempre se maneja en cada casa ¿sí?” (García, 2017)

Aunque en el próximo apartado se volverá sobre el tema del recurso hídrico, se quiere resaltar que desde el punto de vista del sistema social y cultural cualquier afectación al agua (como ellos la denominan) y su disponibilidad, realmente amenaza toda la base de su subsistencia.

Por otro lado, se ha identificado en los diagnósticos sociales tanto de los planes de ordenamiento de la alcaldía municipal, como en los planes de ordenamiento hídricos de las cuencas de la región, que la asimetría del mercado, según la cual la mayor parte de las ganancias son obtenidas por intermediarios, despojando a los productores de los fondos de retorno necesarios para mantener la producción, y trasladando el riesgo sobre los hombros campesinos como habitualmente hacen las entidades financieras, no solo amenaza la soberanía y seguridad alimentaria de las ciudades que se abastecen de tales recursos, sino que obliga a los cultivadores a ejercer mayor presión sobre los recursos naturales y sobre su fuerza de trabajo, lo cual perjudica en última instancia la supervivencia de los ecosistemas (Alcaldía de Pamplona, 2015) (Alzate, 2010).

En cuanto a las características del sistema de creencias y las implicaciones de las prácticas católicas en el contexto de las cuatro veredas, puede remitirse al segundo apartado de este texto en el cual se describen los correlatos espaciales y territoriales de la fe, en el área del proyecto.

En general las bases del sistema sociocultural se reconfiguran en las veredas a través de las relaciones con el territorio y las formas de organización comunal.

Así en la vereda Sabaneta Alta está compuesta por una población pequeña de 150 habitantes que componen 68 familias, ocupando 34 viviendas, las familias en su mayoría son extensas de tipo nuclear más parientes correspondientes a un 70, el 30 restantes son nucleares de tipo biparental con hijos. En cuanto a género y rangos de edad de la población,

hay un 63 de hombres y 37 de mujeres, predomina la población adulta entre 18 y 59 años. Entre la población no hay miembros de comunidades étnicas. Apenas se reporta 1 nacimiento el último año y ninguna muerte (Ficha de Caracterización Rural vereda Sabaneta Alta, 2017).

La vereda Sabaneta Baja a su vez por tiene una población de 85 personas, las cuales se agrupan en 36 familias y ocupan 34 casas las familias son nucleares en un 80 y extensas en un 20 y en su mayoría se identifican con la determinación de familia monoparental, hay un total de 39 hombres y 46 mujeres, predominando en las mujeres el rango de edad de 60 años en adelante, mientras que para los hombres hay un mayor porcentaje de la población entre 18 y 35 años. Nacieron vivos 7 niños el último año y no se reporta presencia de comunidades étnicas.

En la vereda Alcaparral por su parte, está compuesta por una población también pequeña de 115 habitantes que componen 30 familias, ocupando 26 viviendas, las familias en su mayoría son nucleares de tipo biparental con hijos 66 los 34 restantes son extensas de tipo nuclear más parientes. En cuanto a género y rangos de edad de la población, hay mayor población masculina y predomina la población adulta entre 18 y 59 años. Entre la población no hay miembros de comunidades étnicas. Apenas se reportan 5 nacimientos el último año y 1 muerte (Ficha de Caracterización Rural vereda Alcaparral, 2017).

En la vereda El Naranjo aumenta la población con un total de 236 habitantes, que conforman 50 familias agrupadas en 35 viviendas, predomina la familia extensa nuclear más parientes en un 70 seguida de un 30 de familias nucleares de tipo biparental con hijos. Al contrario de los casos anteriores en la vereda El Naranjo la población femenina frente a la masculina se encuentra en proporción muy similar, el primero con un 50,8 frente a un 49,2 de la segunda. El rango de edad predominante en la población es el de 18 a 35 años. Entre la población no hay miembros de comunidades étnicas. Se reportan 12 nacimientos el último año y ninguna muerte (Ficha de Caracterización Rural vereda El Naranjo, 2017).

Ahora en cuanto a los barrios, en el Barrio San Luis la población es de 122 habitantes que en promedio 5 de ellos conforman una familia, que máximo, dos de ellas habitan una vivienda. Solo se reporta 1 muerte en el último año (Ficha de Caracterización Urbana Barrio San Luis, 2017). Para el barrio El Buque la población es mucho mayor, se tiene un censo de 600 habitantes agrupados en 150 familias donde predominan las nucleares y que habitan 230 viviendas. Más de la mitad de la población se encuentra en un rango de edad entre los 18 y 65 años. Las tasas de natalidad indican 20 nacimientos en el último año y 4 muertes (Ficha de Caracterización Urbana Barrio El Buque, 2017).

El barrio Simón Bolívar cuenta con una población de 478 habitantes, los cuales se agrupan en 140 familias, y en su mayoría en familias extensas Hay un total de 199 hombres y 279 mujeres, predominando en las mujeres el rango de edad de 60 años en adelante en un 18, mientras que para los hombres hay un mayor porcentaje de la población entre 36 y 59 años 13. Nacieron vivos 100 niños y hubo 15 muertes el último año y no se reporta presencia de comunidades étnicas (Ficha de Caracterización Urbana Barrio Simón Bolívar, 2018).

El barrio Juan XXIII cuenta con una población de 1900 habitantes, los cuales se agrupan en 380 familias con 5 miembros en promedio por familia. No se reportan nacimientos

durante el último año; no obstante, sí reportan 20 muertes en este mismo periodo. Hay un total de 903 hombres y 997 mujeres, predominando tanto en hombre como en las mujeres el rango de edad de 60 años en adelante. No se reporta presencia de comunidades étnicas (Ficha de Caracterización Urbana Barrio Juan XXIII, 2018).

Para el barrio Cristo Rey Parte Alta la población reportada es de 600 habitantes agrupados en 290 familias donde predominan las nucleares, con 5 miembros en promedio por familia. La mayor cantidad de población se encuentra en un rango de edad entre los 18 y 65 años, tanto para hombres como mujeres. Las tasas de natalidad indican 05 nacimientos en el último año y 06 muertes (Ficha de Caracterización Urbana Barrio Cristo Rey Parte Alta, 2018).

En tanto, en el barrio Cristo Rey Parte Baja la población reportada es de 400 habitantes agrupados en 258 familias donde predominan las nucleares, con 5 miembros en promedio por familia. La mayor cantidad de población se encuentra en un rango de edad entre los 18 y 65 años, tanto para hombres como mujeres. Las tasas de natalidad indican 0 nacimientos en el último año y 05 muertes (Ficha de Caracterización Urbana Barrio Cristo Rey Parte Baja, 2018).

La forma de organización principal en general es la Junta de Acción Comunal, pues, aunque cuentan con la presencia de programas gubernamentales como Familias en Acción, de Cero a Siempre y de atención a la tercera edad, al parecer no tienen mucha incidencia en la cohesión de los habitantes de las unidades territoriales menores .

Nosotros hoy en día como junta, estamos haciendo tres asambleas en el año por parte de los afiliados a la junta que es casi todo el sector y, por ejemplo este año celebramos el día de las madres que se había perdido ese espacio, en juntas anteriores no se tenía en cuenta, celebramos también el día del niño y vamos para este año, vamos a organizar el día de navidad conseguir un detalle de navidad para los niños que son más pobres y necesitamos nosotros acudir a eso y pedimos colaboración a las comunidades y hay unos reacios a colaborarnos, otras que tienen la disposición algo mínimo pero colaboran. Aparte de eso hacemos otras actividades como las novenas de navidad, que siempre se integra toda la comunidad, hacemos en cada sector cada día la novena y es una manera de unirnos e integrarnos como comunidad, buscando el bienestar de toda la comunidad. Tenemos otros proyectos por ejecutar pero estamos en la lucha, tenemos por lo menos a adultos mayores que no están vinculados a ningún proyecto que tiene la administración municipal y la idea es crear ese grupo de adultos mayores para llevarles a cabo actividades para que ellos ocupen su tiempo, ellos pueden dar mucho y se aíslan a esas personas porque ya están mayores pero ellos pueden dar mucho (Herrera, 2017).

- Uso y manejo del entorno:

En este apartado se identificaron problemáticas relacionadas con la relación de los pobladores con el medio ambiente, configuradas por cambios climáticos y ciertas tradiciones, pero también por la deficiente prestación de muchos de los servicios públicos que facilitarían un uso más adecuado de recursos naturales por parte de la comunidad.

Si han afectado demasiado, porque a unos ratos hace sol a otros llueve, y ahora la tierra

fría es tierra abrigada, han cambiado mucho los climas. La forma de cultivar ha cambiado mucho, ya todo es con técnica, puros abonos. La otra vez que uno sembraba, mi papá sembraba en la finca de él la arveja se daba sólita por cantidad, ahora todo es puro abono y se da poco. El proceso de cultivo primero se ara, se fumiga el corte, y ya bien abonado, se le bota la arveja. Se cultiva, frijol, arveja, tomate y que llaman apio (arracacha) (Jáuregui, 2017).

Las veredas poseen un modo de producción campesino cuya economía se basa en actividades agrícolas y pecuarias de pequeña escala, y aunque no se dispone de datos oficiales actualizados, la información suministrada por algunos habitantes en las fichas de caracterización rural muestra un peso importante de los predios entre 3.1 a 10 Ha y entre 10.1 a 20 Ha. Cabe aclarar que no se pudo obtener información del barrio Simón Bolívar puesto que las personas consultadas manifiestan no tener conocimiento al respecto (ver Tabla 5.115).

Tabla 5.115 Tamaño promedio de los predios

Municipio	Vereda/Barrio	Ha Menor a 3		Ha de 3.1 a 10		Ha de 10.1 a 20		Ha de 20 a 200	
Pamplona	V. Alcaparral	3	15,8	8	42,1	2	10,5	6	31,6
	V. El Naranjo	7	20	13	37,1	10	28,6	5	14,3
	V. Sabaneta Alta	2	6	28	82	3	9	1	3
	V. Ulagá Baja	4	10	15	37,5	29	72,5	1	2,5
	V. Sabaneta Baja	2	15,3	5	38,4	6	46,15	0	0
Pamplonita	V. La Hojancha	14	66,6	3	14,2	3	14,2	1	4,8
Pamplona	B. El Buque	230	100	-	-	-	-	-	-
	B. San Luis	18	95	-	-	-	-	1	5
	B. Simón Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Barrio Juan XXIII	380	100	-	-	-	-	-	-
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	290	100	-	-	-	-	-	-
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	258	100	-	-	-	-	-	-

Fuente: Aecom - ConCol, 2017-2018.

Sus prácticas de cultivo son una mezcla entre conocimientos y métodos tradicionales con técnicas “modernas”, que incluyen el uso de abonos sintéticos y orgánicos, emplean herbicidas, plaguicidas ya sea mediante bombas manuales o estacionarias, en algunos casos se cuenta con minidistritos de riego, en otros con las fuentes naturales de agua que son en algunas épocas del año relativamente abundantes en la región. El producto de las actividades agropecuarias, como ya se ha mencionado, es vendido para abastecer a las ciudades de Pamplona o Cúcuta, en algunos casos los productores tienen los medios para transportar sus cosechas hasta los mercados y en otras ocasiones, los intermediarios llevan sus camiones o transportes para sacar las cosechas.

Con el fin de precisar algunas diferencias en la dinámica de cada vereda sobre los recursos

naturales de su territorio, se explorarán a continuación los ejercicios de cartografía social llevadas a cabo con líderes de la comunidad, y se analizarán a la luz de las observaciones realizadas, los testimonios recogidos y el ejercicio de potenciales impactos del proyecto consignados por la comunidad en los formatos correspondientes.

En la vereda Alcaparral, la comunidad resaltó la presencia de nacimientos de agua en varios predios (puntos suspensivos azules en el mapa), como actividades pecuarias señalaron la presencia de una explotación porcícola (EP en rojo en el mapa) y la presencia de una arenera o mina cerca del casco urbano de Pamplona. Como se mencionó en el segundo apartado, el cierre de la escuela por falta de niños en edad escolar ha afectado a la comunidad por ser este un centro de encuentro comunitario y de esparcimiento y recreación.

Fotografía 5.71 Detalle del ejercicio de cartografía social realizado por los pobladores de la vereda Alcaparral.

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Adicionalmente es importante mencionar que los pobladores refirieron el arribo de personas desde Venezuela durante la crisis económica actual, e insisten en que algunos de ellos ante la falta de empleo u oportunidades laborales, han robado algunas casas y en general perciben que es más insegura la vereda.

En el caso de la vereda El Naranjo, como se aprecia en la ilustración, el trazado del proyecto atraviesa enteramente su territorio, vale decir, como lo hace actualmente el tramo de la carretera Pamplona - Cúcuta. (Taller cartografía social Vereda Alcaparral, 2017).

Fotografía 5.72 Detalle del ejercicio de cartografía social realizado por los habitantes de la vereda Sabaneta Baja

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

En la vereda Sabaneta Baja, es importante señalar que no cuentan con acueducto, siendo esta vereda una de las más cercanas al casco urbano de Pamplona ni tampoco de alcantarillado, las fuentes de agua no son muy representativas en la zona a pesar de que incluso existe un balneario

Fotografía 5.73 Detalle ejercicio cartografía social vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Es importante señalar que la quebrada Ulagá tiene su nacimiento en Chíchira y es la fuente principal de la que se surte el acueducto de la vereda El Naranjo.

Se detectó además como muy problemático el manejo de los desechos, aunque los pobladores hacen uso de los desechos orgánicos para abonos de sus cultivos, el resto de ellos genera unos malos manejos que traen consigo enfermedades y contaminación.

La basura se quema o se le hecha a las matas. Lo que se llama reciclaje (Jáuregui, 2017).

Basura: hay servicio de recolección de basuras (Aecom - ConCol, 2017).

5.3.5.2 Comunidades étnicas

La identificación de grupos étnicos en el área de influencia supone el reconocimiento

jurídico emanado por el Ministerio del Interior, en favor de grupos étnicos con y sin territorios legalizados, a los cuales se les reconoce una organización de gobierno, al rigor de la Ley 89 de 1890 para comunidades indígenas (Cabildos Indígenas) y la Ley 70 de 1993 para comunidades negras (Consejos Comunitarios).

Por lo anterior, se adelantó la consulta formal frente a la presencia de comunidades étnicas ante el Ministerio del Interior por parte de la Unión Vial Rio Pamplonita. En consecuencia, la DCP emitió la certificación N° 0149 del 06 de marzo de 2018, en donde conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto.

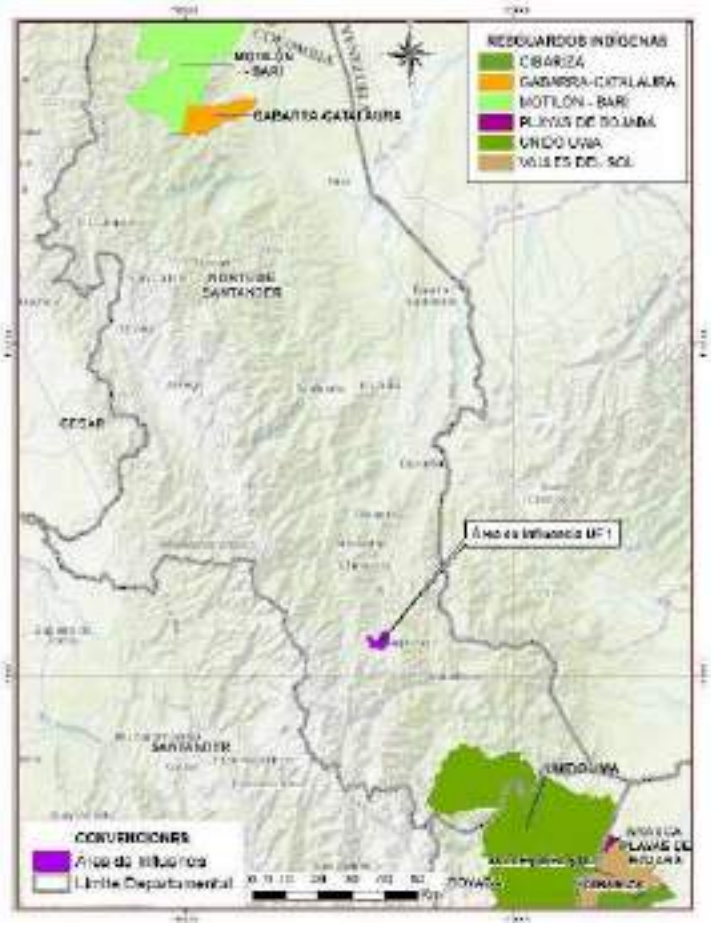
Posteriormente, por ajustes en el área de intervención del proyecto, se modificó el área de influencia, lo que implicó una consulta de áreas adicionales ante la DCP (radicado EXTMI18-29274 del 19 de julio de 2018), mediante certificación N°0822 del 17 de agosto de 2018 la DCP conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en estas áreas. (Ver Anexo _5.3_Social_Anexo_A_Sol_Info).

En la se muestra en la Figura 5.33 el mapa del departamento de Norte de Santander y los resguardos indígenas existentes en la región. En la zona norte se aprecian los resguardos de la comunidad indígena Motilón Barí en la región del Catatumbo y en la zona Sur, se identifican los resguardos pertenecientes al pueblo U'wa. Para la caracterización étnica regional se tomó en cuenta únicamente la zona sur, que se encuentra enmarcada en un mismo paisaje andino en donde se ubica el proyecto, caso contrario de la región del Catatumbo que posee una dinámica socioeconómica diferente.

La población en el municipio de Pamplona "no muestra una distribución étnica significativa, clasificada casi en su totalidad para el censo DANE 2005 sin pertenencia étnica" (Alcaldía de Pamplona, 2015, pág. 133). Según las afirmaciones del Plan de Desarrollo del municipio (Alcaldia Pamplona, 2017) este grupo poblacional representa menos del 0,7 de la población total (Alcaldia Pamplona, 2017, pág. 96). Dicho porcentaje equivalente a 380 personas, corresponde en un 90 (342 personas) a la categoría negros, mulatos o afrocolombianos, en 9,7 (37 personas) a la categoría indígenas y en 0,3 (1 persona) a raizales del archipiélago de San Andrés y Providencia, de acuerdo con las cifras del Censo DANE 2005 reportadas en la ficha de caracterización municipal (Departamento Nacional de Planeación Colombia, 2017).

Los datos anteriores contrastan con las cifras sobre población étnica víctima del conflicto armado residente en el municipio de Pamplona arrojadas por el Registro Único de Víctimas RUV, y reportadas en el Plan de Desarrollo 2016 -2019. Aunque no se precisa el período al que corresponden, presumiblemente se trata del año 2015, y se distribuyen en 15 personas afrocolombianas o negras, 15 personas indígenas, 5 raizales y 2 gitanos (Alcaldia Pamplona, 2017).

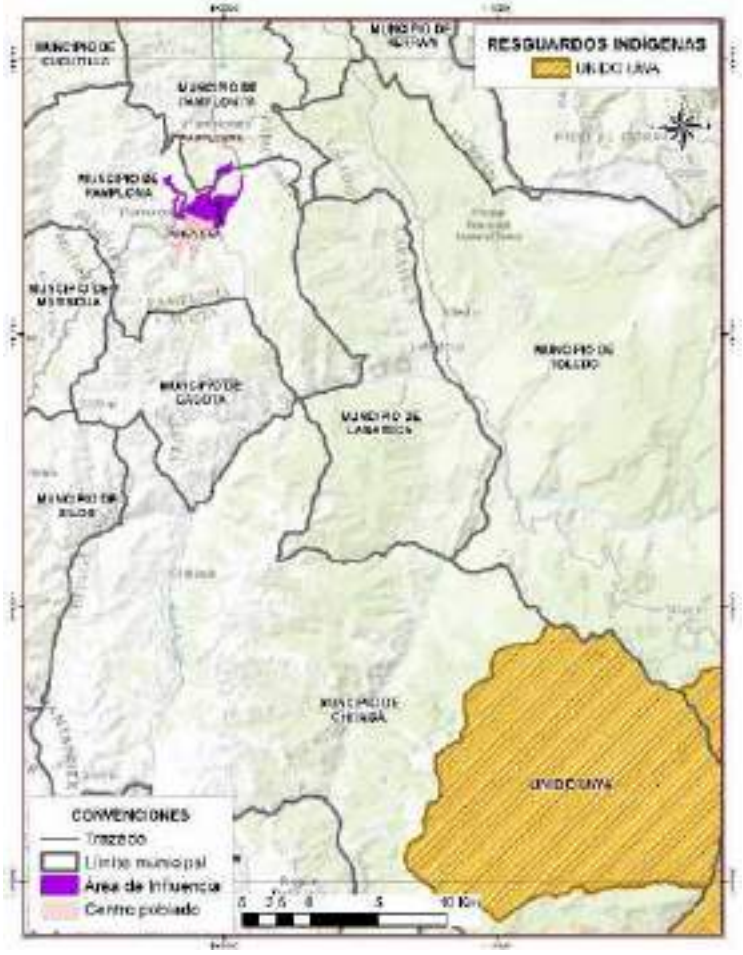
Figura 5.33 Resguardos indígenas presentes en el departamento de Norte de Santander



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En el caso de las comunidades indígenas del pueblo Uwa asentadas al sur del departamento, en los municipios de Chitagá y Toledo, se presenta a continuación una pequeña descripción de esta población, sin embargo cabe destacar que el proyecto del corredor vial se sitúa a una gran distancia del resguardo (ver Figura 5.33**)** y si bien las dos áreas podrian considerarse ubicadas en un área geográfica similar, las dinámicas poblacionales y culturales son diferentes y en este sentido no se entró a describir detalladamente esta comunidad étnica, entendiendo que los impactos a nivel regional que genere el proyecto no van a tener repercusión en este territorio.

Figura 5.34 Localización Resguardo Uwa en relación a la ubicación del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La información consignada fue tomada del diagnóstico comunitario realizado por el pueblo U'wa, en su Plan de Salvaguarda (Asouwa , 2014).

Para los U'wa, su territorio es el corazón del mundo, y en él practican un sistema estacional ecosistémico; Sira, padre tutelar y creador del mundo, trazó una línea imaginaria, conocida como Kerá Chikará, alrededor de la Sierra Nevada del Cocuy para delimitar el Territorio U'wa, al tiempo que les encomendó la tarea de su protección para, de esta forma, garantizar el equilibrio del universo.

La cosmogonía U'wa se fundamenta en el permanente equilibrio entre el hombre, el medio ambiente y su universo cósmico. La defensa del planeta y de su territorio constituye la base del equilibrio entre la gente y el medio natural, garantizando así la permanencia cultural. Los U'wa tienen un fuerte apego a su tradición y sus creencias, sin embargo, su espiritualidad se caracteriza por un alto grado de sincretismo.

"Actualmente el pueblo U'wa se encuentra asentado en cinco departamentos: Santander, Norte de Santander, Boyacá, Casanare y Arauca, en una mínima parte de lo que

históricamente fue el territorio y de lo que reclama el pueblo, que se distribuyen desde los 4.000 metros sobre el nivel del mar, cerca de la Sierra Nevada de El Cocuy. Se distribuye por el norte hasta el valle de Pamplona y por el sur desde la Sierra Nevada de El Cocuy hasta el pie de monte que comparten Arauca y Casanare" (Asouwa , 2014, pág. 29).

Administrativamente está organizado en tres asociaciones, siendo ASOU'WAS la representación político-administrativo de 17 comunidades localizadas en los departamentos de Boyacá, Santander y Norte de Santander que conforma el actual Resguardo Indígena Unido, con una extensión aproximada de 220.275 hectáreas. La población U'wa supera las 7000 personas, y aproximadamente el 50 es menor de 18 años. La población se encuentra distribuida en tres departamentos, en Boyacá el 60, en Norte de Santander el 27.7 y Santander con 11.6 (Asouwa , 2014, págs. 30-33).

Dichas comunidades están organizadas en cabildos que comparten usos y costumbres similares, diferenciándose en mínima parte por variables dialectales y por las condiciones geográficas. Esta región se mantiene aislada, atravesada por una vía en mal estado, que comunica principalmente con Pamplona. Los hombres desarrollan labores asociadas a las actividades agrícolas, cacería y pesca y otros trabajos relacionados con la autosostenibilidad, es decir la pesca y la caza. Adicionalmente participan en las actividades organizativas y de liderazgo: las mujeres se encargan del cuidado de los hijos, el hogar y actividades como el manejo de las huertas y cría de animales, cerca de las viviendas.

La base de su educación es la familia y la comunidad. La comunidad esta unificada social y culturalmente, considerándose un sujeto colectivo que siente, piensa y actúa colectivamente. En el 2007 mediante un convenio con el Ministerio de Educación se logró definir un Proyecto Etnoeducativo Comunitario denominado "Kajkarasa Ruyina" que en español se traduce como "Guardianes de la Madre Tierra -El Planeta Azul- "y ya para el 2010, las parcialidades indígenas del departamento Norte de Santander, fundaron y legalizaron la Institución Etnoeducativa U'wa Izketa3-Segovia, agrupando 12 sedes, dos salones satélites y una sede central. La educación intercultural bilingüe se basa en los conocimientos y lineamientos que suministran los sabios de la comunidad que denominan *Werjayas*, los padres de familias y entre otras personas que consideren importantes para el aprendizaje de su cultura, este proyecto etnoeducativo es una construcción colectiva y comunitaria, donde los niños aprenden los aspectos vitales de su cultura (Asouwa , 2014).

En cuanto a la medicina, llevan a cabo tratamientos de acuerdo a sus tradiciones, sin embargo, para algunas enfermedades recurren en segunda instancia a la medicina Occidental. En el año 2006 empezó a funcionar una EPS Indígena en su territorio. Las enfermedades son curadas por el *Werjaya,* quien posee el conocimiento sobre los poderes curativos de las plantas, también realiza ritos para reestablecer el equilibrio en la naturaleza y sanar enfermedades físicas y espirituales (Asouwa , 2014).

5.3.6 Componente arqueológico

El componente Arqueológico del proyecto se enmarca dentro de la denominada arqueología preventiva, donde se resalta que el Patrimonio Arqueológico de la Nación cuenta con una especial protección por parte del estado Colombiano cuya normativa jurídica vigente se relaciona con la implementación de acciones preventivas y de protección sobre el

patrimonio arqueológico de la Nación, que busca evitar cualquier afectación al patrimonio arqueológico, que pueda ser causado por las obras de infraestructura, en este caso relacionadas con actividades asociadas a la construcción de vías.

Ahora bien, una de las implicaciones directas del régimen de protección especial del patrimonio arqueológico, se refiere a una serie de exigencias de orden técnico y legal que deben cumplirse a cabalidad para evitar su destrucción en desarrollo de obras de infraestructura o actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos naturales. La ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008, expresamente señala que:

“En los proyectos de construcción de redes de transporte de hidrocarburos, minería, embalses, infraestructura vial, así como en los demás proyectos y obras que requieran licencia ambiental, registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental, como requisito previo a su otorgamiento deberá elaborarse un programa de arqueología preventiva y deberá presentarse al Instituto Colombiano de Antropología e Historia un Plan de Manejo Arqueológico sin cuya aprobación no podrá adelantarse la obra”.

El propósito de este Programa es evaluar los niveles de afectación esperados sobre el patrimonio arqueológico por la construcción y operación de las obras, proyectos y actividades anteriormente mencionados, así como formular y aplicar las medidas de manejo a que haya lugar para el Plan de Manejo Arqueológico correspondiente”

La primera fase del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) corresponde entonces a la Prospección Arqueológica y formulación del Plan de Manejo, la cual comprende además de la exploración en detalle del área de impacto directo e indirecto del proyecto, toma de muestras en campo y análisis de las mismas en laboratorio, la identificación y evaluación de los impactos previsibles sobre el patrimonio arqueológico, con lo cual se puedan proponer las medidas de mitigación adecuadas que serán incluidas en la formulación del Plan de Manejo Arqueológico correspondiente (ICANH, 2010). Sin embargo, además del cumplimiento el componente arqueológico en el presente proyecto se buscará en alguna medida hacer un aporte a las investigaciones previas que se vienen desarrollando en la zona y que sirva como insumo para ampliar el conocimiento de procesos sociales pasados.

La aplicación de dicha fase del PAP requiere de la solicitud de licencia de intervención al patrimonio arqueológico frente al ICANH, por lo que tras el planteamiento y la elaboración de la propuesta de investigación titulada: ‘Proyecto Prospección y Formulación del Plan de Manejo Arqueológico de la "Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona" se presenta al grupo de Arqueología del ICANH para solicitar la autorización de intervención sobre el Patrimonio Arqueológico, correspondiente a la UF1, mediante radicado No. 6457 del 18 de Diciembre de 2017, del cual se obtuvo respuesta de aprobación de licencia No. 7107, emitida el 06 de febrero del 2018 mediante comunicado 130-0408 y se solicita autorización para modificación de área de la licencia No. 7107 mediante adenda 001 con número de radicado 1447 del 22 de marzo de 2018, dicha modificación es autorizada mediante comunicado 130_1562 del 13 abril de 2018. Posteriormente se pide modificación mediante adenda 002 con número de radicado 2478 del 28 de mayo de 2018, por cambio de personal, autorizada mediante comunicado 2479 del 28 de mayo de 2018. Luego, mediante adenda 003 con numero de radicado 3813 del 27 de agosto de 2018 se requiere

modificación de área y extensión de tiempo hasta el 14 de noviembre de 2018, autorizado mediante comunicado 4289 del 27 de agosto de 2018. Finalmente, se pide modificación de la autorización mediante adenda 004, radicado 4265 del 7 de septiembre de 2018, autorizado mediante comunicado 4521 del 7 de septiembre de 2018. Esta documentación se presenta en el Anexo 5 (Caracterización AI - 5.3 Social - J – Arqueología).

5.3.7 Componente político – organizativo

El presente componente se divide en dos partes, a saber: en primer lugar, el abordaje de los aspectos políticos y administrativos característicos tanto en la unidad territorial mayor, como en las unidades territoriales menores de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 “Variante Pamplona”; pasando, en segundo lugar, a la presentación de la presencia institucional y los tipos de organización comunitaria identificados en el área de influencia.

En la primera parte se adentrará en los escenarios de participación política existentes y efectivos en el nivel de las unidades territoriales menores, y el análisis de los tipos de iniciativas que han tenido origen en dichas unidades territoriales y que han logrado eco en el nivel de las instituciones municipales y (eventualmente) departamentales o nacionales arriba mencionadas.

En su segunda parte, este componente, al abordar los temas de presencia institucional y organización comunitaria, hará énfasis en las unidades territoriales menores e identificará las instituciones y organizaciones públicas, privadas, cívicas y comunitarias presentes en la zona, identificando además sus tiempos de permanencia y sus principales programas y proyectos, pasando luego a la enunciación de la capacidad institucional del municipio para atender impactos de relevancia desde el punto de vista ambiental. Adicionalmente, esta segunda parte mencionará los tipos de instancias de participación efectivos y disponibles para la comunidad, y los mecanismos de gestión ambiental existentes en la zona en contraste con la existencia de organizaciones ambientales propias de la comunidad o la presencia de las Corporaciones Autónomas, según sea el caso.

5.3.7.1 Aspectos político – administrativos

En lo que corresponde a las características político-administrativas de las unidades territoriales del área de influencia de la “Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona”, se presenta a continuación la organización de cada uno de los gobiernos locales (representantes políticos y referentes administrativos de la unidad territorial) que fueron electos para el presente periodo, así como la composición de las corporaciones encargadas del control y las deliberaciones a nivel local: Asamblea departamental y concejos municipales, con lo que se contextualizan las dinámicas de poder político, haciendo referencia a los partidos o movimientos políticos que hacen presencia en cada territorio e indicando las representaciones alcanzadas por estos en cada corporación.

Además, se nombran las líneas directrices presentadas en cada unidad territorial a través del Plan de Desarrollo y las secretarías que serán las encargadas de materializar lo propuesto, así como los presupuestos previstos para la vigencia 2016-2019.

Este contexto se acompaña con referencias de los principales grupos de poder político presentes en los territorios a estudiar y sus empatías o antagonismos, además de hacer un paneo sobre las estructuras militares de carácter legal e ilegal con presencia en estas zonas. Lo anterior con el fin de determinar las estructuras de poder con presencia o

influencia en el departamento de Norte de Santander y los municipios de Pamplona y Pamplonita.

5.3.7.1.1 Unidades Territoriales Mayores

Para hacer referencia a los aspectos políticos del Área de Influencia se presentará el panorama de cada una de las unidades territoriales, a saber: el departamento de Norte de Santander, con sus respectivos municipios (Pamplona y Pamplonita).

Estas unidades territoriales (municipios) son contempladas como unidades principales dentro de las dinámicas políticas, organizativas y administrativas del país, por lo que se hace referencia a su gobierno local, que como lo señala el Artículo 311 de la Constitución, les corresponde como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado.

> "la prestación de los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes*"* (República de Colombia, 1991).

Adicionalmente el Artículo 314 de la Constitución Política, determina que en cada municipio "habrá un alcalde, jefe de la administración local y representante legal del municipio, que será elegido popularmente para períodos institucionales de cuatro (4) años, y no podrá ser reelegido para el período siguiente" (República de Colombia, 1991).

Teniendo presente los periodos gubernamentales señalados por la constitución, se presenta el plan de desarrollo del municipio, ya que es la principal directriz en política, para guiar el desarrollo de la unidad territorial, así como la composición del concejo municipal, como órgano deliberativo y de representación de los ciudadanos en los andamiajes gubernamentales existentes en las unidades territoriales y las estructuras de poder actuantes.

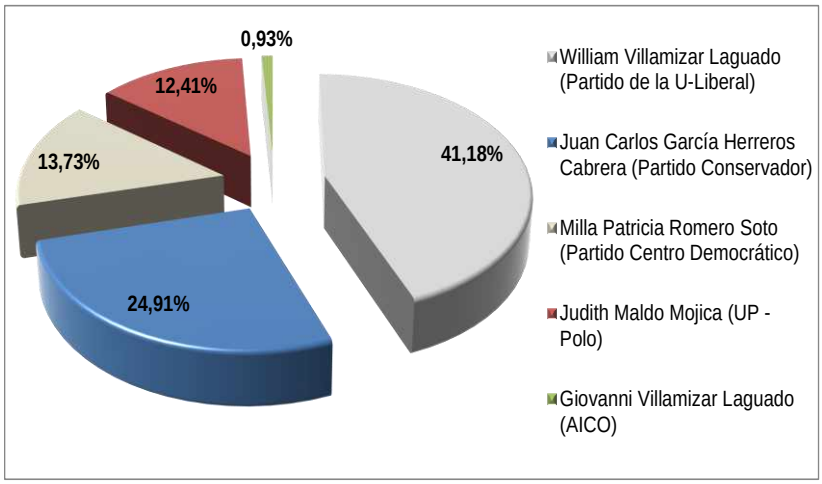
- Departamento de Norte de Santander
    - Gobernación

En el departamento de Norte de Santander para el actual periodo gubernamental 2016-2019 resultó electo como gobernador el representante de la coalición entre el partido de la U y el partido Liberal: William Villamizar Laguado, quien nació en el año de 1.965 en el municipio de Arboledas, Norte de Santander. Es ingeniero civil de la Universidad Francisco de Paula Santander y especialista en Gerencia Financiera de la universidad Libre de Colombia. Inició su carrera política en Cúcuta, cuando fue electo como concejal para el periodo 1.998-2.001, bajo las toldas del partido Conservador Colombiano, situación que se repetiría para los dos siguientes periodos. (La Silla Vacía, 2016)

A partir del fin de su tercer periodo, de forma anticipada, para su aspiración a la gobernación del departamento en el año 2006, forjó una serie de alianzas interpartidistas con los principales actores políticos del departamento, lo que le posibilitó su elección bajo el aval conservador, pero con apoyo de fuerza liberales tales como el entonces senador y ahora exministro Juan Fernando Cristo, su hermano, el senador Andrés Cristo Bustos, los representantes a la cámara Eduardo Benítez de la U y Jorge García Herreros del partido Conservador, los ex congresistas Ramiro Luna y Albino García y con apoyo del ex alcalde

de Cúcuta Ramiro Suarez Corzo, condenado por asesinato, pero con una influencia latente. (La Silla Vacía, 2016)

Figura 5.35 Resultados elecciones Gobernación Norte de Santander 2016-2019



Fuente: (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015) Consultado y organizado Aecom-ConCol, 2017

El Plan de desarrollo de Norte de Santander para el vigente cuatrienio, presentado por el Gobernador Villamizar se titula “Un Norte productivo para todos” señala cinco ejes estratégicos en las que se enfocará el desarrollo departamental: Infraestructura, Educación, Servicios Sociales, Generación de ingresos y Convivencia. (Gobernación de Norte de Santander, 2016)

Estas dimensiones del Plan de Desarrollo 2016-2019 regirán las directrices para cada uno de los 40 municipios que a su vez conforman las 6 subregiones (Norte, Oriente, suroccidente, suroriente, centro y occidente).

El actual Gobernador cuenta con un gran respaldo del Gobierno Nacional por cuenta de su cercanía a Juan Fernando Cristo, ex ministro del Presidente Juan Manuel Santos. Además, con su cercanía varios congresistas de las colectividades de la, anteriormente conocida, Unidad Nacional.

- Asamblea Departamental

En el departamento de Norte de Santander la asamblea asigna 16 curules, las cuales se eligieron el día 25 de octubre de 2015, fecha en la que tuvieron lugar las elecciones locales en todo el país. Esta Asamblea se posesionó al empezar el año 2016 y quedó encargada de mantener un control administrativo y político de la Gobernación. En la Tabla 5.116 se exponen los diputados electos, remarcando su votación y filiación política.

Tabla 5.116 Composición Asamblea departamental de Norte de Santander 2016-2019

Partido	Nombre Diputado	Votos		Votos totales partido
Partido de la U	Luis Alfonso Mejía Nuñez	29.702	5,49	123.339
	Wilmer Yesid Guerrero Avendaño	25.614	4,74	
	Pedro Alberto Mora Jaramillo	23.452	4,34	
	Oscar Hernando Ross Pérez	14.923	2,76	
Partido Conservador Colombiano	Jorge Alberto Camilo Silva Mantilla	17.739	3,28	85.896
	Cesar Lindarte Escalante	17.420	3,22	
	Carlos Omar Angarita Navarro	13.828	2,56	
Partido Liberal Colombiano	Rafael Cáceres Nuñez	16.822	3,11	62.436
	Frank Worman García Rolon	14.666	2,71	
Partido Cambio Radical	Pedro Joanes Leyva Rizzo	13.999	2,59	54.866
Partido Centro Democrático	Rafael Leonardo Cuellar Sus	8.840	1,63	45.064
Partido Opción Ciudadana	José Luis Enrique Duarte Gómez	9.858	1,82	36.976
Partido Alianza Verde	Jhon Eddison Ortega Jácome	9.214	1,70	34.727

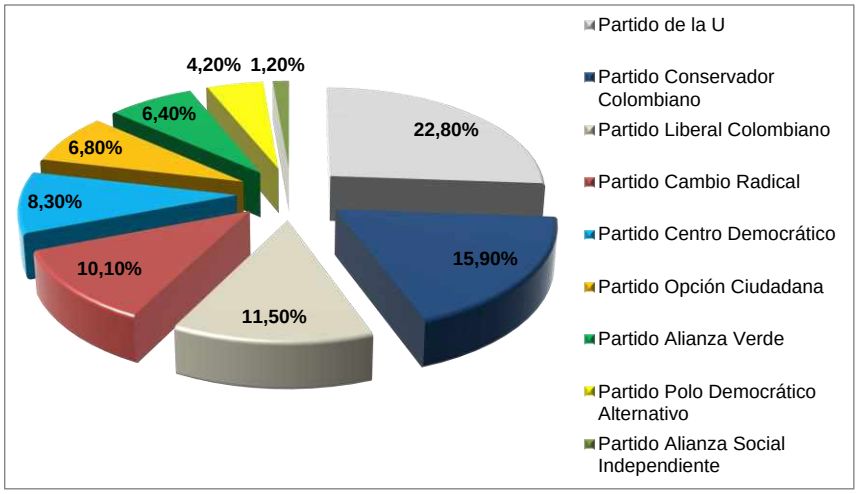
Fuente: (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015), Consultado y organizado Aecom-ConCol 2017

En lo correspondiente a la composición de la Asamblea Departamental, el panorama refleja un escenario similar al que se presentó para la elección del Gobernador ya que la mayoría de representación la obtuvo el Partido de la U con 4 curules y cerca del 23 de los votos, mientras que en segundo lugar quedo la bancada originaria del gobernador electo (partido conservador) que logro 3 curules y cerca del 16 de apoyo en las urnas y en tercer lugar el partido liberal (que también avaló la candidatura del gobernador electo) con 2 curules y el 12 de los votos (Ver Figura 5.36).

Por su parte los partidos como Cambio Radical y Opción Ciudadana (cercanos al exvicepresidente Vargas Lleras) al igual que el Polo Democrático Alternativo y la Alianza Verde, se dividieron el resto de curules, con una representación para cada uno de los partidos. Esta situación marca un escenario en el que el Ejecutivo en cabeza del

Gobernador, tendrá una oposición mínima ya que las alianzas que gestó desde la campaña mantienen la mayoría en la Asamblea, a favor del Gobernador.

Figura 5.36 Resultados elección Asamblea departamental de Norte de Santander 2016-2019



Fuente: (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015) Consultado y organizado Aecom – ConCol, 2017.

Además de esta correlación de fuerzas en la asamblea departamental, en el departamento se marcaron unas tendencias políticas definidas, que corresponde al panorama nacional representado en las elecciones de congreso en el año 2014.

Esto se evidenció con la mayor votación del departamento para un senador, en manos de Andrés Cristo Bustos (hermano del exministro Juan Fernando Cristo y apoyo del actual gobernador), quien por el partido Liberal alcanzó un total de 85.414 votos, siendo 60.503 en Norte de Santander, demostrando una supremacía absoluta de la casa Cristo en el departamento respecto al partido liberal.

Otra de las fuerzas políticas tradicionales del departamento, como el partido Conservador que logró tener los tres candidatos al senado con importante votación en el departamento, de los cuales solo logró la curul Juan Manuel Corzo Román con 32.720 votos en el departamento, de los 56.177 que obtuvo en total.

El otro partido de gran representación en el departamento es el partido de la U, que mantuvo a Manuel Guillermo Mora como su máximo representante en las votaciones a nivel departamental con 32.194 votos de los 45.999 que le valieron su llegada al Congreso.

Este importante caudal electoral y la cercanía con el partido de la U (partido del actual presidente Juan Manuel Santos) y con la casa Bustos, asegura una relación cercana con la casa de Nariño y una interlocución constante en torno a proyectos de interés nacional y asignación de recursos.

Otro de los elementos relevantes en cuanto a los aspectos políticos del departamento, es la representación alcanzada en las urnas por el actual senador del Polo Democrático

Alternativo: Jesús Alberto Castilla que, de sus 21.851 votos, el departamento de Norte de Santander fue el que más aportó (por detrás de Santander), con 5.899 votos, representando la influencia más importante para las fuerzas políticas de oposición.

- Actores armados

En lo que respecta a los actores armados con presencia en el departamento de Norte de Santander y que representan poder o influencia en los territorios, se exponen en primera medida los de carácter legal, incluyendo las fuerzas militares y la policía. En segundo turno se indicarán los grupos armados ilegales, tanto de carácter subversivo y paraestatal, así como los de carácter criminal.

En primera medida se presenta el Ejército colombiano como referente, actor fundamental y representante de uno de los componentes conceptuales fundantes del Estado-Nación: “El monopolio de la violencia física legítima” (Max Weber, 2009). Lo anterior a través de la segunda división, que desde el año de 1.983 tiene como centro de operaciones la ciudad de Bucaramanga, pero mantiene bajo su jurisdicción municipios del sur de Cesar, Bolívar y los departamentos de Santander y Norte de Santander. (Ejército Nacional de Colombia, 2017).

En lo correspondiente a Norte de Santander, la segunda división del Ejército Nacional que está bajo la tutela del brigadier general Jaime Agustín Carvajal Villamizar, cuenta con la Trigésima brigada con sede en la ciudad de Cúcuta desde el año 2005 y mantiene 6 batallones (infantería (2), especial energético y vial, instrucción, servicios para el combate y contraguerrilla), un grupo de caballería y la fuerza de tarea Vulcano. (Ejército Nacional de Colombia, 2017)

A su vez la Policía Nacional de Colombia hace presencia a través de la comandancia departamental en cabeza del coronel George Edison Quintero Medina con sede de operaciones en la ciudad de Cúcuta. (Policía Nacional de Colombia, 2017)

Por otra parte, los grupos armados ilegales con presencia en Norte de Santander se pueden agrupar en dos categorías, la primera, englobando los que surgen y en algunos casos mantienen un carácter subversivo y los que se enmarcan en organizaciones para estatales denominados como Autodefensas y recientemente conocidas y/o renombradas como Bandas Criminales (BACRIM).

Para este último grupo de actores armados cabe aclarar que el gobierno nacional, en cabeza del expresidente Uribe Vélez, a partir del proceso de desmovilización llevado a cabo con las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC), acuño el termino BACRIM, para englobar a los grupos emergentes y organizaciones criminales.

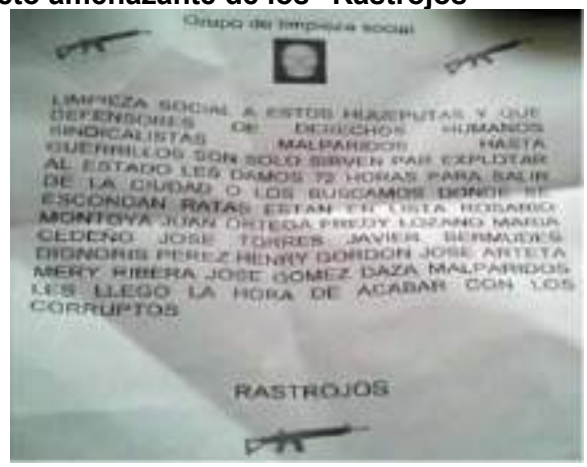
Ante dicha denominación es importante señalar que dentro de estos grupos al margen de la ley se han formado intereses diversos centrados en el control del narcotráfico y diferentes expresiones criminales y han modificado la estructura centralizada que mantenían las AUC (Ávila, Semana, 2016), sin embargo mantienen cercanías con las fuerzas armadas de Colombia, tal como se evidenció en Antioquia con la captura del Mayor Héctor Fabio Murillo Rojas del jefe de cuadrantes, por suministrarle armas Clan del Golfo (Publimetro Colombia, 2017) y estrechas alianzas con los gobiernos locales y regionales (Ávila, Fundación Paz y Reconciliación, 2016).

Así mismo, aparte de mantener funcionamiento paraestatal, tal como a las AUC, importante número de exintegrantes de ese grupo paramilitar componen las "BACRIM, tal como se refleja en las investigaciones de la Fundación Paz y Reconciliación:

> "podemos decir que la desmovilización de las Autodefensas Unidas de Colombia tuvo un carácter parcial y que los mandos medios y los reductos paramilitares que persistieron después de cerrado el ciclo de negociación fueron el reservorio de las nuevas bandas criminales" (Valencia, 2017)

Esta similitud de algunas BACRIM con los grupos paramilitares, también se refleja en su carácter antisubversivo y de persecución a líderes sociales y defensores de DDHH, tal como lo reflejan los panfletos amenazantes por parte de las Agilas Negras (WRadio.com.co, 2017) o los Rastrojos.

Fotografía 5.74 Panfleto amenazante de los "Rastrojos"



Fuente: Fundación Paz y Reconciliación, publicado en Las 2 Orillas, 2016.

Entre el primer grupo, se ha mantenido una histórica presencia de grupos subversivos como el Ejército de Liberación Nacional - ELN, las (anteriormente conocidas) como Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia Ejército del Pueblo-FARC-EP y el Ejército Popular de Liberación – EPL.

El primero de estos grupos-ELN, históricamente ha permanecido en el territorio de Norte de Santander, específicamente desde el año de 1.978 cuando realizó la incursión armada en el municipio de Convención y a partir de lo que extendió su presencia con la creación de frentes en la región del Catatumbo, las provincias de Ocaña (Frente "Armando Cacua Guerrero") y Pamplona (frentes "Efraín Pabón" y "Claudia Isabel Escobar Jerez"), hasta llegar a la capital departamental (frentes "Juan Fernando Porras" y "Carlos Velasco Villamizar"). (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008).

Dicha presencia que inició a finales de la década de los setenta mantuvo un crecimiento constante hasta finales de la década de los años ochenta, momento del ingreso de los grupos de Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) provenientes de los departamentos de Córdoba y del César, con el objetivo de empezar una lucha antisubversiva y de dominio de los pasos fronterizos para el control del narcotráfico y productos de contrabando. (CODHES, 2007).

A partir del ingreso de las AUC a finales de los años ochenta y la presencia de las FARC-

EP, así como el aumento de pie de fuerza, el ELN tuvo fuertes reveses, principalmente en la región del Catatumbo, lo que significó una disminución en su presencia territorial con altas y bajas hasta mediados del año 2005, momento en el que se realiza la desmovilización del Bloque Catatumbo y se reordena el control territorial. (CODHES, 2007).

En la actualidad, el ELN mantiene una presencia importante en la parte norte del departamento y la zona fronteriza, principalmente en los municipios de El Tarra, Hacarí, Convención, San Calixto, Teorama, Tibú y Ragonvalia, entre otros, a través de los Frentes Juan Fernando Porras Martínez, Luis Enrique León Guerra, Camilo Torres Restrepo, Héctor, Carlos Armando Cacua Guerrero, Efraín Pabón Pabón, el frente urbano Carlos Germán Velasco Villamizar y las compañías Capitán Francisco, Héroes del Catatumbo y Comandante Diego. (La Opinión, 2016).

Por otra parte, el EPL que inició sus actividades subversivas en el departamento de Córdoba, en el Alto Sinú y San Jorge hacia el año de 1967, enarboló las luchas y recogieron el sentimiento de los campesinos y colonos del departamento que venían sufriendo de manera sistemática los despojos y la violencia encabezada por algunos hacendados y la policía conservadora, que estaban en función de la acumulación, explotación y despojo. (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH, 2009) Con esta misma motivación incrementaron su área de influencia hasta llegar a la región del Catatumbo en donde ampliaron su capacidad operativa.

En esta región se consolidó en los años ochenta y logró hacer presencia en la región de Ocaña con el frente “Libardo Mora Toro”, que además tenía influencia en Barrancabermeja y Bucaramanga y mantenía control en áreas de frontera con Venezuela a través del frente “Ramón Gilberto Barbosa” proveniente del Magdalena Medio. (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008).

La presencia del EPL en Norte de Santander continúa en la actualidad, pese al proceso de reinserción a la vida civil, realizado entre los años de 1989 y 1991, con la ubicación de dos campamentos ubicados en el Catatumbo para tal fin (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008), que incluyó a la mayoría de los integrantes de este grupo armado, pero que mantuvo unas disidencias que desde entonces han mantenido control de algunas rutas de narcotráfico, lo que ha supuesto su mantenimiento y crecimiento paulatino (Jineth Prieto, 2016).

Por su parte las FARC-EP iniciaron su presencia en Norte de Santander, tal como el ELN, en el segundo lustro de la década de los ochenta, disputando territorios fronterizos, así como en la vasta región del Catatumbo y la región del Sararé.

La presencia de esta guerrilla se distribuyó, principalmente en dos frentes, a saber: el frente 33 (Región del Catatumbo y Provincia de Ocaña) y el frente 45 (Regiones Sur Oriente y sur Occidente) (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008).

Dicha presencia armada se mantuvo hasta el inicio de las pre-concentraciones de las estructuras armadas de esta guerrilla que iniciaron a finales del año 2016 y principios del año 2017 (Mejía, 2017), producto de los acuerdos de Paz de la Habana (República de Colombia- FARC-EP, 2016), que incluyeron la creación de las Zona Veredales de Transición y Normalización (ZVTN), que para el caso de Norte de Santander está ubicada en la vereda Caño Indio en el municipio de Tibú (Juanita Vélez, 2016) con 3 áreas de concentración, todas ubicadas en la región del Catatumbo (La Opinión, 2017).

En lo que respecta al segundo grupo de actores armados ilegales (paraestatales, autodefensas y bandas criminales) con presencia en el departamento de Norte de Santander, se expone la presencia de estos a partir de la década del ochenta, momento en el que los grupos paramilitares hacen presencia en los municipios de El Tarra, Ocaña, Convención y San Calixto, formando grupos que denominaron: “Muerte a Secuestradores-MAS”, “Sociedad de Amigos de Ocaña-SAO”, “Muerte a Comunistas-MACO”, “COLSINGER”, “RAMBO” y “Mano negra” (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008).

Estos grupos paramilitares presentes en el departamento mantuvieron su actuar a partir del año 1982 con masacres dirigidas a los señalados integrantes o informantes de los grupos guerrilleros (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008), manteniendo un actuar independiente entre estos, hasta la aparición de los primeros grupos de las denominadas Autodefensas, particularmente de las del Sur del César (AUSC) y las de Santander y el Sur del Cesar (AUSAC), cuando iniciaron sus primeros acercamientos para el ingreso a la provincia de Ocaña. (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH, 2006).

Estos grupos iniciaron su actuar con fines antisubversivos, siendo financiados por parte de los grandes terratenientes y ganaderos, así como los comerciantes y rentistas del departamento, que mantenían las presiones por parte de los grupos guerrilleros con los cobros de “impuestos” y las acciones tendientes a buscar el reintegro de tierras a los pequeños campesinos.

Dicha conexión de los grupos de paramilitares con las élites regionales también pasó por las autoridades locales y regionales, que estuvieron implicadas en eventos violentos, así como en la colaboración con la instrucción y realización de operaciones conjuntas entre estos grupos ilegales y los cuerpos de inteligencia y armados del Estado (El Espectador, 2014).

Otro factor fundamental que gestó a estos grupos paramilitares y de autodefensas, fue la ambición de los grupos económicos hegemónicos, por apagar las reivindicaciones laborales por parte de los sindicatos, así como las huelgas campesinas y los reclamos del movimiento social en procura de mejores condiciones, ya que dan al traste con las pretensiones económicas de estas élites regionales y con su expectativa sobre las ganancias en sus actividades.

> “Se trataba entonces no solamente de desarticular las redes que utilizaba la guerrilla, sino también de desarticular los sindicatos, para evitar que las presiones laborales incidieran a su turno en las ganancias y en la viabilidad de las empresas, en circunstancias en que se incrementó la presión de la guerrilla y se vislumbraba un panorama económico y político nada halagador.” (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH, 2006)

Esta incursión por parte de los grupos de Autodefensas en Norte de Santander tuvo un capitulo crucial en el interés de estos grupos por controlar el narcotráfico y la producción de cocaína en la región del Catatumbo, tal como se venía realizando en otras partes del país a finales de la década del ochenta y principios del noventa.

El factor económico del narcotráfico generó un recrudecimiento de los enfrentamientos y una escalada de terror, con desapariciones, torturas y masacres, por parte de las estructuras paramilitares (Verdad Abierta.com, 2013) aglutinadas bajo el nombre de las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) a partir de los años noventa hasta mediados de

la década del dos mil, pese a mantener una heterogeneidad en sus intereses y sus representantes (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH, 2006).

Esta arremetida fue encabezada por el Bloque Central Bolívar (BCB) en cabeza de alias "Ernesto Báez", el Bloque Norte (BN) en cabeza de alias "Jorge 40", el Bloque Catatumbo comandado por Salvatore Mancuso (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH, 2006).

Estos grupos se asentaron en la provincia de Ocaña, en la región del Catatumbo y Sarare, hasta llegar a Cúcuta y controlar la frontera, asegurando un corredor estratégico para el narcotráfico y el contrabando y manteniendo la violencia política tras:

> "amenazar y a perseguir a todo aquel que consideraran amigo o difusor del comunismo y de los ideales de izquierda, personas y organizaciones entre las cuales se encontraban defensores de Derechos Humanos, trabajadores hospitalarios, periodistas, propietarios de emisoras, profesores, dirigentes cívicos y comunales, campesinos de la región, todos ellos quienes sufrieron gran cantidad de señalamientos, persecuciones, desapariciones, torturas y asesinatos, siendo acusados y señalados en su mayoría como pertenecientes o simpatizantes de grupos insurgentes como las FARC, el ELN o el EPL, sin que tales acusaciones tuvieran fundamento." (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008)

A partir del año 2006, con el proceso de desmovilización de las AUC, llevado a cabo en el gobierno de Álvaro Uribe Vélez, bajo el denominado Pacto de Ralito, se acordó la desmovilización de las estructuras paramilitares en un lapso de cuatro años (2002-2006), lo que dejó como resultado más de 30.000 combatientes desmovilizados y como candidatos para acogerse a la ley de Justicia y Paz (aprobada de forma paralela a este proceso). (INDEPAZ, 2013)

Sin embargo y pese a este proceso de desmovilización culminado a finales del año 2006, las estructuras paramilitares iniciaron un proceso de reactivación a partir de los combatientes que no ingresaron a Justicia y Paz y de los desertores del mismo, lo que marco una reorganización del narcotráfico por parte de estas estructuras, que mantenían las mismas formas de financiación, así como las estructuras militares y las cercanías y simpatías políticas. (INDEPAZ, 2013)

Dicha reconformación de las estructuras paramilitares desembocó en la creación de las "Águilas Negras" y "Erpac" –Ejército Revolucionario Popular Antiterrorista de Colombia-, que mantuvieron en el narcotráfico su principal objetivo, ya que lanzaron la ofensiva en todo el país, por controlar las redes de producción y distribución dejadas por las AUC. (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH , 2009)

Pese a lo anterior y su interés primordial por el control del narcotráfico, estas estructuras criminales denominadas por el gobierno como Bandas Criminales (BACRIM), no dejaron de lado su carácter antisubversivo y sus conexiones con las élites económicas y políticas regionales, aunque con una capacidad de acción más limitada respecto a las AUC, pero preservando "*la ejecución de acciones de limpieza social, asesinatos y amenazas de líderes populares y sindicales*" (Observatorio del programa presidencial de Derechos Humanos y DIH , 2009).

Estas similitudes entre las estructuras criminales como las BACRIM y las AUC, marcan un factor determinante en los aspectos políticos de la región y puntualmente de Norte de Santander, debido a su similar accionar y las consecuencias para la región del Catatumbo en pleno proceso de negociación con el ELN y de reintegración de las estructuras de las

FARC-EP (Vanguardia.com, 2016).

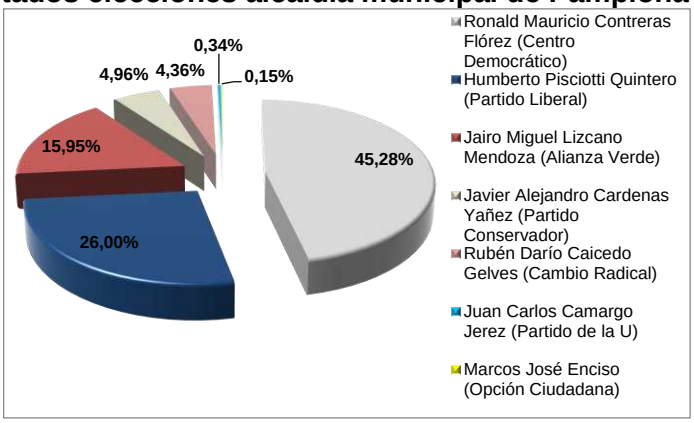
Es así que en la actualidad las denominadas BACRIM hacen presencia en el departamento de Norte de Santander a través de las Autodefensas Gaitanistas de Colombia, conocidas también como Los Urabeños o Clan Usuga, Los Pelusos (disidencias del EPL) y los Rastrojos (La Opinión, 2016).

- Nivel municipal
    - Alcaldías

En lo referente al municipio de Pamplona, para el actual periodo fue electo Ronald Mauricio Contreras Flórez, con 10.651 votos, siendo avalado por el partido Centro Democrático con lo que alcanzó la mayoría de los votos, seguido por el candidato del Partido Liberal, tal como se presenta en la Figura 5.37.

El municipio de Pamplona para la vigencia 2016-2019, a través de su alcalde, presentó el Plan de Desarrollo “El Cambio en nuestras manos”, en el que se presentaban 4 ejes estratégicos (Social, económico, institucional y ambiental). (Alcaldía Pamplona, 2016) Este plan será la directriz política en todo territorio que está dividido en 35 veredas y su cabecera municipal (Alcaldía municipal de Pamplona, 2002).

Figura 5.37 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplona 2016-2019



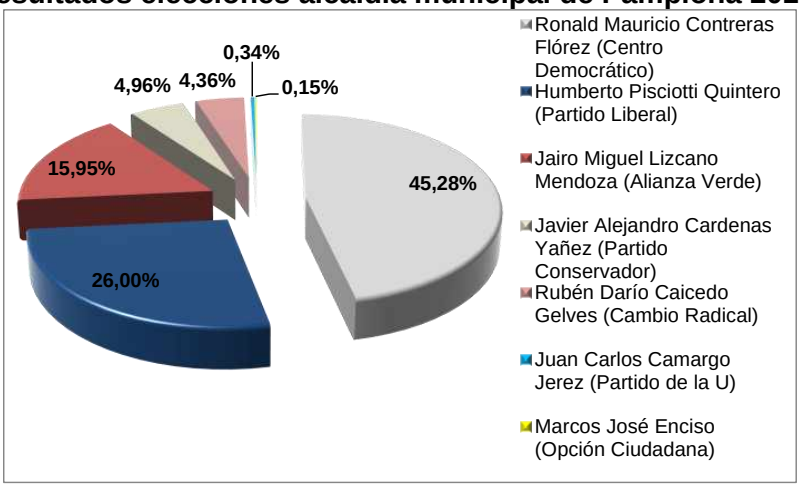
Fuente: (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015) Consultado y organizado Aecom – ConCol, 2017.

Estos resultados en la elección del primer mandatario de este municipio evidencian una situación particular debido a la dispersión de fuerzas políticas con intereses en disputa en procura de la obtención del primer cargo del municipio, sin configurar alguna alianza interpartidista.

Sorprende en esta disputa política, la baja votación alcanzada por el partido Conservador Colombiano que, siendo la principal fuerza política en Norte de Santander y en Pamplona en las elecciones al congreso de la república en el año 2014, sólo consiguiera el cuarto lugar para la alcaldía tan sólo un año después, lo que supone un movimiento del elector de tipo conservador a la propuesta de Centro Democrático por cuenta de su cercanía ideológica. Además de lo anterior, resalta la fortaleza del Partido Alianza Verde, que obtuvo el tercer lugar a nivel municipal, a pesar de haber sido la séptima fuerza en las elecciones

al congreso.

Figura 5.38 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplona 2016-2019



Fuente: Adaptación Aecom – ConCol S.A. de Registraduría Nacional del Estado Civil 2017.

Otro elemento nodal en el panorama político-administrativo de este municipio, corre por cuenta de los recientes acontecimientos sucedidos con el mandatario electo: Ronald Contreras, debido a que el día 24 de octubre de 2017 fue capturado por el CTI de la fiscalía (Caracol Radio, 2017) y posteriormente el día 1 de noviembre de este mismo año se le ordenó la casa por cárcel (El Tiempo, 2017), por lo anterior el secretario de planeación: Mohamad Nayeh Amra Dayekh, se mantendrá como alcalde encargado hasta que se dicte sentencia definitiva. (La Opinón, 2017).

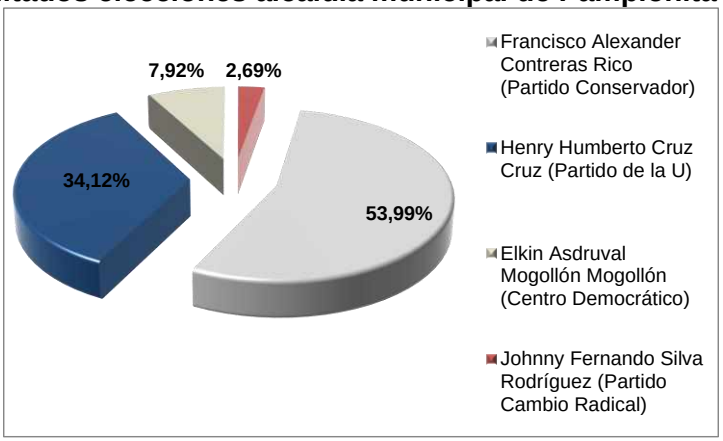
Esta situación mantiene una incertidumbre administrativa para el municipio y deja un panorama político convulsionado de cara a las posibles alianzas para las elecciones de congreso y presidencia que se llevarán a cabo en 2018.

Por otra parte, en lo que tiene relación con el municipio de Pamplonita, las elecciones para la alcaldía municipal dejaron como ganador a Francisco Alexander Contreras Rico del partido Conservador Colombiano con 1.560 votos, configurando una mayoría absoluta en estas contiendas sobre Henry Cruz del partido de la U que alcanzó la segunda votación como se presenta en la Figura 5.39.

El Plan de Desarrollo Municipal “Pamplonita es primero” vigencia 2016 – 2019, presentado por equipo del Alcalde Francisco Contreras, fue adoptado por el Concejo Municipal de Pamplonita, el 28 de mayo de 2016. Dicho Plan plantea los siguientes ejes estratégicos de desarrollo: Social, Productivo, ambiental y turístico, económico e Institucional. (Alcaldía municpal de Pamplonita, 2016).

Dicho Plan de Desarrollo estima un total de $32.067.000.000 de pesos para su ejecución durante el cuatrienio de vigencia, siendo el Desarrollo Social el principal eje de gobierno al invertir más del 50 del presupuesto para los programas que lo componen. (Alcaldía municpal de Pamplonita, 2016).

Figura 5.39 Resultados elecciones alcaldía municipal de Pamplonita 2016-2019



Fuente: Adaptación Aecom - Concol S.A., de Registraduría Nacional del Estado Civil 2017.

Es esta contienda electoral por la alcaldía municipal de Pamplonita se reiteró el dominio del partido Conservador Colombiano en el departamento y en el municipio, logrando una cómoda victoria frente a sus rivales, tal como se preveía por el escenario que a nivel político electoral había surgido en las elecciones al congreso del año 2.014, ya que los Conservadores fueron los más votados, seguidos por el patio de la U y Centro Democrático, con lo que se mantuvo la intención electoral en la comunidad del municipio.

Tras esta revisión, también queda en evidencia que los niveles de participación ciudadana en las elecciones son muy distantes entre estos dos municipios, esto por cuenta de la participación en Pamplona que fue del 58.38, respecto a Pamplonita que tuvo el 78.42 de participación en elecciones de alcalde municipal (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015).

Este comportamiento electoral de los habitantes de los municipios deja ver una cultura de participación electoral sobresaliente de los habitantes de Pamplonita, que alcanzó una concurrencia a las urnas superior respecto al promedio nacional que se ubica 59.44 y al departamental que fue de 58.39 (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015)

- Concejos municipales

Siguiendo la identificación de los actores políticos que representan la estructura de poder y representación del municipio, se presenta la composición del concejo municipal como principal corporación pública, encargada del control y deliberaciones a nivel local, contextualizando las dinámicas de poder político, haciendo referencia a los partidos o movimientos políticos que hacen presencia en cada territorio e indicando las representaciones alcanzadas por estos en cada corporación.

Esto debido a que los concejos municipales cumplen con funciones administrativas y de control político, entre las que se destacan como las principales la deliberación y aprobación de los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial presentados por los alcaldes, preservación del patrimonio ecológico y cultural, debatir proyectos y políticas que requieran para su funcionamiento presupuesto municipal, controlar los contratos municipales, emitir conceptos vinculantes sobre el presupuesto municipal general, entre otras, tal como se

señala en el artículo 313 de la Constitución Política de Colombia (República de Colombia, 1991) y en la Ley 1551 de 2012 en su capítulo 3 y 4 (República de Colombia, 2012).

Es así que la perspectiva del Concejo municipal de Pamplona difiere parcialmente de lo presentado para la alcaldía ya que el partido Centro Democrático pese a tener una ventaja holgada en la alcaldía, registró 3.315 votos que le permitieron el segundo lugar por una estrecha diferencia por debajo del Partido de la U que fue el más votado, pero por la cifra repartidora alcanzó las mismas curules, como se expone en la Tabla 5.117.

Tabla 5.117 Composición Concejo municipal de Pamplona 2016-2019

Partido	Nombre Diputado	Votos		Votos totales partido
Partido de la U	Calixto Gélvez Suárez	628	2,75	3.651
	Wilson Alexander Monsalve Chapeta	468	2,05	
	Yezidt Renato Sánchez Barroso	452	1,98	
Partido Centro Democrático	Leidy Vianey Parra Villamizar	558	2,44	3.315
	José Alexander Torres Cañas	453	1,98	
	José Javier Moncada Contreras	310	1,35	
Partido Alianza Verde	Campo Elías Cañas Flórez	638	2,79	3.058
	Karina Lisset Suárez García	412	1,80	
Partido Conservador Colombiano	Javier Alonso Hernández Villamizar	521	2,28	2.993
	María Rocío García Santos	388	1,70	
Cambio Radical	Jesús Arístides Villamizar Mejía	582	2,55	2.078
	José Ovidio Carvajal Sandoval	254	1,11	
Partido Liberal Colombiano	Clímaco Ardila García	361	1,58	2.068
Opción Ciudadana	Osney Adolfo González Amaya	411	1,80	1.909
Alianza Social Independiente	Luz Marina Castellanos Suárez	397	1,73	1.482

Fuente: (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2015), Consultado y organizado Aecom – ConCol, 2017.

Otro elemento relevante en las votaciones que se presentaron para el concejo municipal y que refleja un pacto entre algunas estructuras políticas y que a la vez confirma el desprendimiento del electorado respecto a las representaciones simbólicas de los partidos políticos, fue la baja votación del candidato a la alcaldía del partido de la U (82 votos), respecto a la bancada del concejo que alcanzó 3.615 votos, lo que refleja que hubo acuerdos previos con otros candidatos y que el partido de la U no mantiene un electorado fiel a sus principios como casa política, sino que tiene cercanía hacia personas o figuras políticas locales.

En lo concerniente a la conformación del Concejo municipal Pamplonita es importante aclarar que, debido a ser un municipio pequeño en términos de población, su principal órgano deliberativo y de control político (Concejo municipal) está compuesto por 7 cabildantes.

En lo concerniente a los resultados, el partido de la U fue el que alcanzó mayor respaldo popular, seguido de manera estrecha por el Centro Democrático, alcanzando las máximas representaciones con dos curules cada uno a diferencia de las representaciones de Cambio Radical, Alianza Verde y el Conservador, que alcanzaron sólo una curul. (Ver Tabla 5.118)

Tabla 5.118 Composición Concejo municipal de Pamplonita 2016-2019

Partido	Nombre Diputado	Votos		Votos totales partido
Partido de la U	Samuel Mejía Araque	148	5,37	544
	José Alcides Contreras Bermón	109	3,96	
Alianza Social Independiente	Víctor Julio Flórez Parada	188	6,83	528
	José Gilberto Rozo Duarte	111	4,03	
Partido Conservador Colombiano	Wilmar Eloy Acevedo	137	4,97	499
Partido Alianza Verde	José Ramón Miranda Ojeda	139	5,05	417
Cambio Radical	Blanca Lucía Rubio Gélvez	119	4,32	327

Fuente: Adaptación Aecom – ConCol S.A. de Registraduría Nacional del Estado Civil 2017.

- Personería municipal

Otro de los actores principales en el marco de la estructura política y social de los municipios es la Personería, ya que, pese a no ser un cargo de elección o representación de la ciudadanía, si funge como contacto de la comunidad con las administraciones municipales, siendo veedor ciudadano y representante del Ministerio Público. Dentro de las múltiples funciones asignadas a la personería municipal sobresalen el de salvaguardar los intereses de la comunidad vigilando y fiscalizando la gestión de las autoridades administrativas de carácter local.

Esta dependencia tiene alta injerencia en la vida del municipio y especialmente en su papel como defensor de los derechos humanos. En el desarrollo de los proyectos, su papel es fundamental como garante de los procesos de participación comunitaria en el marco de los estudios y la ejecución de estos, además de la prestación de asistencia a la población en situación de desplazamiento y en general diferentes actuaciones relacionadas con los derechos humanos y la protección del ambiente.

Los funcionarios que desempeñan este cargo actualmente en los municipios que hacen parte del área de estudio se presentan en la Tabla 5.119.

Tabla 5.119 Personeros municipales Pamplona y Pamplonita 2016 - 2019

Departamento	Municipio	Personero Municipal
Norte de Santander	Pamplona	Astrid Flóres Rodriguez
	Pamplonita	Oscar Leonardo García Antolínez

Fuente: Adaptación Aecom - Concol S.A., 2017

5.3.7.1.2 Unidades Territoriales Menores

En el presente acápite se exponen los aspectos político-organizativos de las unidades territoriales menores del área de influencia de la “Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 “Variante Pamplona”, contemplando cada una de las autoridades locales (Juntas de Acción Comunal), así como las demás organizaciones con presencia en las unidades territoriales menores y los mecanismos de participación e interacción entre las Juntas Comunales, pobladores de las veredas y barrios con las autoridades municipales y las entidades públicas presentes.

Estas características de las veredas se presentar de acuerdo con la información primaria obtenida en cada unidad territorial, al igual que la información secundaria dispuesta por

cada una de las autoridades municipales.

En el marco de la organización política y administrativa de Colombia, regida bajo el proyecto descentralizador, se establecieron las figuras denominadas Veredas, como unidades territoriales menores, sin autonomía fiscal, pero con autonomía en la elección de sus representantes y con interlocución directa con la autoridad municipal, además de estar encargadas, a través de la Junta de Acción Comunal, de ejercer veeduría sobre los proyectos realizados y exigir la prestación de los servicios básicos en cada uno de los territorios.

Dicha división territorial de carácter administrativo que creó territorios al interior de los municipios, denominados corregimientos o veredas, desde 1958 con la Ley 19 (sobre reforma administrativa), empezaron el proceso de conformación de Organizaciones de Acción Comunal (OAC), conformadas por vecinos de un barrio o vereda para ejercer un control y vigilancia sobre los temas de interés y convivencia, llevando a cabo un especial énfasis en la prestación de los servicios públicos.

Estas OAC encontraron, tras la reforma constitucional del año 1991, una profundización de los mecanismos de participación, enfocados al control y veeduría sobre las actuaciones de los gobiernos y el manejo de fondos por parte de estos. Este proceso de fortalecimiento de las organizaciones vecinales tuvo un espaldarazo definitivo con la Ley 743 de 2002 y el subsiguiente Decreto 2350 de 2003 que reglamentó dicha ley, con lo que se brindan parámetros de Constitución y funcionamiento de las OAC y se posibilita el auto sostenimiento de las mismas.

Es así como, bajo este panorama de organización comunitaria, resulta fundamental para caracterizar cada unidad territorial del área de influencia (6 veredas y 6 barrios), presentar su máxima instancia de participación comunitaria, revisar su composición y funcionamiento, así como la representación que esta tiene al interior de la comunidad y su capacidad de gestión.

Esto posibilita presentar un diagnóstico organizativo y participativo de las comunidades, a la vez que se brindan luces sobres los aportes o requerimientos que puedan generarse por parte de estas respecto a la “Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 “Variante Pamplona”.

A continuación, se presenta en la Tabla 5.120 los representantes de las JAC de las unidades territoriales menores, siendo estas la máxima referencia de organización y control de esta unidad administrativa:

Tabla 5.120 Organización Comunitaria en Unidades Territoriales Menores de Área de Influencia

Municipio	Nombre de la organización	Nombre del Presidente JAC	JAC tiene sede propia		Lugar de las reuniones	Frecuencia de reuniones	No. De afiliados	Miembros activos	Miembros de comunidad en cargos de Admón. Municipal	
			Sí	No					Sí	No
Pamplona	JAC vereda Sabaneta Alta	Juan de Jesús Caicedo	-	X	Institución Educativa Sabaneta Alta	Trimestral	No reporta	No reporta	-	X
	JAC vereda Alcaparral	Bernabé Anteliz Espinosa	-	X	Escuela Alcaparral	Trimestral	No reporta	No reporta	-	X
	JAC vereda El Naranjo	Edinson Fernando Torres Cañas	-	X	Colegio El Naranjo	Bimestral	90	90	-	X
	JAC vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda	-	X	Balneario casa de familia	Mensual	86	70	-	X
	JAC vereda Sabaneta Baja	Jesús Armando Becerra	-	X	Centro Educativo Rural Sabaneta Parte Baja	Mensual	76	76	S.I.	S.I.
Pamplonita	JAC vereda La Hojancha	José Eugenio Acevedo Leal	-	X	Casa presidente	Mensual	No reporta	No reporta	-	X
Pamplona	JAC Barrio El Buque	Jorge Eliecer Herrera	-	X	En la calle	Cada 4 meses	165	165	X	-
	JAC Barrio San Luis	Carolina Delgado	-	X	Krr 2 # 3N-113	Mes y Medio	123	10	X	-
	JAC Barrio Simón Bolívar	Rosalia Mantilla	X	-	Casa comunal	Semanal	15	5	-	X
	JAC Barrio Juan XXIII	Wilson Mantilla	-	X	Comedor escolar-salón comunal	Trimestral	656	290	X	-
	JAC Barrio Cristo Rey Parte Alta	María Fanny Duarte	-	X	Puesto de Salud	Semestral	461	292	-	-
	JAC Barrio Cristo Rey Parte Baja	Marisol Villamizar	X	-	Casa comunal	Depende de las necesidades	209	75	X	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom – ConCol-UVRP.
S.I.: Sin información

Tal como se detalla en la tabla precedente y de acuerdo a lo reseñado sobre la OAC, en cada una de las Unidades Territoriales Menores hay conformada una (1) Junta de Acción Comunal, que funge como principal espacio de participación y decisión en las veredas y barrios del área de influencia, manteniendo a residentes del territorio como integrantes de esta organización comunitaria.

El proceso de recolección de información primaria en las veredas y barrios permitió corroborar el reconocimiento de las JAC como organización representativa de la unidad territorial, siendo reconocida por los habitantes como espacio común de representación, sin que hasta el momento se presenten disputas o requerimientos a los dignatarios vigentes en el presente periodo.

Respecto a otros tipos de organizaciones comunitarias o civiles, además de las nueves (9) JAC, se identificó la presencia de tres (3) Asociaciones de Padres de Familia en Sabaneta Alta con 15 integrantes, en El Naranjo con 40 y en Ulagá Baja con 21 afiliados; tres (3) Asociaciones Administradoras de Usuarios de Acueducto en el Naranjo con 23 afiliados, la Hojancha con 30 familias y en Ulagá Baja con 16 miembros; una (1) Asociación de Madres Cabeza de Hogar en el barrio Simón Bolívar y una (1) Asociación de Productores Agropecuarios en La Hojancha. Asimismo, como se había mencionado anteriormente, se registra la existencia de dos (2) veedurías ciudadanas en Pamplona y un (1) comité de delegados de la Universidad de Pamplona.

Otro de los elementos incluidos en la ficha de caracterización, permite indagar sobre los incidentes violentos o los eventos de confrontación que involucren a actores de la sociedad civil, institucionales o armados (legales o ilegales), que incidan o hayan incidido en las dinámicas políticas, administrativas y/o organizacionales en cada una de las veredas del área de influencia.

En este aspecto político se denotó, por parte de los representantes de las JAC de cada una de las seis (6) veredas y los seis (6) barrios del área de influencia, que no hay en la actualidad presencia de grupos armados al margen de la ley en sus territorios ni se están presentando hechos de desplazamiento forzado. De igual manera, no se identifican situaciones de conflicto entre las autoridades municipales o líderes comunitarios. No obstante, sí se presentan otros hechos que alteran el bienestar de la comunidad, entre los que reportan las protestas y paros de los estudiantes de la Universidad de Pamplona en el barrio El Buque, el consumo de sustancias psicoactivas en lugares públicos en el barrio Simón Bolívar y hechos aislados de delincuencia común en los barrios Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja y en la vereda Alcaparral cuya institución educativa fue asaltada.

5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria

En el presente acápite, tal y como lo indican los términos de referencia, se genera una identificación de las organizaciones públicas y/o privadas presentes en el área de influencia del proyecto, así como de las organizaciones cívicas y comunitarias asentadas o con actividades en esta área, para generar una caracterización básica de cada una de estas, que posibilite comprender las dinámicas propias y la relación con las poblaciones y autoridades.

Además, se presenta una evaluación del gobierno local, como principal institución en el municipio, para determinar su desempeño y su gestión en cada una de sus jurisdicciones.

Dentro de la identificación de las instituciones que hacen presencia en el área de estudio, se presenta una reseña a nivel departamental, indicando las principales entidades y una breve descripción de la función que desempeñan.

5.3.7.2.1 Presencia institucional y de organizaciones comunitarias unidades territoriales mayores

Tal como lo indican los términos de referencia, en este ítem se describen las instituciones ya sean de orden gubernamental y no gubernamental que hacen presencia en los territorios del área de estudio con el fin de estructurar las acciones de gestión social. Además, con la identificación de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, se estructura un escenario que permite identificar dentro del medio social, cuáles son los sectores que presentan un mayor dinamismo en cada uno de los municipios, al igual que las estructuras institucionales que se han conformado en torno a estos.

Así mismo se permite identificar los sectores y asuntos municipales que mantienen una baja atención por parte de las instituciones, con lo que se reflejan las prioridades del gasto por parte de los sectores gubernamentales.

Bajo este contexto se destaca que, a nivel municipal, hay presencia de las instituciones del Estado; estas son la Alcaldía y la Personería como representación del Ministerio Público, los juzgados promiscuos, la Fiscalía, las Estaciones de Policía Nacional y Batallones del Ejército Nacional; también se cuenta con la presencia del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), los hospitales Públicos, las escuelas y los colegios municipales. Se encuentran de igual manera instituciones religiosas como la iglesia católica y otros grupos religiosos de índole cristiana. A continuación, se enuncian y se describen las principales instituciones que hacen presencia en el área de influencia de la unidad funcional 1 en la Tabla 5.121.

Tabla 5.121 Presencia institucional a nivel departamental

Entidad	Carácter
Gobernación	El Decreto 1222 de 1986, en el artículo sexto, define que los departamentos tendrán independencia para la administración de los asuntos seccionales y ejercerán sobre los municipios la tutela administrativa necesaria para planificar y coordinar el desarrollo regional y local. Bajo ese contexto, la gobernación departamental es la institución encargada de planear viabilizar, implementar y acompañar los programas de desarrollo del Gobierno Nacional en interacción con los municipios, regulando y haciendo seguimiento a las instituciones locales.
Alcaldía municipal	El Artículo segundo de la Ley 1551 de 2012, el Decreto 133 de 1986, el Código de Régimen Municipal y Ley 136 de 1994, modernización el funcionamiento de los municipios, manifiesta que los municipios gozan de autonomía para la gestión de sus intereses, dentro de los límites de la constitución y la ley. En ese sentido la Alcaldía Municipal es la principal institución local administrativa, la cual se encarga de dirigir la acción administrativa del municipio; de igual manera es la institución encargada de asegurar el cumplimiento de las funciones y la prestación de los servicios a su cargo.

ICBF	El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar –ICBF-, creado en 1968, es una entidad del Estado colombiano, que trabaja por la prevención y protección integral de la primera infancia, la niñez, la adolescencia y el bienestar de las familias en Colombia. El ICBF con sus servicios brinda atención a niños y niñas, adolescentes y familias, especialmente a aquellos en condiciones de amenaza, insolvencia o vulneración de sus derechos (INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR -ICBF., 2014)
Sena	El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, es un establecimiento público del orden nacional con personería jurídica, patrimonio propio e independiente y autonomía administrativa, adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia. Su función, definida en el Decreto 164 del 6 de agosto de 1957, es brindar formación profesional a trabajadores, jóvenes y adultos colombianos, en áreas como la industria, el comercio, el campo, la minería y la ganadería entre otras.
Defensa Civil	La Defensa Civil Colombiana es una entidad cuyo objetivo es, la prevención inminente y atención inmediata de los desastres y calamidades como parte integrante del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, y entre sus funciones cuenta con la ejecución de los planes, programas, proyectos y acciones específicas que se le asignen en el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. De igual manera es su deber participar en las actividades de Atención de Desastres o Calamidades declaradas, en los términos que se definan en las declaratorias correspondientes y especialmente, en la fase primaria de atención y control.
Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental "CORPONOR"	Entidad medioambiental creada en el año de 1983 mediante decreto 3450 del 17 de Diciembre y modificada con la Ley 99 de 1993, pasando a ser una Corporación Autónoma Regional, teniendo como jurisdicción el Departamento Norte de Santander y cuya función principal es la de ejercer como máxima autoridad ambiental del Departamento, de acuerdo con las normas y directrices trazadas por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (CORPONOR, 2009)
Contraloría General de la Nación	Corresponde al Contador General las funciones de unificar centralizar y consolidar la contabilidad pública, elaborar el balance general y determinar las normas contables que deben regir en el país, conforme a la Ley.
Comisión Nacional del Servicio Civil	La Comisión Nacional del Servicio Civil, es responsable de la administración y vigilancia de las carreras de los servidores públicos, excepción hecha de las que tengan carácter especial.
Juntas de Acción Comunal	Estos organismos creados a partir de la ley 19 de 1958 tiene la función de promover la Organización Comunal como una instancia a través de la cual las comunidades puedan organizarse para liderar e impulsar procesos comunitarios en barrios y veredas, materializándose a través de la participación, el quehacer en la vida de las comunidades y que buscan promover el desarrollo de las comunidades movilizando los recursos propios de estas comunidades y coordinándolos con el apoyo de las entidades regionales y locales. (MINISTERIO DEL INTERIOR., 2013)

Fuente: Adaptación Aecom - ConCol S.A., 2017

Las entidades descritas anteriormente se encuentran en la mayoría de los municipios a nivel nacional ejecutando programas y guiando proyectos con directrices genéricas, pero que encuentra particularidades según los territorios.

Por su parte, a nivel municipal, existen algunas entidades públicas y privadas presentes en ciertos municipios, presentando servicios y desarrollando proyectos en diferentes sectores, como las descritas a continuación en la Tabla 5.122.

Tabla 5.122 Presencia Institucional y organizaciones civiles a nivel municipal, Pamplona

Sector	Institución	Tipo/carácter de la institución
Administrativo	Alcaldía Municipal: Secretarías de Gobierno, Planeación, Hacienda, Educación e Instituto de Cultura Registraduría Nacional del estado Civil Notaría 1ra y 2da DIAN	Gubernamental-Oficial
TIC	Notariado y Registro, Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC", Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente "IDEAM",PUNTO VIVE DIGITAL	De registro, producción, investigación, reglamentación y divulgación de información demográfica, civil, geográfica, cartográfica, agrológica, catastral, geodésica y de tecnologías geoespaciales, Autoridad de registro, técnica, tecnológica y científica- Oficial
Agropecuario	ICA	Asistencia técnica- Oficial
Industrial/ Comercial	Cámara de Comercio de Pamplona Comité de Comerciantes de Pamplona	Corporativo gremial-Privado
Ambiental	Dirección territorial Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental "CORPONOR"	Autoridad Ambiental Regional-Autónoma-Pública
Educativo	Universidad de Pamplona SENA Biblioteca Pública Eduardo Cote Lamus Biblioteca pública Jorge Gaitán Durán	Gubernamental-Oficial
Organizativo Civil	Sindicato de Trabajadores y Empleados de la Universidad de Pamplona-SINTRAEUP Asociación Sindical de Institutores NorteSantandereanos-ASINORT Asocomunal	Sindical-Privado Comunitario
Servicios	Empresa de servicios públicos de Pamplona S.A. ESP Empopamplona E.S.E. Hospital San Juan de Dios	Prestadoras de servicios públicos – Mixtas Salud- Público
Justicia y paz	Inspección de Policía, Fiscalía, juzgados, Unidad para las Victimas Asociación de Víctimas ASOVIC Batallón Número 13 de Infantería	Administrativas-oficiales Fuerzas Militares

Sector	Institución	Tipo/carácter de la institución
Apoyo	Cuerpo de Bomberos Voluntario, Defensa Civil, Comité Local de Emergencias. Comité de Sordos de Pamplona	Descentralizadas – Oficiales-Privadas

Fuente: Página oficial de Pamplona, Aecom- ConCol

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 5.122, queda en evidencia la robustez institucional del municipio de Pamplona, esto por cuenta de la amplitud de servicios y centros administrativos que incluso cubren las demandas de los municipios vecinos, por ser epicentro regional académico y económico, debido a ser receptor de población, principalmente estudiantil, tanto de secundaría como de niveles técnicos en la sede del SENA y principalmente profesionales con los programas académicos ofrecidos por la Universidad de Pamplona.

- Capacidad institucional

En el marco de la identificación y análisis de la gestión de las instituciones públicas en el área de influencia del Proyecto, se presentan los resultados obtenidos por el municipio en la evaluación de desempeño integral realizada por el Departamento Nacional de Planeación para el año 2015, siendo esta la última evaluación realizada hasta el momento, con resultados publicados.

Además, se presentan los resultados referentes a la gestión institucional a nivel departamental, lo cual nos permite la comparación y sirve de referencia para hacer un balance con respecto al promedio nacional, teniendo como base los criterios de evaluación propuestos por Departamento Nacional de Planeación DNP, en su Evaluación del Desempeño Integral de los Municipios: Eficacia, Eficiencia, Cumplimiento de requisitos legales, Gestión Administrativa y Fiscal y Capacidad administrativa.

El primero de estos componentes, la Eficacia, evalúa el porcentaje de avance en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) y el porcentaje de cumplimiento de las metas del producto; el segundo, la Eficiencia, valora los productos obtenidos frente a los insumos utilizados en los campos de educación, salud y agua potable, así como las mejoras potenciales en productos e insumos; el tercer componente, Cumplimiento de requisitos legales, juzga como se ha llevado a cabo la utilización de los recursos nacionales transferidos a los municipios a través del Sistema General de Participaciones (SGP), teniendo en cuenta la incorporación y la ejecución de los mismos; por último el componente de Gestión Administrativa y Fiscal, mide la capacidad y la gestión pública a nivel municipal, entendiendo esto “como un conjunto de procesos económicos, ambientales, políticos, institucionales, físicos y financieros concebidos desde su planificación, ejecución y evaluación para el cumplimiento de los planes de desarrollo municipales”. (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2016)

Teniendo en cuenta estos criterios y el desempeño integral que estos componen, para la vigencia del año 2015, el promedio nacional se ubicó en 71.4, con una calificación ´satisfactorio´, de acuerdo a los rangos de calificación que se explican a continuación. Por su parte el departamento en los que se ubica el área de influencia del Proyecto: Norte de Santander alcanzó un 68.87. Dicho resultado manifiesta una diferencia en el desempeño integral, con un rendimiento medio, por debajo del promedio nacional.

Estos resultados no son correspondientes con los demás departamentos con los que el Norte de Santander comparte la región Centro Oriente (Bogotá, Boyacá, Cundinamarca y Santander), debido a que está por debajo del promedio regional que es de 74.56.

En la Tabla 5.123 se presentan los rangos de calificación del Índice de Desempeño Municipal definidos por el DNP dentro de los criterios de evaluación.

Tabla 5.123 Rangos de calificación Desempeño Integral Municipal 2015

Niveles de cumplimiento	Sobresaliente	Satisfactorio	Medio	Bajo	Crítico
Rangos de cumplimiento	≥ 80	≥ 70 y < 80	≥ 60 y < 70	≥ 40 y < 60	<40

Fuente: Evaluación del Desempeño Integral de los Municipios y Distritos, vigencia. DNP 2015

En cuanto al análisis de la capacidad institucional de las unidades territoriales a nivel municipal dentro del Área de estudio del Proyecto para el departamento de Norte de Santander, se presenta a continuación en la Tabla 5.124, el resultado del Desempeño Integral, que considera el cumplimiento de metas, y eficiencia de las administraciones municipales, así como el nivel de desarrollo alcanzado. Dicha capacidad institucional, es medida desde el desempeño de estas instituciones en el marco de la Ley 617 de 2000.

Tabla 5.124 Desempeño Integral municipio de Pamplona

Municipio	Eficacia 2015	Eficiencia 2015	Cumplimiento de requisitos legales	Gestión administrativa y Fiscal 2015	Indicador desempeño integral 2015
Pamplona	98,65	76,28	92,07	75,43	85,61

Fuente: (DNP, s.f.) Consultado y organizado Aecom-ConCol, 2017

El resultado obtenido por el municipio para la vigencia 2015 se enmarca dentro del rango de sobresaliente con el 85.61.

5.3.7.2.2 Presencia institucional y organizaciones comunitarias unidades territoriales menores

En lo referente a la presencia institucional y organización comunitaria para las unidades territoriales menores del área de influencia (seis veredas y seis barrios), se presenta la información obtenida a través de las fichas de caracterización rural y barrial, que mencionan los programas y/o proyectos desarrollados por las instituciones de carácter municipal, departamental y nacional, en cada uno de estos territorios.

En la ficha de caracterización se busca determinar si existe presencia de instituciones gubernamentales o no gubernamentales, a través de infraestructura permanente, funcionarios, programas o proyectos que tengan como objetivo prestar un servicio o beneficio a los habitantes de cada una de las veredas del área de influencia.

A continuación, en la Tabla 5.125 se presentan las instituciones que están desarrollando algún tipo de intervención en las unidades territoriales menores que hacen parte del área de influencia del proyecto:

Tabla 5.125 Presencia institucional en el área de influencia

Municipi	Unidad territorial	Tipo de institución				Proyecto o programa	Beneficiarios	
		Estatal	Privada	ONG	¿Cuál?		Familias	Personas
Pamplona	Sabaneta Alta	X	No reporta	No reporta	ICBF	De Cero a Siempre	-	10
		X			Presidencia de la República	Familias en Acción	20	-
		X			Presidencia de la República	Apoyo al Adulto Mayor	-	10
	Vereda Alcaparral	X	No reporta	No reporta	Presidencia de la República	Familias en Acción	10	-
		X			Presidencia de la República/ICBF	De Cero a Siempre	-	3
		X			Presidencia de la República	Apoyo al Adulto Mayor	-	20
		X			Alcaldía Municipal-Hospital	Brigadas de salud	-	-
	Vereda El Naranjo	X	No reporta	No reporta	Presidencia de la República	Familias en Acción	20	-
		X			Presidencia de la República/ICBF	De Cero a Siempre	-	46
		X			Presidencia de la República	Apoyo al Adulto Mayor	-	26
		X			Alcaldía Municipal-Hospital	Brigadas de salud	S.I.	S.I.
	Vereda Ulagá Baja	X	No reporta	No reporta	Presidencia de la República	Familias en Acción	20	-
		X			Presidencia de la República	De Cero a Siempre	-	20
		X			Presidencia de la República / ICBF	Apoyo al Adulto Mayor	-	22
		X			Alcaldía Municipal-Hospital	Brigadas de Salud	30	-
	Vereda Sabaneta Baja	X	-	-	Alcaldía Municipal Pamplona	Proyecto de producción de mora	-	15

Municipi	Unidad territorial	Tipo de institución				Proyecto o programa	Beneficiarios	
		Estatal	Privada	ONG	¿Cuál?		Familias	Personas
		X	-	-	Policía Nacional	No reporta	-	-
Pamplonita	La Hojancha	X	-	-	Presidencia de la República	Familias en Acción	-	9
		X	-	-	Presidencia de la República/ICBF	De Cero a Siempre	-	8
		X	-	-	Presidencia de la República	Apoyo al Adulto Mayor	-	3
		X	-	-	Gobernación de Norte de Santander	Salud para tercera edad	No reporta	No reporta
		X	-	-	Alcaldía Municipal-Hospital	Brigadas de salud	No reporta	No reporta
Pamplona	Barrio El Buque	X	No reporta	No reporta	Presidencia de la República	Familias en acción	45	-
		X			Alcaldía	Apoyo al Adulto Mayor	-	10
		X			ICBF	De cero a siempre	-	20
	Barrio San Luis	X	No reporta	No reporta	Presidencia de la República	Familias en acción	20	-
		X			Alcaldía	Apoyo al Adulto Mayor		10

Municipi	Unidad territorial	Tipo de institución				Proyecto o programa	Beneficiarios	
		Estatal	Privada	ONG	¿Cuál?		Familias	Personas
	Barrio Simón Bolívar	X	-	-	Alcaldía Municipal de Pamplona Gobernación de Norte de Santander Ejército Nacional Policía Nacional	Mejoramiento de la infraestructura comunitaria	No reporta	No reporta
Pamplona	Barrio Juan XXIII	X	-	-	Alcaldía Municipal Instituto Colombiano de Bienestar Familiar	Hogares Infantiles	No reporta	30
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	X	-	-	Hospital San Juan de Dios - Pamplona	Brigadas de Salud	No reporta	No reporta
		-	X	-	Universidad de Pamplona	Prácticas académicas	No reporta	50
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	X	-	-	Alcaldía Municipal-Hospital	Brigadas de Salud	No reporta	No reporta
		-	X	-	Universidad de Pamplona	Prácticas académicas	No reporta	50

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana 2017-2018, Aecom – ConCol

A partir de esta identificación de las instituciones que hacen presencia en los territorios a través de programas o proyectos, queda en evidencia la marcada cobertura que tiene la Presidencia de la República a través de sus programas de apoyo de carácter poblacional, a saber: En primer lugar “Familias en Acción” que ha sido uno de los programas más representativos de los gobiernos nacionales con más de 2 billones de pesos al año (Dinero.com, 2016) entregados a familias que tengan hijos y estén registrados en el sistema de información, tengan situaciones de vulnerabilidad y puntajes menores a 32.20 en el SISBEN entre otros. (Departamento de Prosperidad Social, 2017).

En segundo lugar, está el programa de apoyo al adulto mayor, que hace presencia en el 70

de las unidades territoriales menores del área de influencia cobijando a 101 adultos mayores, siendo este otro de los rubros de importancia para las cuentas nacionales con cerca de 1.4 billones de pesos al año. (Dinero.com, 2016).

Otro programa común, es el correspondiente a las brigadas de salud que lleva a cabo la Alcaldía municipal en compañía con los hospitales, con frecuencia entre una y dos veces por año.

El otro componente que marca la presencia institucional de carácter nacional es la estrategia "De Cero a Siempre" que se enfoca en coordinar las acciones gubernamentales para la atención y protección de la primera infancia a través del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF, que para el periodo comprendido entre 2010 a 2014 dispuso de 5.4 billones de pesos de las arcas nacionales (Consejería presidencial para la primera infancia, 2017) y que tiene estimado disponer para el año 2018 de 2.4 billones de pesos (Caracol Radio, 2017).

Finalmente, cabe mencionar que la Unión Vial Río Pamplonita hace presencia en el territorio a través de las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, como una estrategia a través de la cual se busca tener contacto permanente con las comunidades aledañas al área de la Concesión.

En lo referente a la presencia institucional de carácter municipal, departamental y nacional, se refleja una ausencia de proyectos departamentales y una preponderancia de los programas del gobierno nacional encaminados a las poblaciones calificadas como vulnerables (tercera edad y primera infancia), otra de las instituciones a resaltar por parte de los líderes de los barrios Cristo Rey Parte Alta y Cristo Rey Parte Baja es la Universidad de Pamplona, a través de prácticas académicas de sus estudiantes.

Por otra parte, además de la presencia institucional en las unidades territoriales menores, el presente acápite tiene como objetivo exponer la organización comunitaria actual, demarcando las líneas de acción de estas organizaciones.

Es así como en la Tabla 5.126 se muestran los proyectos que cada una de las JAC ha gestionado ante la alcaldía municipal o autogestionado, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de sus territorios.

Tabla 5.126 Proyectos de beneficio comunitario unidades territoriales menores

Municipio	Unidad Territorial Menor	Proyectos de beneficio comunitario gestionados o realizados por la JAC	Ejecutados	En ejecución	Proyectados
Pamplona	Vereda Sabaneta Alta	Mejoramiento acueducto	-	-	X
	Vereda Alcaparral	Carretera, alcantarilla de la carretera, Arreglo de la Escuela	X	-	-
		Mejoramiento de la carretera	-	-	X
	Vereda El Naranjo	Mejoramiento de la cancha	-	-	X
	Vereda Ulagá Baja	Construcción de placa huella	X	-	-

Municipio	Unidad Territorial Menor	Proyectos de beneficio comunitario gestionados o realizados por la JAC	Ejecutados	En ejecución	Proyectados
		Adecuación de la vía	-	-	X
	Sabaneta Baja	Mejoramiento de puentes	X	-	-
Pamplonita	Vereda La Hojancha	Mejoramiento vial	X	-	-
		Acueducto veredal	-	-	X
		Mejoramiento de viviendas	-	-	X
Pamplona	Barrio El Buque	-	-	-	-
	Barrio San Luis	Arreglo de la Carrera 2	-	X	-
	Barrio Simón Bolívar	Ninguno	-	-	-
	Barrio Juan XXIII	-	-	-	-
	Barrio Cristo Rey Parte Alta	-	-	-	-
	Barrio Cristo Rey Parte Baja	-	-	-	-

Fuente: Fichas de caracterización rural y urbana, 2017-2018 Aecom – ConCol-UVRP.

A partir de esta revisión de los proyectos de orden comunitario o de gestión comunitaria de la mano de las autoridades municipales, queda en evidencia la funcionalidad de la organización comunitaria de las unidades territoriales menores del área de influencia, para promover acciones conjuntas que mejoren las condiciones de vida de los habitantes.

Dentro de estas acciones, tanto las ejecutadas, como las que están en etapa de ejecución y las proyectadas, resulta cierto la priorización de los proyectos de infraestructura (principalmente de conectividad vial), por encima de los de carácter productivo o formativo.

Lo anterior puede ser explicado por la necesidad de acortar tiempos de desplazamiento y facilidad de comercialización de productos en el casco urbano de Pamplona, el cual resulta ser el principal nodo comercial de la zona y en donde se oferta la mayor cantidad de bienes y servicios, entre los que resulta de primer orden la oferta educativa por la ubicación de la sede del SENA y de la Universidad de Pamplona.

Este enfoque de proyectos gubernamentales de tipo asistencial y las solicitudes y proyectos comunitarios de carácter vial, generan un escenario de importancia para las comunidades al responder a las expectativas de interconexión y complementa las puntuales presencias gubernamentales en temas de interés para estas unidades territoriales menores.

5.3.8 Tendencias del desarrollo

Abordar las tendencias del desarrollo del área de influencia para el proyecto Doble calzada

Pamplona-Cúcuta, UF1 “Variante Pamplona”, significa interpretar la realidad de la región desde una perspectiva multidimensional del desarrollo, mediante el comportamiento y evolución de los factores sociales, demográficos, espaciales, económicos, culturales y político-organizativos, que permiten no sólo conocer las condiciones del área de influencia, sino también predecir su organización futura, resultante de la planificación y toma de decisiones por parte de actores políticos.

Desde este punto de vista, para que los municipios de Pamplona y Pamplonita hagan parte del desarrollo de forma activa desde la escala regional, resulta pertinente identificar la dotación inicial de factores de producción decisivos –como capital social, capital humano, conocimiento, innovaciones, información y las instituciones – o su orientación para desarrollarlos, como punto de partida para alcanzar un desarrollo incluyente más acorde no sólo con un equilibrio social sino ambiental, que son clave para la construcción de ventajas competitivas.

En este escenario, el objetivo del apartado consiste en identificar la posible tendencia del desarrollo con base en los programas y proyectos estratégicos consignados en los planes de desarrollo nacional, departamental y municipal. Asimismo, se revisa el Plan Regional de Competitividad de Norte de Santander como base para la identificación de los principales sectores productivos con potencial de crecimiento. Finalmente, se tienen en cuenta los hallazgos incluidos en los componentes demográfico, espacial, económico, cultural y político - organizativo, para identificar las sinergias encontradas con lo establecido por los mandatarios regionales y locales.

5.3.8.1 El desarrollo desde la perspectiva nacional

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” (Departamento Nacional de Planeación, 2014), establece una hoja de ruta para realizar inversiones de orden nacional en las regiones con el fin de propiciar dinámicas de desarrollo territorial a través de la ejecución de proyectos de interés, que le apuesten a la planificación estratégica y al desarrollo de la asociatividad territorial (Reyes Martínez, 2014).

Por tanto, es importante identificar estrategias y acciones de desarrollo desde la perspectiva nacional, que a la vez se articulen con las iniciativas y dinámicas ya adelantadas por las entidades territoriales. Para dar respuesta a estos retos, el Plan Nacional de Desarrollo, basado en tres pilares fundamentales: paz, equidad y educación, incorpora seis estrategias transversales:

i. Competitividad e infraestructura estratégicas
ii. Movilidad social
iii. Transformación del campo
iv. Seguridad, justicia y democracia para la construcción de paz
v. Buen gobierno
vi. Crecimiento verde

La línea de Competitividad e Infraestructura Estratégicas apunta al fomento del desarrollo económico y humano a través de la interrelación entre los distintos territorios y la nación. Para ello se considera fundamental el mejoramiento y construcción de infraestructura de

transportes; de allí, la apuesta de promover el programa de infraestructura de transporte de concesiones de cuarta generación (4G). Asimismo, el Gobierno Nacional busca promover la empresa privada y la ciencia, innovación y tecnología.

Es de resaltar, que la necesidad de aprovisionar al país con servicios e infraestructura logísticos y de transportes competitivos, ha apalancado la iniciativa de generar estrategias que potencien la infraestructura logística y productiva, y a su vez los corredores de transporte, como la concesión de las vías 4G y los corredores multimodales, buscándose por ejemplo, con dichas alternativas de transporte multimodal (terrestre, férreo, fluvial y aéreo), la minimización de los costos en la operación de transporte en el país, como por ejemplo el desarrollo de la primera fase estratégica multimodal, planteada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la cual consiste en atender puntos críticos y poner en operación los corredores ferroviales Bogotá-Belencito y La Dorada-Chiriguaná, a través de contratos de obra pública, al igual que concesionar el Corredor Férreo Central, el Corredor Bogotá-Belencito y los trenes de cercanías en la región Bogotá-Cundinamarca, con el objetivo de ampliar su capacidad y garantizar la operación de carga (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

La estrategia de Movilidad Social apunta al mejoramiento de la salud, educación y empleo a través de programas enfocados al aumento de la calidad y cobertura de los sistemas educativos y de salud. En la atención integral a la primera infancia, programas de generación de ingresos y el fortalecimiento de Familias en Acción, Colombia Mayor y programas para la atención a las víctimas del conflicto armado, se centran los esfuerzos del Gobierno Nacional para poner en marcha su estrategia.

La estrategia Transformación del campo, se enfoca en la reducción de las brechas de los indicadores sociales entre las poblaciones rurales y urbanas. Esta estrategia busca llevar a cabo acciones encaminadas a transformar y modernizar el campo colombiano a través del fortalecimiento de sistemas de cartografía, catastro, títulos de propiedad y vías de acceso, además de la articulación entre políticas agropecuarias y un programa de desarrollo rural que redunden en un mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales del país.

La estrategia Seguridad, Justicia y Democracia para la Construcción de Paz, da cuenta de la apuesta que está haciendo el Gobierno por garantizar la paz en Colombia; busca fortalecer su legitimidad en los territorios y promover acciones articuladas que integren a las autoridades civiles, la Fuerza Pública y la justicia en los ámbitos local, urbano y rural. Esto, con el propósito de garantizar que el país construya un entorno pacífico.

La estrategia del Buen Gobierno busca la consolidación de un Estado que a través de la responsabilidad fiscal y macroeconómica, garantice la adecuada redistribución de las oportunidades y los recursos entre los colombianos (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Adicionalmente, el Plan de Desarrollo propone un enfoque territorial que desarrolla a nivel regional dichas estrategias transversales de política. Este enfoque, enfatiza el reconocimiento de las características de cada región, departamento, subregión y municipio a fin de establecer referentes para la definición de metas a partir de esfuerzos diferenciados

en cada zona del país (Departamento Nacional de Planeación, 2014) y así focalizar y particularizar las actuaciones públicas nacionales, y hacerlas consecuentes con la diversidad regional (Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible - DNP, 2008). Para efectos del presente estudio, se abordan los aspectos más importantes concernientes a la región Centro-Oriente, de la cual hace parte el departamento de Norte de Santander, objeto de análisis[14].

Para la región Centro-Oriente y Bogotá D. C., el Gobierno Nacional le apuesta a una región conectada física y digitalmente, la cual incentive la integración y el desarrollo productivo sostenible, y con ello permita aumentar la competitividad y productividad del sistema productivo, mediante una visión de un crecimiento verde y de gestión de conocimiento (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Para lograr lo anterior, el Gobierno Nacional plantea tres objetivos estratégicos: (i) Descongestionar y articular la red primaria de transporte y desconcentrar los centros logísticos; (ii) Potenciar los servicios ambientales de la franja oriental, la innovación en los sectores competitivos de la franja central, y el emprendimiento cooperado de pequeños productores en toda la región; y (iii) Reducir las brechas en formación de capital humano y empleo entre subregiones[15] (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

De este modo, para cumplir el primer objetivo, el gobierno propone fundamentar dicho objetivo en torno a tres estrategias, que articulan la red primaria, reducen la dependencia del transporte que se desarrolla por medio de corredores carreteables, y aprovechan las potencialidades y ventajas de las zonas industriales, para la localización de proyectos logísticos. Lo anterior basándose en potenciar la intermodalidad en la red logística y zonas productivas específicas, y en fortalecer y mejorar la conectividad de la región con otras regiones (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

En este sentido, con la potenciación de la red logística multimodal, el Gobierno Nacional busca desarrollar acciones que permitan apalancar la intermodalidad en el acceso de las zonas carboníferas, localizadas en Cundinamarca, Santander y Boyacá, a los puertos del litoral Atlántico. Para dar alcance a lo anterior, el Gobierno Nacional propone establecer, rehabilitar o mejorar una línea férrea que conecte los centros productivos de Boyacá y Cundinamarca, a la red ferroviaria central y a los puertos del río Magdalena y del Caribe, esto con el fin de potenciar el sistema productivo, comercial y empresarial del centro del país (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Por otra parte, con el fortalecimiento y mejoramiento de la conectividad de la región con otras regiones, entre el sistema de ciudades de la región y con la zona fronteriza, el Gobierno Nacional buscará impulsar la conexión de la red primaria, esto mediante actividades de mejoramiento y rehabilitación de corredores transversales, como el de la red primaria que comunica el Centro Oriente y Bogotá D. C con la región de los llanos (Bogotá-Villavicencio, Transversal del Sisga, Transversal de Cusiana, La Lejía-Saravena).

[14] Las regiones priorizadas por el Plan Nacional de Desarrollo son: Pacífico (Chocó, Cauca, Valle y Nariño); Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena, San Andrés y Providencia y Sucre); Centro Oriente (Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander); Centro Sur (Tolima, Huila, Caquetá, Putumayo y Amazonas); Llano (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vaupés y Vichada); y Eje Cafetero (Risaralda, Caldas, Quindío y Antioquia).
[15] En la descripción de las estrategias a seguir para el cumplimiento de los objetivos, se hace énfasis en las pertinentes al departamento de Cundinamarca, objeto de estudio.

Igualmente, dicha potenciación de la conectividad se fundamenta en la mejora de los accesos a las ciudades principales y la implementación de los Sistemas Integrados de Transporte Regional (SITR) (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

En materia del sistema aeroportuario, el Gobierno impulsará la competitividad del país, mediante la ampliación del actual Aeropuerto Internacional El Dorado, esto con el propósito de garantizar su operación eficiente durante los próximos años. Así mismo, como polo estratégico, el Gobierno orientará sus miras de desarrollo, hacia la construcción del nuevo aeropuerto internacional El Dorado 2 en la sabana de Bogotá, con el fin de tenerlo en operación para el año 2021 (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Con relación al segundo objetivo, sobre la potenciación de los servicios ambientales de la franja oriental, procesos de innovación que aumenten la competitividad de la franja central y el emprendimiento de pequeños productores en toda la región, la nación estableció cuatros líneas estratégicas que articulan el desarrollo de la región con su sostenibilidad en el largo plazo, aunque profundizando en los bienes y servicios que presta el recurso hídrico (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

En síntesis, dichas líneas de acción fundamentan la generación de incentivos y mecanismos para la protección de los servicios ecosistémicos, que proporcionan y regulan el recurso hídrico, desde el punto de vista de la oferta, con los cuales generan capacidades e innovaciones que potencializan el uso racional del agua y el manejo de los vertimientos. Lo anterior atado a la cooperación y el apalancamiento del progreso agro-familiar, mediante el encadenamiento de la red productiva, con sistemas de innovación y de desarrollo tecnológico, competitivo y sostenible (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Por último, para dar cumplimiento con el tercer objetivo relacionado con la reducción del aislamiento y las brechas socioeconómicas de las franjas oriental y occidental de la región, se plantea generar una política integral que genere apoyo a las entidades territoriales en el mejoramiento de la infraestructura vial terciaria, con el fin que mejore la conectividad a los centros de acopio y a las actividades turísticas, al igual que los accesos a los servicios sociales. Con ello, a su vez generar el fortalecimiento estatal integral en zonas no conectadas o vulnerables, incluyendo acciones conjuntas entre diferentes sectores, reduciendo así las brechas causadas con la inequidad y los problemas de habitabilidad en la región (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Se concluye entonces, que esta estructura territorial propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo, se soporta de un lado, en la definición de diagnósticos precisos sobre las disparidades y las potencialidades regionales y de otro lado, en la materialización de tales diagnósticos en la formulación y priorización de lineamientos de política, cursos de acción, e inversiones específicas con metas cuantificables, estas últimas definidas conjuntamente con las regiones (Departamento Nacional de Planeación, 2014). Estos ejes y estrategias abarcan las diferentes dimensiones del desarrollo regional que permiten caracterizar una visión de desarrollo compartida entre la nación y los entes territoriales.

5.3.8.2 El desarrollo desde la perspectiva departamental

Para efecto de este apartado, se consideran dimensiones del desarrollo, las distintas facetas individuales, sociales y de contexto, que permiten aproximarse a su integralidad y eventualmente contribuir a orientar su evolución futura. Si se acepta que el desarrollo es un proceso de transformación social, es necesario incorporar en el estas diversas categorías de relaciones (Sánchez, 2008)[16].

Con base en lo anterior, se presentan a continuación las líneas estratégicas que direccionan los propósitos del Gobierno departamental para identificar sus sinergias con las del Plan de Desarrollo Nacional 2014 – 2018.

El Plan de Desarrollo Departamental de Norte de Santander 2016 – 2019 "Un Norte Productivo para Todos", propone 5 ejes estratégicos y 4 ejes transversales a través de los cuales, el Gobierno departamental buscar jalonar el desarrollo. Cabe mencionar que las propuestas del documento coinciden de manera explícita con las dimensiones sociales, políticas y económicas mencionadas anteriormente.

El primer eje estratégico es el de *Infraestructura* y se considera determinante para mejorar las condiciones de vida de la población a través de su aporte para ampliar el mercado laboral y aumentar la productividad (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

La *Educación* corresponde al segundo eje estratégico, dado que potencializa capacidades y en esa medida genera oportunidades para las comunidades. Se espera para el departamento una mejora en la calidad y cobertura del servicio en los distintos niveles educativos, con un enfoque diferencial hacia los grupos que se consideran vulnerables (jóvenes, mujeres, personas en situación de discapacidad, adulto mayor e indígenas) (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

El tercer eje estratégico se ha denominado *Servicios Sociales* y apunta a la garantía de derechos como la vivienda, recreación, cultura y salud con un enfoque diferencial hacia los grupos considerados vulnerables (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

La *Productividad y Competitividad* constituyen el cuarto eje estratégico del Gobierno departamental y apunta al fortalecimiento de la agroindustria, el sector minero energético, la manufactura y los bienes y servicios con la ayuda de la empresa pública y privada (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

El quinto eje estratégico se denomina *Convivencia y Reconciliación* y busca insertarse en el escenario de posconflicto a través de la construcción de una política pública que

[16] De manera simplificadas las dimensiones del desarrollo podrían caracterizarse así:
Sociales: engloban el conjunto de lazos que cada individuo teje con los demás seres humanos de su entorno, hecho que ocurre en un medio social en donde forma su identidad y trata de llegar a ser lo que quiere, lo que es imposible sin el concurso de otras personas.
Económicas: que se derivan de la búsqueda común de medios para satisfacer las necesidades de subsistencia.
Políticas: que surgen de la necesidad de asegurar las condiciones de convivencia entre todos aquellos que forman parte de la sociedad.
Ambientales: que se refieren a las interacciones entre los humanos y los otros seres que forman parte de su entorno, presididas también, por las necesidades propias de la subsistencia.

contribuya a mejorar las condiciones de la población víctima de conflicto armado colombiano (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

Asimismo, la *Innovación* corresponde a uno de los ejes transversales de la administración departamental, en tanto, puede fortalecer la industria para posicionar su producción a nivel nacional e internacional (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

El *Emprendimiento* por su parte, busca la articulación entre la academia, el sector productivo y la institucionalidad pública, tendiente a fortalecer la economía en cuanto a la generación de empleo y de ingresos. Incluso propone la creación de un modelo de emprendimiento propio basado en las características del territorio que favorezca a las comunidades (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

Las T*ecnologías de la Información y las Comunicaciones,* se consideran determinantes para apostarle al aumento de la productividad y la promoción de su producción en el escenario regional, nacional e internacional (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

Finalmente, la administración departamental busca invertir en el *Talento Humano* del territorio como la base del progreso y el desarrollo (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

Con base en lo anterior, el documento propone un Plan Estratégico que, de acuerdo con la caracterización del territorio en los diferentes aspectos, propone determinados programas, subprogramas y metas.

Por otra parte, en los anexos del documento citado, se mencionan las iniciativas que surgieron en las mesas de concertación territorial y otras que representan las necesidades y solicitudes formuladas por los diputados y concejales; en los dos casos, se presentan por subregiones y municipios.

De acuerdo con las propuestas realizadas por los representantes de las comunidades ante la Gobernación, se observa que la gran mayoría busca el mejoramiento en las condiciones de vida de los habitantes de Pamplona y Pamplonita. El aumento en la calidad y cobertura de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, disposición de residuos sólidos, energía eléctrica, gas, telefonía, entre otros) y sociales (salud, educación, recreación, vivienda, vías, entre otros), representa el común denominador de las iniciativas relacionadas en la Tabla 5.127

Tabla 5.127 Iniciativas de proyectos por subregión y municipios, Según Plan de Desarrollo Departamental 2016 – 2019[17]

Nivel territorial	Descripción	Propuestas	
Subregión Suroccidental	Iniciativas recogidas en las mesas de concertación territorial - Apuestas Subregión Suroccidente	- Fortalecimiento de la seguridad rural y urbana con la construcción y dotación del FUERTE de CARABINEROS PROVINCIAL -Adecuación de caminos reales y mejoramiento de la red terciaria para acceder a sitios de interés ecológico	-Plan de embellecimiento de las cabeceras municipales e instalación de Mobiliario Urbano
Pamplona	Proyectos significativos Pamplona	-Implementación de un sistema multimodal de transporte que conecte el transporte urbano con líneas de teleférico - Pavimentación de vías urbanas	-Construcción y Adecuación de escenarios deportivos - Cofinanciación del Banco de Maquinaria
Pamplonita	Proyectos significativos Pamplonita	-Mantenimiento, mejoramiento y conservación de 1.050 metros lineales, vía principal al municipio de Pamplonita. - Implementación de 200 hectáreas entre caña, cacao y cítricos para zona marginal cafetera baja.	- Compra, implementación y adecuación de la Granja Integral, así como del Hogar Juvenil Campesino para la atención de familias víctimas del conflicto y su proceso de integración del post conflicto. - Construcción de 5.000 metros lineales de Placa Huella para mejorar vías terciarias en 10 veredas.
Subregión Suroccidental	Necesidades y solicitudes obtenidas de Diputados y concejales - Subregión Suroccidente	-Proyectos productivos con plantas, semillas, abonos, químicos, fertilizantes y asistencia técnica para asegurar la sostenibilidad y productividad del proyecto - 97 de la población de la subregión. -Planes de vivienda rural con cocinas sin humo, baterías sanitarias, pozos sépticos. -Atención a personas con discapacidad a través del establecimiento de unidades productivas. Se cuenta con el espacio. -Compra de áreas estratégicas para la protección de microcuencas que abastecen los acueductos. -Proyectos regionales de reforestación para la protección de las microcuencas. -Tratamientos de las aguas residuales como proyecto regional para descontaminar el río Pamplonita.	-Manejo de basuras en la región. -Banco de maquinaria para el desarrollo del campo como los tractores, etc. -Atención a la población con discapacidad con las posibilidades para adelantar estudios superiores con el transporte y ayudas técnicas como traductores, lenguaje de señas, etc. -Alianza con la Universidad de Pamplona para el apoyo con investigación para la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo para la región, orientados especialmente a la población vulnerable.

17

Pamplona	Iniciativas municipio de Pamplona	-Continuidad del programa de mejoramiento de vivienda rural que se ha desarrollado en la localidad. -Programa para la construcción de vivienda en lote propio. -Dotación de un centro de rehabilitación para consumidores de Sustancias Psico Activas. -Atención a personas con discapacidad a través del establecimiento de Unidades productivas. Se cuenta con el espacio para el desarrollo del proyecto. -Generación de empresa en pamplona para emprendedores con tecnologías de la información y las comunicaciones. -Fortalecimiento de la formación en gobierno en línea y nativo digital a la subregión Mejoramiento de los sistemas de riego. Construcción de placa-huellas en las vías terciarias. Mejoramiento de la infraestructura educativa rural. Continuar con el mejoramiento de la carretera a Bucaramanga. 500 metros ya tienen placa huella Mejoramiento de las vías secundarias. Mejoramiento del acueducto y alcantarillado urbanos. Mejoramiento de los escenarios deportivos existentes y construcción de nuevos. Construcción ciclo vías. Construcción de parques biosaludable. Impulsar con infraestructura el agroturismo en la región. -Atención a la discapacidad cognitiva del municipio. Mejoramiento locativo para que se puedan prestar los servicios de terapias a esta población. -Alianza con la universidad de Pamplona para el apoyo con investigación para la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo para la región, orientados especialmente a la población	-Fortalecer la Universidad de Pamplona. -Crear fondo con recursos para apoyo a los microempresarios de la región. -Oficina de IFINORTE de manera permanente en Pamplona. -Terminar la vía a Cristo Rey con Juan XXIII y otras vías urbanas. -Crear la oficina del historiador en Pamplona -Estudio técnico para el desarrollo del programa de reciclaje en la región con la Universidad de Pamplona, proyecto presentado al SGR. -Centro de bienestar animal para Pamplona que promueve la defensa de la vida de los animales y la prevención del maltrato. -Unidad móvil para la esterilización de perros y gatos. -Espacio físico para los pensionados de la Policía y el Ejército. -Construcción de la sede social para la recreación del adulto mayor de la subregión, se cuenta con el espacio físico. -Asojuntas: convenios solidarios con las JAC. -Financiar los juegos departamentales de las JAC. -Espacio físicos para la articulación del trabajo de los entes sociales existentes en el municipio de Pamplona. -Realizar los estudios para asegurar el mínimo vital en la prestación de los servicios básicos de agua potable y saneamiento básico a la población vulnerable. -Incluir a Pamplona como beneficiaria de los incentivos a la población afectada por la emergencia económica de la región de frontera. Revisar la vida financiera de la ese de la subregión suroccidental Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2106-2019 “Un Norte Productivo Para Todos". Rescatar la infraestructura deportiva de Pamplona, San Pedro, Santa Martha, etc. Mantenimiento y dotación del Coliseo Municipal. Apoyo a deportistas de alto rendimiento. Semaforización de Pamplona para mejorar la movilidad. Mejoramiento de las vías urbanas bajo la modalidad Comunidad – Gobierno, Proyecto PRIDECO está terminando luego se propone la implementar del plan de desarrollo forestal con el apoyo de Corponor y la Gobernación-. Atención a la discapacidad cognitiva del municipio. Mejoramiento locativo para que se puedan prestar los servicios de terapias a esta población. Alianza con la universidad de Pamplona para el apoyo con investigación para la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo

Nivel territorial	Descripción	Propuestas	
		vulnerable -Convenios de subsidios suscritos para la educación superior virtual con la UNAD, actualmente con 5 municipios y abierta a otros municipios del departamento. -Extensión e investigación de los estudiantes de la UNAD con las comunidades de los municipios de la subregión.	para la región, orientados especialmente a la población vulnerable. Convenios de subsidios suscritos para la educación superior virtual con la UNAD, actualmente con 5 municipios y abierta a otros municipios del departamento. Extensión e investigación de los estudiantes de la UNAD con las comunidades de los municipios de la subregión.

Nivel territorial	Descripción	Propuestas	
Pamplonita	Iniciativas municipio de Pamplonita	Construcción y ampliación de la vía de acceso al municipio. -Construcción y ampliación de planta de aguas residuales, la existente se encuentra fuera de servicio. -Mejoramiento del Coliseo Municipal. -Placa- huellas en vías de la vereda Matagira. -Electrificación rural para 22 veredas con viviendas dispersas. -Proyecto de granadilla en veredas altas del municipio: 30 usuarios. -Innovación tecnológica para mejorar el sector ganadero de la región. -Construcción de nuevo puesto de salud, el que existe se encuentra en alto riesgo. -Adquisición de unidad móvil para actividades extramurales en salud. -Nombramiento de médico de manera permanente en el municipio. -Dotación de ambulancia para el municipio, la que existe no está prestando un buen servicio por su mal estado. -Implementar laboratorio de salud en el municipio.	-Construcción de cancha sintética. -Cubierta para la cancha de microfútbol. -Apoyo a las asociaciones productoras de frutas y hortalizas de la región para darle un valor agregado a la producción. -Placa -huellas en vías de las veredas del municipio especialmente en los sectores críticos. -Construcción de escenarios deportivos en escuelas rurales del municipio: vereda Picapica, Las Isabeles. -Computadores para las escuelas rurales del municipio. -Proyectos para la atención del post conflicto. -Puesto de salud para el Sector de El Diamante. -Construcción de puente de cuesca en la vereda la Colonia que favorece a los municipios de Pamplonita y Bochalema. -Construcción de un puente peatonal en el Sector El Diamante.

Fuente: (Gobernación de Norte de Santander, 2016), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2018.

Por otra parte, en el Plan Regional de Competitividad de Norte de Santander, se proyectan en el tiempo para determinar desde la perspectiva económica, cómo esperan que esté el departamento en 2021. De acuerdo con el diagnóstico del territorio y a través de ocho objetivos estratégicos, Norte de Santander se proyecta como:

> […] Es el primer departamento fronterizo reconocido a nivel nacional e internacional como el principal centro de negocios y logística de la región andina; por su desarrollo industrial; competitivo en carbones y cerámica, productos forestales, madera y muebles, confecciones y calzado, agroindustria y servicios a la producción, el bienestar y el entretenimiento. Con un modelo de desarrollo económico endógeno, autosuficiente y autosostenible, cuyos principios rectores son el emprendimiento y la asociatividad (Cámara de Comercio de Cúcuta, s.f.).

Los ocho objetivos estratégicos son:

i. Con empresas industriales líderes y exportadoras
ii. El departamento aprovecha su potencial minero
iii. Un territorio con desarrollo comercial y de servicios
iv. Actividad agrícola y forestal con valor agregado
v. La ciencia y tecnología al servicio del desarrollo
vi. La infraestructura y servicios públicos acorde a nuestras necesidades
vii. Educación y competencias laborales
viii. Sistema de información único como base del desarrollo regional (Cámara de Comercio de Cúcuta, s.f.).

Con base en lo anterior, se infiere que el departamento le apuesta a fortalecer la ciencia, la tecnología y la educación como jalonadoras del desarrollo regional, aspecto que se alinea con el contexto actual en el que los bienes y servicios son los que más participación otorgan en la economía de los territorios.

Para cumplir cada uno de los objetivos estratégicos, se fijan estrategias, iniciativas, indicadores, metas y responsables, dentro de los cuales se contemplan entidades públicas, empresas privadas y mixtas, gremios, entre otros. De lo anterior, se infiere que el desarrollo del departamento es percibido como una corresponsabilidad entre los diferentes sectores.

De acuerdo con la verificación de prensa, se encuentra que, en julio de 2017, se llevó a cabo el Primer Consejo Departamental de Planeación (CDP), organizado por las Cámaras de Comercio de los municipios de Cúcuta y Pamplona y la Gobernación de Norte de Santander, con el propósito de recabar los insumos para fortalecer los Planes de Desarrollo. Asimismo, con el desarrollo de estos encuentros se busca conformar el Sistema Departamental de Planeación que deberá ser articulado con los consejos departamentales de Santander, Boyacá, Cundinamarca y Bogotá, de manera tal que se origine la planeación participativa en los territorios y se construya una visión de futuro compartida. (La Opinión, 2017).

5.3.8.3 El desarrollo desde la perspectiva municipal

A continuación, se describen los aspectos que los alcaldes municipales trazaron como lineamientos de su gobierno.

De manera explícita, el Plan de Desarrollo Municipal de Pamplona para el periodo 2016 – 2019 “El cambio está en nuestras manos”, vincula su contenido a lo planteado en los documentos nacional y departamental. A través de la Figura 5.40, se presenta el esquema que ilustra los cuatro ejes estratégicos de dicho documento.

Figura 5.40 Esquema de ejes estratégicos, Plan de Desarrollo Municipal Pamplona 2016 – 2019

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016)

Cada uno de los ejes estratégicos a su vez está compuesto por unos temas que la administración municipal priorizó para perfilar el desarrollo de Pamplona, tal como se presenta a través de la Tabla 5.128.

Tabla 5.128 Ejes estratégicos y subtemas según Plan de Desarrollo Municipal Pamplona 2016 – 2019

Ejes estratégicos	Temas	
Social	-Educación -Salud -Agua Potable y Saneamiento Básico, -Deporte y Recreación -Primera Infancia, Infancia, Adolescencia y Juventud	-Víctimas -Vivienda -Adulto Mayor -Discapacidad -Mujer -LGTBI -Cultura
Subtotal	12	
Económico	-Empleo -Turismo -Agropecuario	-Transporte -Tránsito -Servicios Públicos Diferentes AAA
Subtotal	6	
Institucional	-Equipamiento -Desarrollo Comunitario -Sisbén	-Fortalecimiento Institucional -Justicia -Seguridad
Subtotal	6	
Ambiental	-Ambiental	-Prevención y Atención de Desastres

Ejes estratégicos	Temas
Subtotal	2
Total	**26**

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2018.

De la información de la Tabla 5.128, se infiere que la Alcaldía Municipal ha dado mayor importancia al eje social dentro de su plan de gobierno, al reportar 12 temas asociados, sobre los cuales va a trabajar durante el cuatrienio, dando cuenta de su intención de mejorar las condiciones de la población pamplonesa. Después del social, se encuentran los ejes económico e institucional con seis temas cada uno, y, por último, el ambiental con dos.

Con el propósito de identificar qué proyectos se están adelantando por la administración municipal, a través de la Tabla 5.129 se presentan las iniciativas reportadas a través de la Página Web oficial del municipio.

Tabla 5.129 Proyectos reportados por administración municipal Pamplona, periodo 2016 – 2019

Proyecto	Estado	Inversión	Financiador	Fotografía
Recuperación y construcción de muros de contención del paseo del río Pamplonita	Finalizado	$ 1.689.439.444	Departamento para la Prosperidad Social	Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016)
Reestructuración del Parque Principal	Finalizado	$2.356.000.000	Alcaldía Municipal	Fuente: (Archdaily, 2016)
Rehabilitación del espacio urbano de la ribera del río Pamplonita comprendido entre la Calle Quinta y la Calle 16	Finalizado	$ 1.201.111.936	Departamento para la Prosperidad Social	Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016)

Proyecto	Estado	Inversión	Financiador	Fotografía
Construcción Centro Bienestar para la Atención de la Tercera Edad	Finalizado	$ 654.183.372	Alcaldía Municipal	Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016)
Construcción del Centro de Integración Ciudadana,	Finalizado	$ 790.000.000	Ministerio del Interior y Alcaldía Municipal	Fuente: (La Opinión, 2016)
Adecuación, ampliación y mejoramiento de los mercados: Independencia y Verona.	Finalizado	$ 801.910.151	Alcaldía Municipal	Fuente: (La Opinión, 2016)

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplona, 2016), consultado y organizado por Aecom – ConCol, 2017.

De otra parte, el diario La Opinión de Norte de Santander reporta que el Secretario de Vivienda y Medio Ambiente del departamento, informó que se pretende aspirar a 1.300 cupos de vivienda gratuita que ofrece el Gobierno Nacional. El funcionario "[…] Destacó que los proyectos de construcción de vivienda estarían en Villa del Rosario, Los Patios, San Cayetano, Durania, El Zulia, Tibú, Ocaña, Santiago, Puerto Santander, Pamplona y Chinácota, teniendo en cuenta que son los calificados para la edificación de casas en lote privado" (La Opinión, 2018).

Asimismo, en 2015 se construyó en el municipio un proyecto que involucra a 51 afiliados de la Asociación de Productores de Leche de Pamplona (ASOLEP) que consiste en la construcción de una planta de acopio, almacenamiento y refrigeración de la leche producida en la zona rural cuyo destino sería inicialmente la capital del departamento. La asociación recibió recursos del Ministerio de Agricultura, la Gobernación de Norte de Santander y la Alcaldía Municipal. Se espera que con el tiempo se reciba producción lechera de otros municipios y se comercialice en otros mercados (La Opinión, 2015).

Durante el primer semestre de 2016, Leonel Rodríguez Secretario de Desarrollo Económico de Norte de Santander, inició proceso en los municipios de la Provincia de Pamplona (Pamplonita, Chitagá, Silos, Cácota y Mutiscua), con el propósito de fortalecer los proyectos agropecuarios productivos. El funcionario aseguró que Pamplona es una de las ciudades que cuenta con un Centro de Desarrollo Empresarial que beneficiará a 800 emprendedores de 10 municipios de la región. Al respecto, Rodríguez señaló que "[…] Vamos a apoyar

todos los agronegocios establecidos y los que estén en proceso de emprendimiento […] El gobierno departamental está dispuesto a apoyar con asistencia técnica, gestionado recursos ante el Ministerio de Agricultura o direccionado los proyectos para que salgan adelante […]" (La Opinión, 2016).

Otro proyecto que se identifica en el municipio y que sin duda representa la apuesta del Estado por fortalecer el sistema de interconexión vial, es la construcción de la doble calzada entre Cúcuta y Pamplona. El pasado mes de julio, el presidente Juan Manuel Santos firmó el acta de inicio para la ejecución del proyecto y afirmó que "[…] Esta obra tiene unos inmensos beneficios… Cúcuta, Norte de Santander, tiene que conectarse con el resto del país, no puede continuar aislada por el estado de las carreteras, Cúcuta, Pamplona y Norte de Santander, estaban aisladas del resto del país" (Caracol Radio, 2017). Se estima que las obras finalizarán en 2022 con una inversión de 1,5 billones de pesos y contempla la construcción de 47 kilómetros de segunda calzada y cuatro kilómetros de la variante de Pamplona, seis túneles, 44 puentes y la rehabilitación de los 62 kilómetros de la calzada existente (Portafolio, 2017).

De otra parte, el diario La Opinión de Norte de Santander reporta que el Gobernador del departamento, anunció durante la visita institucional que hizo al coliseo cubierto del Instituto Superior de Educación Rural (ISER) en el municipio de Pamplona, la ejecución del Proyecto Mirador Turítico de Cristo Rey, el cual contará con una inversión de $1.150 millones. El mandatario "[…] Destacó que la meta es que las obras estén listas para estrenarse en la temporada de Semana Santa de 2019, que es cuando se tiene la oportunidad de recibir a centenares de turistas que suben a disfrutar de la mejor panorámica que tiene la ciudad" (La Opinión, 2018).

Fotografía 5.75 Estado actual vía Cúcuta - Pamplona

Fuente: (Portafolio, 2017)

De otra parte, el Plan de Desarrollo de Municipal de Pamplonita 2016 – 2019, define su ruta de acción a través de distintos programas que ha enmarcado en cuatro ejes de desarrollo para el cuatrienio, tal como se relacionan en la Tabla 5.130.

Tabla 5.130 Ejes de desarrollo según Plan de Desarrollo Municipal Pamplonita 2016 – 2019

Ejes estratégicos	Programas	
Desarrollo Social	-Pamplonita es primero en salud -Pamplonita es primero en atención a grupos vulnerables y víctimas del conflicto	-Pamplonita es primero en cultura, recreación y deporte para el uso adecuado del tiempo libre -Pamplonita es primero en seguridad y convivencia para la construcción de paz
Subtotal	4	
Desarrollo Productivo, Ambiental y Turístico	-Pamplonita es el primero en la protección del ambiente y gestión del riesgo de desastres	-Pamplonita es primero en el desarrollo de la producción agrícola, pecuaria y turística
Subtotal	2	
Desarrollo Económico	-Pamplonita es primero en el mejoramiento de la infraestructura del municipio	-Pamplonita es primero en la prestación de los servicios públicos domiciliarios eficientes
Subtotal	2	
Fortalecimiento Institucional	Pamplonita es primero en el mejoramiento del desarrollo administrativo para el logro de la eficiencia administrativa.	
Subtotal	1	
Total	9	

Fuente: (Alcaldía Municipal de Pamplonita, 2016), consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017.

De manera general se observa que los ejes estratégicos y programas del Plan de Desarrollo de Pamplonita, coinciden en buena medida con los de Pamplona. En primera instancia, los ejes social, económico e institucional se encuentran en los dos documentos y el ambiental también, sólo que en Pamplona resulta más específico mientras que en Pamplonita incorpora además el desarrollo productivo y turístico.

Caso similar a lo ocurrido en Pamplona, en Pamplonita el componente social resulta ser el más promovido dentro del Plan de Desarrollo Municipal para el cuatrienio a través de cuatro programas, seguido del Productivo, Ambiental y Turístico y el económico con dos y, por último, el Fortalecimiento Institucional con un programa.

A continuación, se relacionan los reportes encontrados a través de distintas fuentes, que ilustran los proyectos implementados de manera reciente en Pamplonita. En primer lugar, en mayo de 2016, la prensa local reportó el inicio de las obras para la instalación de gas domiciliario en los municipios de Bochalema, Durania, Pamplonita, Chinácota, Ragonvalia y Herrán. Al respecto, un funcionario de la Gobernación de Norte de Santander mencionó que:

> Esto traerá una gran ventaja para los habitantes de estos pueblos porque en muchos de ellos todavía se cocina con leña […] Otros, compran su pipeta de gas, de unas 33 libras, que les vale entre 50 a 55 mil pesos y les dura un mes (La Opinión, 2016)

Asimismo, aseguró que la entidad otorgará subsidios para los costos de facturación a las familias más vulnerables para que la prestación del servicio sea un beneficio (La Opinión, 2016).

Por otra parte, se encuentra que en Pamplonita se está replicando el programa Escuela

para Jóvenes Cafeteros que inició en el municipio de Arboledas. El proyecto con el apoyo del Comité de Cafeteros de Norte de Santander ofrece “acompañamiento en asistencia técnica, investigación científica, incentivos en material técnico, bolsas, semillas y fertilizantes para el levante y la producción del café”. Además, el Comité compra la producción garantizando la generación de ingresos para los jóvenes beneficiarios.

Del mismo modo, la Gobernación del departamento promovió cinco proyectos agrícolas con una inversión de 2.250 millones de pesos. La iniciativa busca aumentar la productividad y las hectáreas sembradas en los municipios de Pamplonita, Toledo, Hacarí, Lourdes y Arboledas. En Pamplonita se espera beneficiar a 60 productores de durazno y proveer tecnología para optimizar la producción y facilitar su comercialización (La Opinión, 2017).

De otro lado, la Gobernación de Norte de Santander, reporta tres alternativas implementadas recientemente que vale la pena mencionar, pues si bien no permiten inferir hacia dónde se marca la tendencia del desarrollo del municipio, sí muestran hacia qué programas se está enfocando la inversión.

Pamplonita cuenta con un grupo de investigación promovido por el proyecto Enjambre, de la Gobernación del departamento, que busca fortalecer las competencias de los niños que cursan la primaria a través de la enseñanza, la investigación y las nuevas tecnologías. En la Institución Educativa Nuestra Señora del Pilar de Pamplonita, el año pasado 35 estudiantes hicieron parte del proyecto, lo que les facilitó crear hábitos escolares y hacer un adecuado uso del tiempo libre (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

Fotografía 5.76 Producción de durazno, Norte de Santander

Fuente: (Portal del Campo, 2013)

Otra de las iniciativas promovidas por la Gobernación y la administración municipal actual, es la inauguración del Primer Hogar Juvenil Campesino. Este hogar, recibirá a 24 jóvenes de origen rural y además de ofrecerles formación académica, les permitirá hospedarse allí. La primera dama del departamento afirmó que:

> He conocido el caso de muchos jóvenes que por las largas distancias no pueden asistir a clases y eso ha elevado el índice de deserción escolar en la zona rural, por lo tanto, el Hogar Juvenil Campesino le brinda esa oportunidad, para que terminen sus estudios y de paso lo complementen con formación en desarrollo agrícola (Gobernación de Norte de Santander, 2017).

El Hogar Juvenil Campesino estará ubicado en el sector del polideportivo La Sabana y contará con habitaciones para hombres y mujeres, cocina, baños. Además, estará cerca de

la Biblioteca Municipal y tendrá una hectárea de terreno para adelantar proyectos agrícolas y aprovechar la vocación campesina de los estudiantes.

Fotografía 5.77 Hogar Juvenil Campesino, Pamplonita

Fuente: (Gobernación de Norte de Santander, 2017)

En consecuencia, con la importancia musical del municipio (tal como se mencionó en el componente demográfico del presente documento, numeral 5.3.2.), la Gobernación Departamental hizo entrega de instrumentos musicales y gestionó la donación de vestuario para los integrantes del grupo musical Los Auténticos de la Carranga, oriundo del municipio. Lo anterior como un incentivo dado su reconocimiento a nivel regional. Al respecto, el jefe de prensa de la entidad señaló que “Son jóvenes talentosos. Laboran en la minería y el campo. Como también soy de Pamplonita, conozco su esfuerzo y dedicación, por eso hemos logrado que la Gobernación les entregue unos instrumentos y que la empresa privada les entregue un vestuario” (Gobernación de Norte de Santander, 2017).

Luego del panorama presentado con relación a lo establecido en los planes de desarrollo nacional, departamental y municipal, además de los lineamientos del Plan Regional de Competitividad, se identifica que los programas sociales y de fortalecimiento agrícola, son los que actualmente se están implementando en Pamplona y Pamplonita. De acuerdo con los proyectos agrícolas adelantados en los dos municipios, se evidencia el interés que está despertando el campo colombiano para el desarrollo socioeconómico de los territorios, como se había mencionado en el componente demográfico (numeral 5.3.2). De igual manera, la construcción de la doble calzada entre Pamplona – Cúcuta se considera indispensable en la medida en que puede facilitar el transporte y la comercialización de los productos agrícolas cuya producción se está incentivando. Cabe agregar que en la caracterización de los componentes económico (numeral 5.3.4) y político - organizativo (numeral 5.3.7) se amplía la información correspondiente a los proyectos que se están adelantando en los municipios y en las unidades territoriales menores que constituyen el área de influencia del presente estudio, de acuerdo a la información aportada por el Sistema General de Regalías, y las fichas de caracterización rural.

De acuerdo con los aspectos caracterizados en los componentes demográfico, espacial, económico, cultural y político – organizativo, se identifican dos sectores que pueden perfilar la tendencia del desarrollo de los municipios. El primero es el educativo por la importancia que tiene Pamplona en el entorno regional como ciudad universitaria. La Universidad de Pamplona constituye un referente para la población nortesantandereana y foránea que desea formarse profesionalmente. Esto influye de manera transversal en la dinámica de los

componentes antes mencionados. En el demográfico por los flujos migratorios de población generalmente joven que ubican a Pamplona como un municipio apto para alcanzar su formación superior y que muestran un comportamiento poblacional particular.

A nivel espacial por las características del sector educativo con relación a la cobertura y calidad en la prestación del servicio. Además, a través de la importancia que tiene la educación en general, desde el nivel preescolar hasta la media vocacional, la amplia oferta de instituciones, las posibilidades de encontrar varios niveles educativos en un mismo plantel y el número de centros de formación preescolar, se infiere la proyección del desarrollo que puede darse a través de la educación, pues se evidencia una calidad superior en la prestación del servicio en comparación con otras regiones del país. La educación se encuentra de manera explícita dentro de la hoja de ruta de la planeación nacional, departamental y municipal como un aspecto determinante para conseguir el desarrollo de los territorios.

En el componente económico, se evidencia cómo la educación dinamiza ciertas actividades de forma paralela como la prestación de servicios (hoteles, restaurantes, papelerías, lavanderías, café internet, bares, discotecas, entre otros), perfilando la generación de ingresos para el territorio.

Con relación a lo cultural, de acuerdo con la caracterización (numeral 5.3.5.), la población proveniente de la Costa Atlántica y los Llanos Orientales con el propósito de vincularse al sistema educativo transforma permanentemente los patrones culturales de Pamplona por la inclusión de nuevas prácticas que operan en un desarrollo cultural híbrido en el cual se mantienen ciertas tradiciones, pero a su vez tiene nuevas demandas y se enfrenta a nuevos desafíos.

Por último, la educación aparece en el componente político- organizativo, en tanto los mandatarios a nivel regional y municipal lo identifican como un sector de vital importancia para la reducción de brechas y como vehículo de desarrollo.

El segundo sector identificado como potencial impulsor en la tendencia del desarrollo de la zona, es el de infraestructura vial. El respaldo que se ha dado desde el Gobierno Nacional para fortalecer la red vial primaria con el propósito de interconectar los departamentos y facilitar el transporte de pasajeros, mercancías, maquinaria, productos agrícolas, entre otros, es plausible en Pamplona y Pamplonita. Tal como se desarrolla en el componente económico del presente estudio (numeral 5.3.4.), la construcción de las vías 4G ubica a los municipios de interés dentro de Norte de Santander como puntos nodales de movilización hacia el centro del país y demás regiones.

Con la ampliación de la red vial existente, seguramente puede fortalecerse la economía a través del estímulo a sectores como el primario, promoviendo la producción y comercialización agrícola, característica del municipio de Pamplonita. Asimismo, la educación podría cumplir allí un papel importante, en tanto, el capital humano puede contribuir en la consolidación del sistema económico tras la búsqueda de un desarrollo sostenible e inclusivo para la población de Pamplona y Pamplonita.

5.3.9 Información sobre población a reasentar

Durante el desarrollo del estudio se adelantó la identificación de unidades sociales residentes y/o productivas que por efectos del proyecto deben trasladarse. En este sentido, es de aclarar, que el Apéndice Técnico 8 del contrato de concesión establece el Plan de Compensaciones Socioeconómicas, el cual se encuentra definido a través de la Resolución 545 de 2008 del Instituto Nacional de Concesiones INCO hoy Agencia Nacional de Infraestructura ANI y la Resolución 1776 de 2015, el cual consiste en el catálogo de reconocimientos que se otorga a unidades sociales para mitigar los impactos socioeconómicos específicos causados por la ejecución del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, durante el levantamiento de información predial preliminar y sin tener aún el estudio jurídico definitivo de cada predio, en la unidad Funcional 1-Variante Pamplona- se identificó un total de 27 predios con 20 unidades sociales (ocho (8) residentes, siete (7) productivas y cinco (5) de las denominadas “otras unidades sociales”), asimismo, no se identificó población a reasentar, teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la Resolución 077 de 2012 de la Agencia Nacional de Infraestructura, por la cual se establecen los lineamientos de gestión Social para la elaboración y ejecución de planes de reasentamiento poblacional involuntario a unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para proyectos de infraestructura concesionada a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura.

De esta forma y sin aún contar con el estudio social definitivo de las unidades sociales identificadas en la Unidad Funcional 1, se describen las condiciones socioeconómicas y composición de estas.

Tabla 5.131 Características Preliminares de Unidades Sociales Identificadas.

Ficha Predial	Nombre Predio	No. Unidades Sociales Identificadas	Características Preliminares de Unidades Sociales Identificadas
PC-01-0002	PREDIO URBANO FOLIO MEJORAS_ BARRIO EL BUQUE	Cuatro (4) unidades sociales: una (1) US residente, dos (2) US prodcutivas y una (1) denominada Otra US.	En el predio PC-01-0002 se identificó una (1) unidad social residente y una (1) productiva a cargo de la señora Margarita Contreras; asimismo una (1) unidad social productiva a nombre del señor Jose Apuleyo Torres; todas estas en calidad de moradores (arrendatarios); por último, se identificó una unidad social arrendadora propietaria a nombre de Ana Dolores Contreras.
PC-01-0011	LOTE PEDREGAL	Una (1) unidad social productiva.	En el predio PC-01-0011 se identificó una Unidad social productiva formal propietaria, dedicada a la comercialización de combustible denominada Estación de Servicio Los Adioses.
PC-01-0013	PREDIO RURAL LOTE HOY	Tres (3) unidades sociales: una (1) US residente, una (1) US	En el predio PC-01-0013 se identificó una (1) Unidad social residente en calidad de propietaria a nombre de la Sra. Esther Mesa

Ficha Predial	Nombre Predio	No. Unidades Sociales Identificadas	Características Preliminares de Unidades Sociales Identificadas
		prodcutiva y una (1) denominada Otra US.	Carvajal, unidad social cuya tipología familiar es nuclear compuesta por madre, padre y 4 hijos menores de edad.
			Una (1) unidad social arrendadora denominada “Otra Unidad social” cuyo titular de dicha US es la propietaria del predio.
			Una (1) Unidad social residente en calidad de morador con tipología familiar unipersonal.
PC-01-0014	PREDIO RURAL LOTE	Tres (3) unidades sociales: dos (2) US residentes, y una (1) denominada Otra US.	En el predio PC-01-0014 Se identificó una (1) unidad social residente y una unidad social arrendadora propietaria denominada “Otra unidad social” a nombre de la señora Esther Mesa Carvajal; una unidad social residente moradora a nombre del señor Edilson Lozano compuesta por 5 personas, de los cuales dos (2) son menores de edad y uno (1) un adulto mayor.
PC-01-0015	PREDIO RURAL LOTE	Dos (2) unidades sociales: una (1) US residente, una (1) US productiva.	En el predio PC-01-0015 Se identificó unidad social residente moradora a nombre de la señora Jenny Marcela Castro Silva compuesta por 4 personas de los cuales do (2) son menores de edad; Una unidad social productiva formal propietaria cuyo titular es el señor Valerio Castro, dicha actividad económica consiste en la fabricación y venta de bocadillos.
PC-01-0023	PREDIO RURAL UNO DE RESERVA	Cuatro (4) unidades sociales: una (1) US residente, dos (2) US productivas y una (1) denominada otra US.	En el predio PC-01-0023 se identificó una Unidad social residente compuesta por 3 personas y una unidad social productiva informal arrendataria que consiste en restaurante y cafetería a nombre de Zenhia Liuamila Ramirez y una unidad social productiva informal arrendataria que consiste en un motallantas a nombre del señor Jorge Alirio Mogollón Gelves, asi mismo hay una unidad social arrendadora denominada "otra Unidad social" para un total de 4 unidades sociales.
PC-01-0024	PREDIO RURAL LOTE	Dos (2) unidades sociales: una (1) US residente y una (1) US denominada Otra US.	En el predio PC-01-0024 se identificó una unidad social residente moradora (arrendataria) a nombre del señor Carlos Omar Villamizar, compuesta por 2 personas y una unidad social arrendadora denominada “otra unidad social” a nombre de la señora Nelba Mogollón para un total de 2 unidades sociales.

Ficha Predial	Nombre Predio	No. Unidades Sociales Identificadas	Características Preliminares de Unidades Sociales Identificadas
PC-01-0025	PREDIO RURAL LOTE	Una (1) unidad social residente.	En el predio PC-01-0025 Unidad social residente en calidad de propietaria, compuesta por 3 personas entre las que se destaca un menor de edad autista.

Teniendo en cuenta la información de la tabla anterior, a la fecha de los 27 predios a intervenir para la ejecución del proyecto se han identificado un total de 20 unidades sociales, de las cuales ocho (8) son residentes, siete (7) productivas y cinco (5) denominadas “otras unidades sociales”, las cuales de acuerdo a la información recabada cumplen con los requisitos de la Resolución 545 de 2008 del Instituto Nacional de Concesiones INCO hoy Agencia Nacional de Infraestructura ANI, para la aplicación de las medidas o factores de compensación según las condiciones socioecocómicas de cada unidad social.

No obstante, cabe resaltar que a medida que avance el proyecto el Concesionario con base en la información jurídica predial y a lo identificado en el área de intervención durante la etapa de construcción, es posible que se registren unidades sociales ocupantes irregulares, a las cuales se les aplicaría el procedimiento establecido en la Resolución 077 de 2012.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.4. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G CUCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
5.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	1
5.4	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	1
5.4.1	Marco conceptual	1
5.4.2	Objetivos	6
5.4.3	Alcance	6
5.4.4	Métodos	6
5.4.5	Resultados - Caracterización de los SSEE en el área de influencia	12
5.4.6	Relación entre los SSEE y el proyecto	46
5.4.7	Conclusiones	59

CORREDOR 4G CUCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5.1 Criterios para definir el grado de dependencia del proyecto a los servicios ecosistémicos 11
Tabla 5.2 Cálculo del nivel de importancia del impacto del Servicio ecosistémico 12
Tabla 5.3 Caminatas ecológicas ofrecidas para los turistas en Pamplona 32
Tabla 5.4 Dependencia de los servicios ecosistémicos por parte de las comunidades del área de influencia 34
Tabla 5.5 Vereda Alcaparral 37
Tabla 5.6 Vereda El Naranjo 38
Tabla 5.7 Vereda Sabaneta Alta 39
Tabla 5.8 Vereda Sabaneta Baja 40
Tabla 5.9 Vereda Ulagá Baja 41
Tabla 5.10 Vereda La Hojancha 42
Tabla 5.11 Barrio San Luis 43
Tabla 5.12 Barrio El Buque 44
Tabla 5.13 Barrio Simón Bolívar 45
Tabla 5.14 Relación entre uso del suelo y servicios ecosistémicos en el área de influencia físico-biótica 46
Tabla 5.15 Área a utilizar por tipo de infraestructura para el desarrollo del proyecto 47
Tabla 5.16 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado 51
Tabla 5.17 Dependencia de las actividades del proyecto a los servicios ecosistémicos del área de influencia del proyecto 53
Tabla 5.18 Relación entre los SSEE identificados y los impactos 56
Tabla 5.19 Impacto del proyecto sobre los SSEE identificados por la comunidad 59
Tabla 5.20 Impactos y dependencia de Servicios Ecosistémicos 60

CORREDOR 4G CUCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 5.1 Relación entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano 1
Figura 5.2 Área de estudio para el análisis de los SSEE 7
Figura 5.3 Paso a paso para determinar el impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos 12
Figura 5.4 Fuentes abastecedoras de agua en el área de influencia de la UF1 13
Figura 5.5 Fuentes abastecedoras de agua y su importancia en el área de influencia en las unidades territoriales rurales 14
Figura 5.6 Fuentes abastecedoras de agua y su importancia en el área de influencia en las unidades territoriales menores urbanas 16
Figura 5.7 Percepción de la calidad del agua utilizada 17
Figura 5.8 Percepción del cambio en la calidad del agua 17
Figura 5.9 Percepción de la variación en la cantidad del recurso agua disponible 18
Figura 5.10 Causas percibidas sobre la calidad y cantidad del recurso agua 18
Figura 5.11 Uso del agua en otras actividades y dependencia al recurso por las comunidades 19
Figura 5.12 Uso de árboles y plantas en el área de influencia del proyecto 21
Figura 5.13 Uso del suelo y el subsuelo para actividades productivas 23
Figura 5.14 Percepción sobre la calidad del aire 24
Figura 5.15 Causas de la calidad del aire percibida 24
Figura 5.16 Conservación de áreas naturales en la región identificadas por la comunidad 25
Figura 5.17 Páramos cerca al área de influencia del proyecto 27
Figura 5.18 Localización de lagunas Borrero y Seminarista 28
Figura 5.19 Eventos naturales presentados en el área de influencia identificados por los pobladores 29
Figura 5.20 Atractivos naturales para el turismo y la recreación 30
Figura 5.21 Actividades económicas asociadas a atractivos naturales 31
Figura 5.22 Recursos naturales utilizados por la comunidad en eventos, festividades y actividades 33
Figura 5.23 Servicios ecosistémicos del suelo que se ocupará para el desarrollo del proyecto 49
Figura 5.24 Localización franja de captación 49
Figura 5.25 Localización sitio de vertimiento (UF1-V10) sobre río Pamplonita 50

CORREDOR 4G CUCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 5.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Pág.

Fotografía 5.1 Paisaje urbano y rural del área de influencia del proyecto 8
Fotografía 5.2 Levantamiento de encuestas para la caracterización de los servicios ecosistémicos en vereda El Naranjo 9
Fotografía 5.3 Desarrollo de la cartografía social en el barrio El Buque 10
Fotografía 5.4 Punto de agua en vereda Alcaparral 15
Fotografía 5.5 Fauna silvestre utilizada como comida en el área de influencia 19
Fotografía 5.6 Coronada (*Macleania rupestris*), frutos silvestres consumidos por la comunidad en el área de influencia del proyecto 20
Fotografía 5.7 Leña y/o carbón utilizado para cocinar en la vereda Sabaneta Alta 21
Fotografía 5.8 Cultivo de granadilla y ganadería en el área de influencia de la UF1 23
Fotografía 5.9 Paisaje rural en la UF1 30
Fotografía 5.10 Sitios de interés turístico y de recreación identificados por los encuestados 31
Fotografía 5.11 Escuela de Alcaparral, cancha de Fútbol 33

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Adicional a su expresión como las diferentes formas de vida presentes en el planeta, la biodiversidad ha ganado reconocimiento hace algún tiempo debido al bienestar y la calidad de vida que puede proporcionarles a los seres humanos (MADS, 2014). Es así como a través de muchos estudios se ha reconocido la conexión directa que existe entre la biodiversidad y la salud, el desarrollo de la sociedad, la seguridad y la cultura (UNEP, 2007) (Figura 5.1). Estos beneficios que se derivan de la biodiversidad son conocidos como servicios ecosistémicos (MADS, 2014).

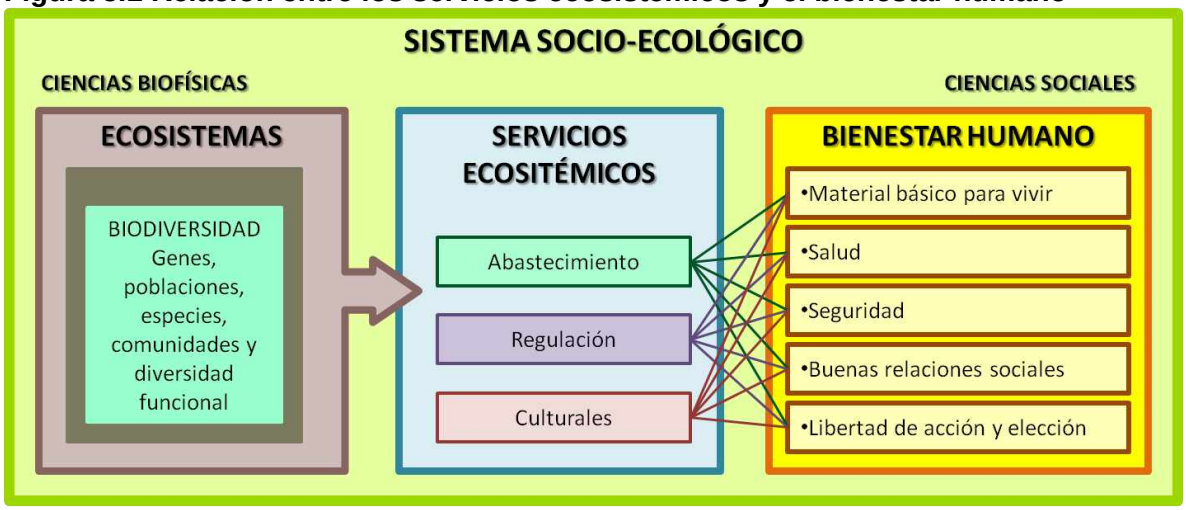
Es así que en este capítulo se abordarán los servicios ecosistémicos (SSEE) en el área de influencia del proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, analizando su importancia para la comunidad local, los impactos que puede ocasionar el proyecto a los SSEE del área y la dependencia del proyecto de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas.

5.4.1 Marco conceptual

La Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE – define los servicios ecosistémicos (SSEE) como “aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto” (MADS, 2014) (Figura 5.1).

La prestación y el mantenimiento de estos servicios es indispensable para la supervivencia de la vida humana en el planeta, algo sólo posible si se garantiza la estructura y el funcionamiento de la biodiversidad (MADS, 2014).

Figura 5.1 Relación entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano



Fuente: Adaptado de (Martín-López, González, & Vilardy, 2012).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) existen tres grandes grupos en que se pueden asociar los SSEE: Abastecimiento (o aprovisionamiento), regulación y culturales (Martín-López, González, & Vilardy, 2012). A continuación, se describe cada uno de ellos.

- **Servicios de aprovisionamiento**

Son considerados los bienes y productos que se obtienen directamente de los ecosistemas (MADS, 2014). A continuación, se presentan los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento que se tienen como referencia para la elaboración de este capítulo y que se definieron según Rincón-Ruiz, et al (2014), MEA (2005) y la International Finance Corporation (IFC):

- **Suministro de agua**: Comprende el acceso y uso del agua para el consumo doméstico, agrícola o industrial adquirido a través de concesión, ministerio de la ley u otro. No incluye agua para recreación o el uso dado como medio de transporte.
- **Comida**: Todos los productos de origen natural o tomado directamente de los ecosistemas que sean identificados como alimento humano o para animales domésticos y que no han requerido de una manipulación, domesticación o cultivo. Incluye frutos, carne de animales, huevos, raíces, flores, hojas, tallos, hongos, miel, insectos, entre otros. No incluye los productos agrícolas ni los asociados a comercialización. Se excluyen los recursos hidrobiológicos.
- **Madera**: Abarca todos los productos primarios del bosque (natural y plantado), es decir, aquellos obtenidos por el aprovechamiento de la madera. Puede expresarse en diferentes productos como madera aserrada (canteada), trozas, postes, tucas, varas, etc. No incluye productos secundarios del bosque tales como cortezas, fibras, leña, raíces, etc. Tampoco incluye carbón vegetal ni guadua.
- **Fibras y resinas**: Incluye productos secundarios del bosque, es decir que estos son obtenidos por medios extractivos que no necesariamente implican un aprovechamiento o apeo de los árboles u otras especies. Puede incluir, resinas, fibras de palmas, mimbres, bejucos, raíces, tallos, cañas, paja, algodón, cáñamos, fique, ceras, entre otros. No incluye partes de la planta que no requieran transformación como hojas o tallos o brácteas florales generalmente utilizadas como ornamentales.
- **Biomasa**: Se refiere a la provisión de leña como combustible tanto para uso doméstico como industrial. También incluye el carbón vegetal tanto como sistema productivo o como alternativa energética.
- **Recursos genéticos**: Condición o atributo reconocido sobre un ecosistema o cobertura, dada su capacidad para mantener o reproducir elementos de la biodiversidad sobre los cuales recae una necesidad de conservación ya sea por su singularidad (especie endémica, especies amenazadas, especies raras, o variedades), o por su reconocimiento como especie promisoria, y para las cuales, su pérdida desencadenaría una disminución de su acervo.
- **Carne y pieles**: Productos de origen animal obtenidos a partir de actividades de caza que son utilizados básicamente para la comercialización. No incluye los productos obtenidos a través de la zoocría.

- **Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos**: Se refiere a las plantas, a los animales y/o a sus partes, que son utilizados como insumos para la obtención de medicamentos, sean estos de consumo directo o de transformación secundaria (extractos, ungüentos, cremas, aceites, entre otros). No incluye las plantas aromáticas o usadas directamente como especias.
- **Uso ornamental de animales**: Cualquier individuo completo o parte del animal que sea obtenido con propósitos de decoración (plumas, pieles, pelos, cuernos y cornamentas, pezuñas, mandíbulas, dientes, caparazones, entre otros). No incluye animales obtenidos a partir de técnicas de zoocría, ni animales vivos mantenidos como mascotas.
- **Plantas medicinales**: Grupo de plantas o sus partes utilizados en medicina tradicional u homeopática a través de mecanismos de transformación simple como infusiones, emplastos, tés, zumos u otros. No incluye los cultivos o sistemas productivos dedicados específicamente a la obtención de estos.
- **Plantas ornamentales**: Corresponde a los especímenes vegetales completos o sus partes, que son obtenidos con fines decorativos. No incluye especies utilizadas en productos artesanales.
- **Ingredientes naturales**: Especímenes vegetales que son reconocidos como especias, al ser utilizados para realzar u otorgar un sabor particular a los alimentos.
- **Arena y roca/otros minerales o agregados**: Explotación y comercialización de materiales pétreos obtenidos de mina, cantera o aluvión, asociada básicamente a minería artesanal o de hecho.
- **Mascotas**: Animales de origen silvestre que son sometidos a vivir permanentemente en ambientes domésticos (generalmente en condición de cautiverio), luego de su captura y extracción de su medio natural y sobre los cuales recae una condición de dependencia de su tenedor.
- **Pesca y acuicultura**: Actividades asociadas a la captura y/o cultivo de animales y plantas cuyo medio de vida principal es el agua y que pude ser obtenido desde medios naturales o artificiales.
- **Comunicaciones (transporte)**: Hace referencia al uso del medio hídrico como medio para facilitar el traslado y movilización entre distintos sitios y cuya obstrucción o afectación impediría su uso o cumplimiento de dicha función.
- **Aire**: Percepción de calidad o condición del medio atmosférico atribuible a momento y un espacio dado, sobre el cual se genera un juicio de valor concreto por parte de una comunidad o sujeto social.
- **Ganadería**: Producción de carne, leche o ambos, a partir de animales de granja capaces de vivir en manadas. Puede ser estabulada, semiestabulada o libre. No incluye el manejo de especies menores.
- **Zoocría**: Producción de animales o sus partes en ambientes seminaturales o naturales y generalmente en ambientes confinados, que es reconocido como una actividad productiva. No incluye la producción de animales domésticos tales como ganado o la producción de recursos hidrobiológicos.
- **Agricultura**: Producción de especies vegetales y/o sus partes, mediante la intervención humana del suelo en arreglos sistemáticos y cíclicos, que conforman una cobertura uniforme y que permiten su cosecha una vez concluido su ciclo productivo.

- **Servicios de regulación**

Son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos (MADS, 2014). A continuación se presentan los servicios ecosistémicos de regulación que se tienen como referencia para la elaboración de este capítulo y que se definieron según Rincón-Ruiz, et al (2014), MEA (2005) y la International Finance Corporation (IFC):

- **Regulación de la erosión**: Mecanismo a través del cual las coberturas vegetales contribuyen a disminuir el efecto de la lluvia y el viento en relación con la pérdida de suelo.
- **Regulación de la calidad del aire**: Mecanismo a través del cual las plantas contribuyen a la filtración y retención de partículas y gases presentes en la atmósfera y que, ante su ausencia general, se percibe la vulnerabilidad ante agentes contaminantes.
- **Ecosistemas de purificación de agua**: Acción ejercida por los atributos fisicoquímicos y mecánicos del agua, cuya acción conjunta con las plantas, contribuyen a disminuir la carga contaminante a la que ha sido sometida.
- **Regulación de riesgos naturales**: Efecto retardante, controlador o disminuidor de un riesgo natural o de ocurrencia de posibles eventos de desastres naturales, asociado a un elemento del paisaje, el cual es reconocido por la comunidad o por profesionales especializados.
- **Recarga de aguas subterráneas**: Áreas identificadas por su potencial natural para la alimentación o recarga de acuíferos. Está asociado al comportamiento hidrogeológico de los materiales de la roca.
- **Control de plagas**: Resultado de la interacción biológica de los componentes de la biodiversidad local sobre componentes de los sistemas productivos y sociales, a través de mecanismos como la depredación, el parasitismo y/o la alelopatía y que son identificables por las personas y de común uso en el área de análisis.
- **Polinización y dispersión de semillas**: Proceso mediante el cual ocurre la fecundación de las flores, en el que se evidencia la participación de organismos de la fauna silvestre (insectos, aves y mamíferos), y en los que se consideran como imprescindibles dentro de los mecanismos reproductivos de las especies cultivadas o proveedoras de algún servicio ecosistémico en particular, o en el caso de las áreas naturales, se identifica la existencia de interacciones especializadas entre polinizador y especie vegetal. También se incluyen los procesos dispersión de semillas de por parte de la fauna vertebrada e invertebrada.
- **Regulación de recursos genéticos**: Función atribuible a los ecosistemas que mantienen una alta diversidad de especies o que resguardan especímenes reconocidas por su estatus de amenaza o endemismo y sobre las cuales procesos biológicos como la reproducción, la depredación o la dispersión garantizan tal diversidad.
- **Calidad del agua**: Condición natural del agua (física, química y biológica) que permite su uso sin ningún tratamiento previo o particular para los usos otorgados al recurso.
- **Salinidad/alcalinidad/acidez**: Característica natural del suelo que le permite ser utilizado como sustrato y sustento de cultivos o ganados.

- **Retención de sedimentos y exportación de nutrientes**: Atributo particular de los humedales, esteros, manglares y zonas de bajos inundables aledaños a los ríos, como resultado de la dinámica hidráulica y biológica del ecosistema sobre las cuales se depositan y/o generan materiales o elementos que permiten la mejora o mantenimiento de algún sistema productivo.
- **Regulación del agua**: Atributo reconocido para los ecosistemas naturales sobre los cuales se identifican procesos de captura y retención de agua, como también la protección de fuentes hídricas.
- **Regulación del clima**: Efecto atribuible a uno o varios componentes del ecosistema y que genera una percepción diferencial de la condición climática local, con respecto a una región.
- **Reserva de Carbono**: Atributo de los ecosistemas a través de los cuales sus componentes intervienen en la captura y almacenaje de carbono. Generalmente está asociado a la biomasa (aérea y subterránea), pero también puede incluirse el suelo como medio de fijación de carbono.

- **Servicios culturales**

Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (MADS, 2014). A continuación se presentan los servicios ecosistémicos culturales que se tienen como referencia para la elaboración de este capítulo y que se definieron según Rincón-Ruiz, et al (2014), MEA (2005) y la International Finance Corporation (IFC):

- **Valores espirituales y religiosos**: Áreas naturales o transformadas o componentes específicos del paisaje sobre las cuales recae una condición de sacralidad, inspiración o respeto y sobre las cuales existe un reconocimiento y tendencia a su protección o conservación como mecanismo para el mantenimiento de las creencias y valores.
- **Calidad del paisaje/valores estéticos**: Unidad de paisaje o elemento específico del mismo, para el que existe un reconocimiento y/o potencial por sus atributos naturales tales como singularidad, calidad, tamaño, rareza, potencial turístico u otro, y que además permiten su admiración.
- **Recreación y turismo**: Áreas específicas que tienen el potencial o que ofrecen condiciones para el descanso, la integración y la diversión, y para los cuales puede existir una articulación a sistemas económicos.
- **Sentido de pertenencia**: Áreas o sitios de origen natural o seminatural con las que se identifica una comunidad o que genera sentimientos de apego, diferenciación o reconocimiento por parte de otras comunidades.
- **Transporte**: Elemento del paisaje que permite o facilita la movilidad de las comunidades y sus bienes dentro de una región. Está referida específicamente a ríos, canales, lagos, lagunas y no incluye obras civiles necesarias para el trasporte.
- **Educacionales (investigación y monitoreo)**: Áreas sobre la cual recaen intereses académicos, de formación o investigación dadas sus particularidades y para lo cual es necesaria su conservación.
- **Patrimonio Cultural**: Valor o condición que recae sobre un elemento que es

considerado como herencia cultural propia del pasado de una comunidad, y que posee un especial interés histórico, artístico, arquitectónico, urbano o arqueológico.

5.4.2 Objetivos

5.4.2.1 Objetivo general

Identificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales que prestan los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia del proyecto “Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona”.

5.4.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la dependencia de los servicios ecosistémicos por cuenta de las comunidades locales.
- Determinar el nivel de impacto que el proyecto tendría sobre los servicios ecosistémicos.
- Determinar el nivel de dependencia que el proyecto tiene sobre los servicios ecosistémicos.

5.4.3 Alcance

Dentro del presente documento se presenta la caracterización, de manera descriptiva, de los servicios ecosistémicos identificados por la comunidad en sus respectivas veredas que hacen parte del área de influencia del proyecto “Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona”, así como la dependencia del proyecto a partir de las cantidades del recurso a utilizar y los impactos a través de la evaluación de impacto ambiental.

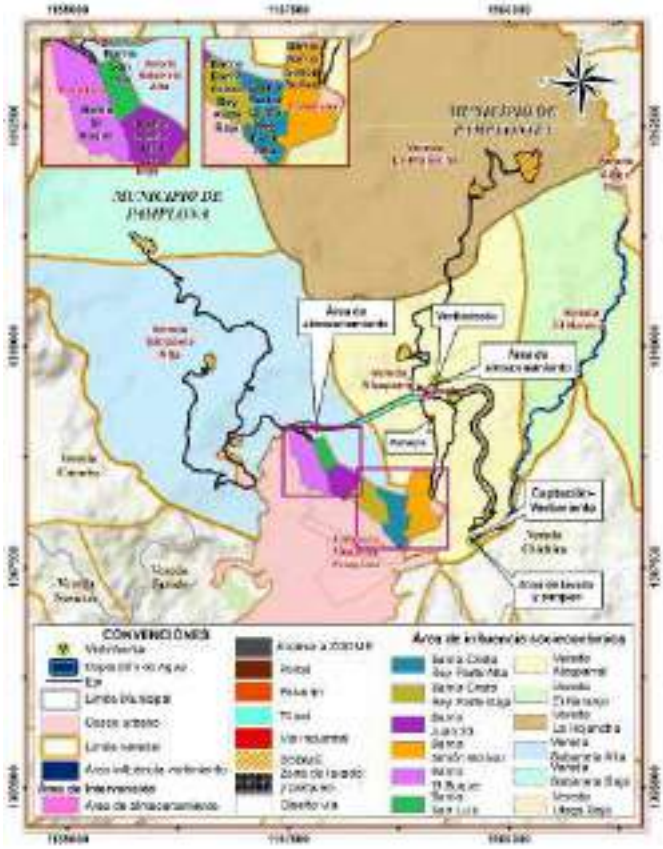
5.4.4 Métodos

A continuación, se presentan los métodos utilizados para la identificación y caracterización de los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto “Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona”.

5.4.4.1 Área de estudio

Para la identificación y análisis de los servicios ecosistémicos se tuvo en cuenta el área de influencia social del proyecto, la cual comprende nueve (9) unidades territoriales menores, conformadas por seis (6) veredas (cinco de Pamplona y una de Pamplonita) y seis (6) barrios del área urbana de Pamplona (Figura 5.2).

Figura 5.2 Área de estudio para el análisis de los SSEE



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

Las veredas y barrios de Pamplona y Pamplonita que hacen parte del área de influencia social se encuentran ubicadas entre los 1650 y los 3000 metros de altitud y presentan un clima frío de comportamiento monomodal con temperaturas que van desde 13,9ºC en enero hasta 22,5ºC en mayo, una precipitación que va desde los 717 mm hasta los 1245 mm anuales, lo que lo ubica en una zona semiárida y semihúmeda según clasificación de provincias de humedad de Lang (ver Capítulo 5, Numeral 5.1.10 Atmósfera).

Las zonas de vida presentes son bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano bajo y bosque seco premontano, los cuales se distribuyen en un paisaje montañoso que está compuesto por una matriz de coberturas transformadas como pastos y cultivos, que son utilizados para actividades agropecuarias, además de áreas de vegetación natural como bosques riparios, arbustales y herbazales. Los territorios artificializados, especialmente tejido urbano continuo también hace parte del área de influencia (Fotografía 5.1).

Fotografía 5.1 Paisaje urbano y rural del área de influencia del proyecto

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Dentro del área hacen presencia paisajes de calidad visual alta, los cuales presentan diversidad de vegetación (coberturas naturales distribuidos en los tipos de relieve de crestas, crestones, lomeríos y valles), la cual genera contraste de formas, texturas y colores y que a su vez son habitat de fauna, lo que aumenta el interés paisajístico, que al ubicarse en un paisaje montañoso potencia el fondo escénico. También se encuentran paisajes de calidad visual media asociados al entorno cultural, los cuales han sido generados a través de procesos de transformación de las coberturas naturales, y que ha disminuido la percepción de la calidad del paisaje debido a la pérdida de diversidad en flora y fauna, aunque su importancia está dada por ser áreas destinadas o asociadas a la producción agropecuaria y áreas de vivienda rural e infraestructura. En el numeral 5.1.3 Paisaje, se presenta la caracterización de dicho elemento dentro del medio abiótico para el área de influencia del proyecto.

En cuanto a la hidrografía, el área de estudio pertenece al área hidrográfica del Caribe, zona hidrográfica del Catatumbo, subzona hidrográfica del río Pamplonita, dentro de dos (2) subcuencas: El Volcán y Batagá. Los principales afluentes que hacen parte de la zona son las quebradas Sabanetas, La Palma, Hojancha, San Antonio, El Buque, Brigthon y La Laguna. Para más información de la hidrografía en el área de influencia ver el numeral 5.1.5 Hidrología, del capítulo de caracterización del medio abiótico.

5.4.4.2 Levantamiento de información

Los métodos para el levantamiento de información primaria, encuestas, entrevistas y cartografía social, se ejecutaron durante la salida de campo para la caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos por parte de los profesionales responsables de cada temática desde el 28 de octubre de 2017 hasta el 16 de febrero de 2018. La descripción de dichos métodos se presenta a continuación.

5.4.4.3 Encuestas sobre servicios ecosistémicos

Se realizaron encuestas a los habitantes de las veredas que conforman el área de influencia social del proyecto (Fotografía 5.2), compuesta por seis (6) secciones y 43 preguntas, la cual se puede ver en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos.

Fotografía 5.2 Levantamiento de encuestas para la caracterización de los servicios ecosistémicos en vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Las secciones que contienen las encuestas son las siguientes:

- **Sección 1 Información operacional**: Diez (10) preguntas acerca de datos sobre lugar y fecha de la entrevista
- **Sección 2 Información del entrevistado**: Cinco (5) preguntas acerca de datos sobre la persona a la que se le realizó la entrevista.
- **Sección 3 Servicios de aprovisionamiento**: Doce (12) preguntas para la identificación de los servicios de aprovisionamiento en el área de estudio, así como su importancia y la dependencia de la comunidad.
- **Sección 4 Servicios de regulación**: Siete (7) preguntas para la identificación de los servicios de regulación en el área de estudio.
- **Sección 5 Servicios culturales**: Seis (6) preguntas sobre los servicios culturales en el área de estudio, su importancia y tendencia.
- **Sección 6 Observaciones**: Tres (3) espacios abiertos para describir las observaciones sobre la vereda, los SSEE y los entrevistados.

Los datos obtenidos se tabularon en una matriz general para el posterior análisis de los resultados. La matriz se muestra en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos.

5.4.4.4 Cartografía Social

Durante las reuniones del componente social para la presentación del proyecto y del Estudio

de Impacto Ambiental (EIA) con la comunidad de cada una de las seis (6) veredas y tres (3) barrios del área de influencia del proyecto se realizó el levantamiento de la cartografía social, cuyo objetivo fue identificar espacialmente la localización de los lugares que prestan servicios ecosistémicos en cada una de las unidades territoriales menores (Fotografía 5.3).

Fotografía 5.3 Desarrollo de la cartografía social en el barrio El Buque

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Para la realización de la cartografía social, en la parte de SSEE se tuvo la identificación de los sitios según la siguiente lista de chequeo:

- Cuerpos de agua existentes y su nombre (ríos, quebradas, lagos, pantanos).
- Sitios de captación de agua (acueductos, distritos de riego, pozos, nacimientos).
- Bosques en proceso de conservación o protección (reservas naturales, reservas forestales).
- Sitios de extracción de madera o leña y/o construcción u otros (puede referenciarse alimentos, medicinas, fibras para artesanías).
- Sitios de caza y/o captura de animales y pesca.
- Zonas de minería y explotación de materiales de playa (arenas, piedras, arcillas).
- Sitios que han sufrido inundaciones, derrumbes u otros desastres naturales.
- Sitios de disposición de residuos sólidos (basuras).
- Sitios de disposición de aguas residuales (vertimientos).
- Espacios de recreación (canchas deportivas, balnearios, paradores turísticos, etc).

5.4.4.5 Fichas veredales o barriales

La ficha de caracterización rural o urbana, georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura socioeconómica y cultural recopiló información relacionada con la estructura territorial, historia de las veredas, características de población, servicios sociales, infraestructura socioeconómica, actividades agropecuarias, tenencia de la tierra, entre

otras.

Esta actividad se desarrolló durante un lapso de 4 horas, fue programada con antelación y contó con la participación de dos o tres líderes comunitarios, quienes contaron con los requisitos de residir en la unidad territorial por más de 10 años y tener conocimiento de su territorio (límites, población, actividades económicas, sociales y culturales).

De ese instrumento utilizado por los profesionales sociales se extrajo información que fuera relevante para la caracterización de los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto.

5.4.4.6 Fichas culturales

La ficha cultural buscó obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros). De esta ficha se extrajo información que fuera relevante para la caracterización de los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto.

5.4.4.7 Dependencia del proyecto hacia los servicios ecosistémicos

Parte del análisis de este capítulo consiste en reconocer la relación del proyecto con los servicios ecosistémicos identificados en el área, para tal fin se analizó el grado de dependencia del proyecto con los servicios ecosistémicos, identificando las actividades que requieren el uso directo y estimando el grado de dependencia por medio de los siguientes criterios (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Criterios para definir el grado de dependencia del proyecto a los servicios ecosistémicos

GRADO DE DEPENDENCIA DEL PROYECTO A LOS SERVICICOS ECOSISTEMICOS	
Dependencia alta	Las actividades que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico
Dependencia media	Algunas actividades secundarias que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico
Dependencia baja	Las actividades principales o secundarias del proyecto no requieren directamente del servicio ecosistémico

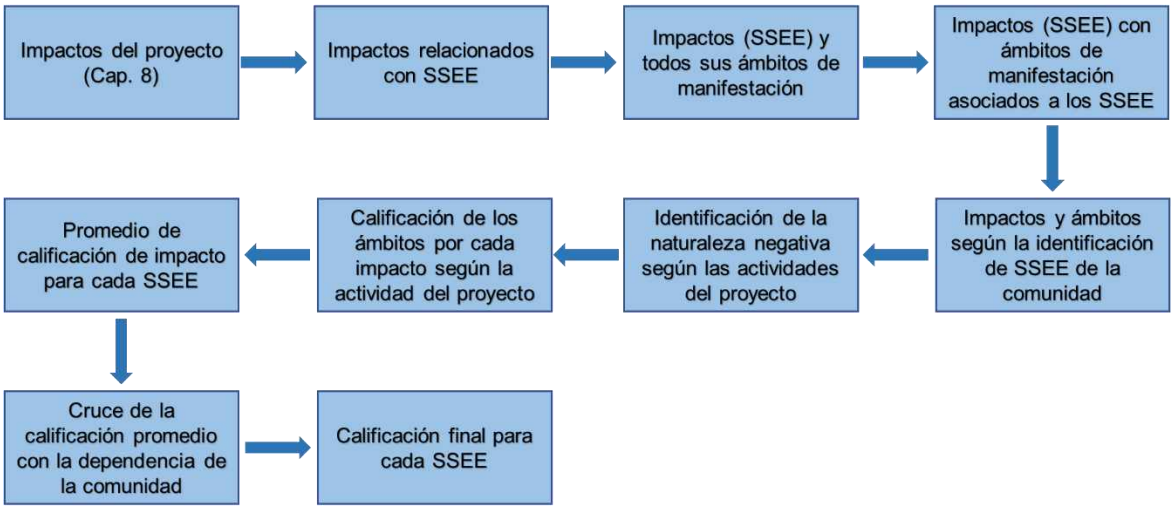
Fuente: Términos de referencia – EIA – Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, 2015.

5.4.4.8 Análisis sobre los impactos del proyecto hacia los servicios ecosistémicos

Para determinar cuál es el impacto debido a la ejecución de las actividades del proyecto, se partió de la evaluación ambiental (Capítulo 8) y sus ámbitos de manifestación, los cuales son objeto de intervención por parte del proyecto. El primer paso fue determinar la relación entre los servicios ecosistémicos, los impactos y sus ámbitos de manifestación, para luego

obtener la calificación de cada ámbito, según la evaluación de cada profesional a cargo. Luego, por medio de un promedio aritmético se obtuvo la calificación final de cada uno de los impactos. El paso a paso de este ejercicio se muestra en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos y en la Figura 5.3.

Figura 5.3 Paso a paso para determinar el impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El nivel del impacto final se determinó según el cruce de las categorías de dependencia de la comunidad y la importancia final del impacto, cuyo referente se presenta en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Cálculo del nivel de importancia del impacto del Servicio ecosistémico

IMPACTO	Dependencia por parte de la comunidad		
Importancia final del impacto	**Alta**	**Media**	**Baja**
Crítico	Alto	Alto	Alto
Severo	Alto	Alto	Medio
Moderado	Alto	Medio	Bajo
Irrelevante	Medio	Bajo	Bajo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.4.5 Resultados - Caracterización de los SSEE en el área de influencia

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto.

5.4.5.1 Identificación de los SSEE y dependencia de la comunidad

Se levantaron 37 encuestas específicas para la caracterización de los SSEE, siete (7) en la vereda El Naranjo, tres (3) en Alcaparral, tres (3) en Sabaneta Alta, tres (3) en Sabaneta Baja, dos (2) en Ulagá Baja, siete (7) en el barrio El Buque, cinco (5) en el barrio San Luis

y cinco (5) en el barrio Simón Bolívar, unidades territoriales menores del municipio de Pamplona. También se levantaron dos (2) encuestas en la vereda La Hojancha del municipio de Pamplonita. Las encuestas fueron levantadas en papel o mediante dispositivo electrónico, las cuales se pueden consultar en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos.

Se encuestaron a 24 mujeres y 13 hombres con una edad entre los 19 y los 85 años, que han vivido entre siete (7) meses a 66 años en el área y cuya unidad familiar está compuesta por entre una y 15 personas. De la misma manera, 17 de las personas entrevistadas son amas de casa, siete (7) son agricultoras, cuatro (4) empleadas, tres (3) estudiantes, cuatro (4) son trabajadoras independientes, una (1) jornalero, una (1) está desempleada y tres (3) son pensionada. Vale la pena aclarar que una persona entrevistada puede haber contestado más de una opción para esta pregunta, por lo que la suma de las ocupaciones es mayor a la del número de personas encuestadas.

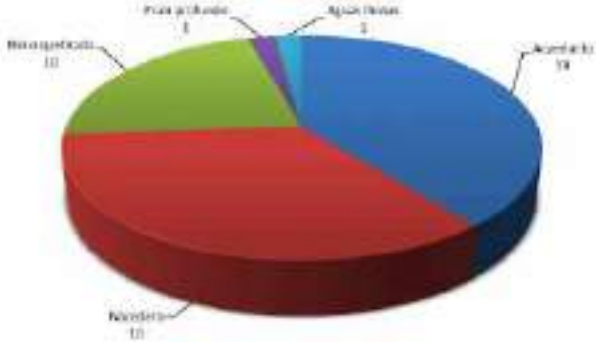
Los resultados de las encuestas sobre los Servicios Ecosistémicos se presentan en los siguientes numerales. Se aclara que para este apartado también se incluyó la información cultural y de las fichas veredales que levantaron los profesionales sociales encargados del proyecto.

5.4.5.1.1 Servicios de aprovisionamiento

La comunidad identificó once (11) servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en las veredas que constituyen el área de influencia social del proyecto: suministro de agua dulce, comida, madera, biomasa, carne y pieles, plantas medicinales, plantas ornamentales, mascotas, comunicaciones (transporte), ganadería y agricultura.

El **suministro de agua** fue el principal servicio de aprovisionamiento que identificó la población encuestada en el área de influencia del proyecto. 16 personas reportaron que toman el agua de nacimientos, mientras que 18 tienen servicio de acueducto y diez (10) de algún río o quebrada; otras fuentes abastecedoras son pozo profundo y aguas lluvias (Figura 5.4).

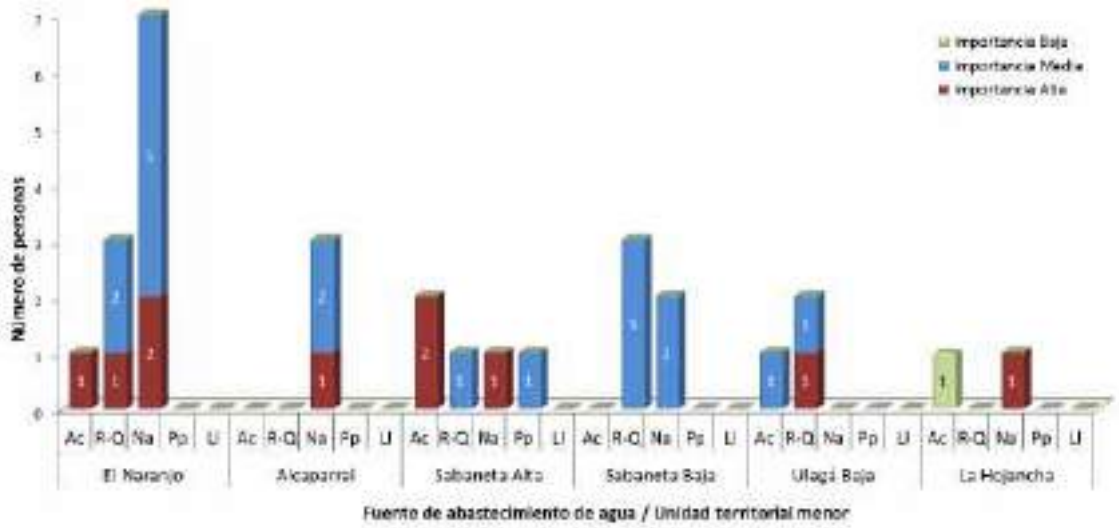
Figura 5.4 Fuentes abastecedoras de agua en el área de influencia de la UF1



Nota: La suma de las fuentes abastecedoras de agua es mayor que el número total de encuestados debido a que una persona pudo haber identificado más de una fuente de agua. Esta misma aclaración aplica para todas las figuras.
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En las unidades territoriales rurales (veredas), para diez (10) de las personas encuestadas el nivel de dependencia del agua es alta, mientras que para 18 es media y para una (1) es baja, siendo percibidas como más importantes los acueductos y nacederos que los ríos, quebradas, pozos profundos o aguas lluvias debido a que las primeras dos son abastecedoras para consumo doméstico mientras que las demás lo son para actividades ganaderas o riego. Así mismo, aunque la mayoría de las veredas reportan que toman el agua de acueducto veredal, los nacimientos, ríos y quebradas son los que tienen un papel importante para el abastecimiento del agua de consumo doméstico (Figura 5.5).

Figura 5.5 Fuentes abastecedoras de agua y su importancia en el área de influencia en las unidades territoriales rurales



Fuente de abastecimiento: Ac: Acueducto, R-Q: Río o quebrada, Na: Nacedero, Pp: Pozo profundo, Ll: Aguas lluvias.
Nota: La definición de nacedero adoptada por la comunidad no obedece necesariamente a un manantial, siendo en algunos casos afloramientos de flujo subsuperficial o resurgencias, como se detalla en el capítulo 5.1.8.6 Inventario de puntos de agua subsuperficial y subterránea.
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para la vereda El Naranjo se reporta el uso del agua que se recoge de la quebrada La Monja y Chíchira, la cual es utilizada para riego. En cuanto al acueducto veredal, el agua se toma directamente (y sin tratamiento) del nacimiento de la quebrada Ulaga en la vereda Chíchira. El acueducto es manejado por la Junta Administradora del Acueducto y por el servicio se paga tres mil pesos mensuales. La Junta de Acción Comunal (JAC) de la vereda muestra, en la ficha veredal, que doce viviendas se abastecen de río, quebrada o manantial (nacedero) y que el tratamiento del agua se hace principalmente mediante el uso de cloro.

En la vereda Alcaparral, mediante las encuestas sobre SSEE, se reporta la utilización de nacederos para el abastecimiento de agua de uso doméstico, la cual es llevada hasta las casas de la vereda con ayuda de mangueras (Fotografía 5.4). Lo anterior es corroborado en la ficha veredal, en donde se relacionan 23 casas como las que se abastecen de nacederos, las cuales utilizan cloro como tratamiento. Adicionalmente, en la ficha verdal de

esta unidad territorial menor se asegura que existe un acueducto veredal manejado por la Junta de Acción Comunal y que abastece a tres casas. Aunque no se tiene conocimiento del tipo de fuente de abastecimiento y su localización, se conoce que el costo del servicio es de dos mil quinientos pesos y que el agua utilizada no es tratada.

Fotografía 5.4 Punto de agua en vereda Alcaparral

Coordenadas: E 1159370,1; N 1308467,9
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La vereda Sabaneta Alta es la que surte sus necesidades de agua de un mayor número de fuentes, ya que, además del acueducto veredal, se abastecen de quebradas, nacimientos y pozos profundos. En cuanto al acueducto, la JAC reporta que la vereda no posee ese servicio; sin embargo, dos de los encuestados aseguraron que el agua de la que se abastecen sus casas es la que provee el acueducto del municipio de Pamplona (Copamplona), por el que pagan entre quince mil pesos y veinte mil pesos mensuales. Según la ficha veredal de esta unidad territorial, 34 casas se benefician del agua que proveen los ríos, quebradas y nacederos, la cual se potabiliza hirviéndola.

Los ríos, quebradas y nacederos fueron las únicas fuentes de agua para uso doméstico que se identificaron en la vereda Sabaneta Baja, especialmente de las quebrada Sabaneta y otros cuerpos de agua, así como del nacedero nombrado El Cojito, si bien no fue posible identificarlo espacialmente.

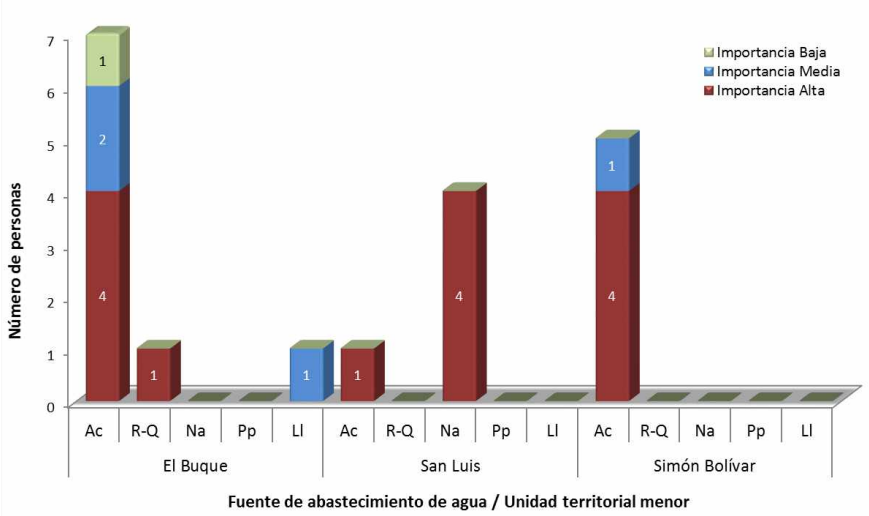
En Ulagá Baja se identificaron a nacederos y ríos y quebradas como las abastecedoras del agua en la vereda, específicamente el acueducto veredal y la quebrada La Locha, cuya importancia va desde media a alta (Figura 5.5). En la ficha veredal también se identificó a la quebrada El Bobo, la cual queda en el límite entre Pamplona y Pamplonita, como la que provee el agua del acueducto veredal, siendo beneficiadas 20 casas de la vereda las cuales potabilizan el recurso hirviéndola.

Por último, en la vereda La Hojancha (Pamplonita) se puede abastecer de agua del

acueducto o nacedero, siendo los últimos los de mayor importancia, según las encuestas. Sin embargo, en la ficha veredal se observó que, si bien el acueducto existe en la vereda, éste no está activo debido a que el agua era tomada principalmente de la Laguna Borrero, por lo que los ríos y quebradas serían la principal fuente abastecedora del agua de la vereda.

En cuanto a las unidades territoriales menores urbanas (barrios de la cabecera municipal de Pamplona), para 14 de las personas encuestadas el nivel de dependencia del agua es alta, mientras que para cuatro (4) es media y para una (1) es baja, siendo percibidas como más importantes los acueductos que los nacederos, los ríos, quebradas, pozos profundos o aguas lluvias (Figura 5.6).

Figura 5.6 Fuentes abastecedoras de agua y su importancia en el área de influencia en las unidades territoriales menores urbanas



Fuente de abastecimiento: Ac: Acueducto, R-Q: Río o quebrada, Na: Nacedero, Pp: Pozo profundo, Ll: Aguas lluvias.
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El barrio El Buque es el que reporta un abastecimiento que depende en su mayoría del acueducto del municipio de Pamplona. Según la JAC, Empopamplona (acueducto) proporciona el agua al 97% de la población del barrio. Mientras las encuestas muestran que el costo del servicio está entre los doce mil pesos hasta los cuarenta y cinco mil pesos, la ficha de caracterización urbana señala como costo aproximado los treinta y cinco mil pesos. Además del acueducto, también se identificó a los nacimientos o manantiales como los que abastecen de agua a la población que no cuenta con el servicio público. Según la información suministrada, los nacederos utilizados quedan en Sabaneta Alta y el agua es distribuida a través de mangueras. Por otra parte, las aguas lluvias son recogidas en tanques para luego ser utilizadas en el lavado de espacios y el riego de plantas de jardín.

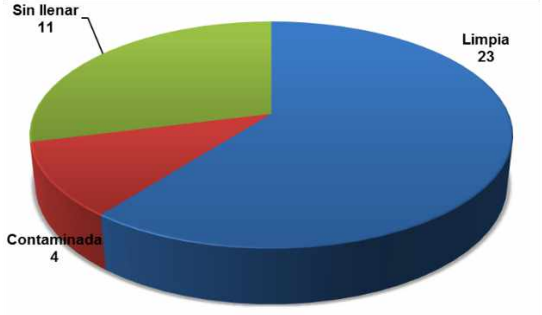
Para el barrio San Luis hay una disyuntiva entre lo que muestran las encuestas de SSEE y la ficha de caracterización urbana en el tema de abastecimiento de agua. Mientras que la

mayoría de los habitantes del barrio encuestados aseguran que el agua que usan es proveída por nacimientos, la JAC asegura que el servicio de acueducto suministrado por Empopamplona tiene un cubrimiento del 100% en el barrio, el cual puede tener un costo aproximado de treinta mil pesos. Aunque la laguna Borrero queda en jurisdicción de la vereda La Hojancha, sin que vaya a ser afectada por el proyecto, la gente identifica la laguna y los nacimientos como de importancia para el abastecimiento de agua de la región. Así mismo, el barrio Simón Bolívar el acueducto es la principal fuente abastecedora del agua.

En cuanto a la calidad del agua que es utilizada por los habitantes del área de influencia del proyecto, 23 personas aseguran que la calidad es limpia, cuatro personas creen que el agua es contaminada y 11 personas no contestaron la pregunta (Figura 5.7). La calidad del agua limpia está asociada a las fuentes como nacederos y acueducto, mientras que se percibe que el agua de ríos y quebradas está altamente contaminada y que por lo tanto no es apta para el consumo humano. Lo anterior está asociado al hecho de que muchas de las aguas residuales son depositadas en los principales afluentes del área.

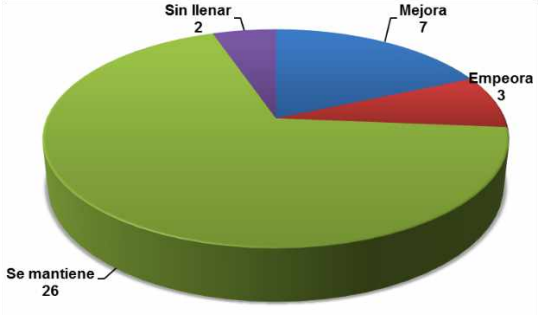
Adicionalmente, respecto a la percepción del cambio en la calidad del agua que se consume, 26 personas piensan que la calidad se mantiene y siete que mejora (Figura 5.8), lo que está asociado a la prestación del servicio de acueducto y el uso de nacederos como fuente abastecedora. Tres personas perciben que el agua cada vez tiene una menor calidad, lo que tiene que ver con la creciente contaminación de cuerpos lóticos (ríos y quebradas) que proveen de agua a la región.

Figura 5.7 Percepción de la calidad del agua utilizada



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Figura 5.8 Percepción del cambio en la calidad del agua



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

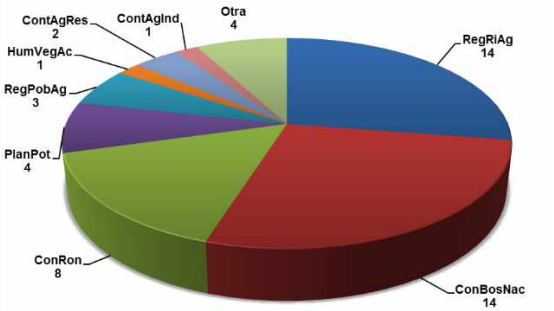
Adicionalmente, solo tres personas encuestadas tienen la percepción de que la cantidad del agua disponible para el consumo humano aumenta. Así mismo, mientras que 12 personas dicen que el agua ha disminuido, 21 personas creen que la cantidad del recurso se ha mantenido en el tiempo (Figura 5.9).

La causa más común percibida para la buena calidad y cantidad de agua es que la región es rica en ese recurso, lo cual fue identificado por 14 personas. Así mismo, 14 personas asociaron a la conservación de los bosques en las cabeceras y los nacimientos, ocho a la conservación de los bosques en las rondas de los ríos y quebradas, cuatro a la presencia

de planta de potabilización, una persona a la presencia de humedales y vegetación acuática y una a la presencia del páramo Borrero con la calidad y cantidad del recurso (Figura 5.10). En contraparte, la contaminación por aguas residuales domésticas, contaminación por aguas residuales industriales y la deforestación y descuido de la comunidad fueron identificados como las causas de la mala calidad y disminución del recurso (Figura 5.10).

Figura 5.9 Percepción de la variación en la cantidad del recurso agua disponible

Figura 5.10 Causas percibidas sobre la calidad y cantidad del recurso agua



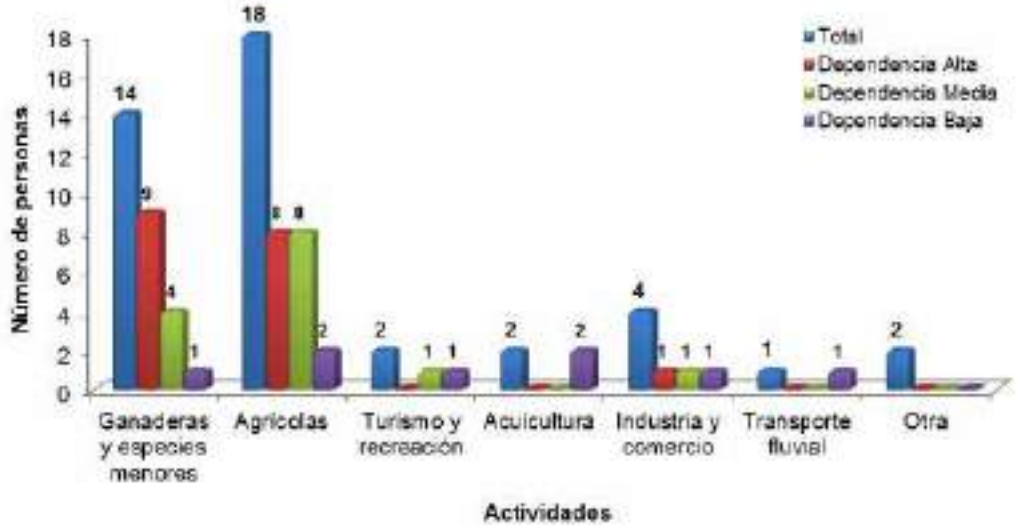
RegRiAg: Es una región rica en agua, ConBosNac: Conservan los bosques en las cabeceras o nacimientos, ConRon: Conservan bosques en las rondas de los ríos y quebradas, PlanPot: Cuentan con planta de potibilización, RegPobAg: Es una región pobre en agua o seca, HumVegAc: Presencia de humedales y vegetación acuática, ContAgRes: Contaminación por aguas residuales domésticas, ContAgInd: Contaminación por aguas residuales industriales.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Además del uso del agua para actividades domésticas, la población del área de influencia la utiliza para actividades ganaderas y especies menores, en donde la dependencia es alta debido a que es una actividad económica importante, lo que también ocurre con las actividades agrícolas. La acuicultura también se identificó como actividad para la que se consume agua, la cual puede tener una dependencia baja, media o alta, según los encuestados (Figura 5.11). El turismo y recreación, industria y comercio y transporte fluvial (SSEE **Comunicaciones (Transporte)**) son actividades que necesitan agua, sin embargo, la dependencia a todas ellas es baja (Figura 5.11).

Figura 5.11 Uso del agua en otras actividades y dependencia al recurso por las comunidades



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El servicio aprovisionamiento de **comida** se pudo evidenciar de dos fuentes principales, animales (servicio de **carne y pieles**) y frutos silvestres. En cuanto a los animales, en la vereda Sabaneta Alta, se identificó armadillos (*Dasypus novemcinctus*), tinajos (*Dasyprocta punctata*) y pacas (*Cuniculus sp.*) como las especies que se cazan para el consumo de su carne. Según los habitantes la oferta de ese recurso aumenta (Fotografía 5.5); sin embargo, no se logró determinar la frecuencia ni las cantidades de uso. Aunque en el área de influencia físico-biótica no se registraron esas especies, sí son de distribución probable en las unidades territoriales menores, estando asociadas a bosque de galería, bosque fragmentado, arbustal y vegetación secundaria. En ninguna otra unidad territorial se reportó el uso de animales silvestres como fuente de alimento para las comunidades humanas.

Fotografía 5.5 Fauna silvestre utilizada como comida en el área de influencia

Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)

Tinajo (*Dasyprocta punctata*)

Paca (*Cuniculus paca*)

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En cuanto a los frutos silvestres, se identificaron como fuente de alimento a “coronadas” que se encuentran en los páramos cercanos al área de influencia. Como coronada es conocida a *Macleania* cf. *rupestris*, de la familia de las ericáceas en la zona de Pamplona.

Es un arbusto que crece en las zonas de subpáramo, en altitudes de más de 2000 metros en los alrededores del municipio, donde forma pequeños rodales en los cuales es dominante. El nombre común se debe a la forma de los frutos que mantiene los lóbulos de cáliz que semejan las puntas de una pequeña corona (Bernal et al., 2012). Su fruto es carnoso y dulce, similar a los arándanos, se consume solo o se pueden hacer dulces y conservas con él, y por lo general se recoge de las áreas silvestres, no para ser comercializado sino para su uso familiar dentro de las comunidades de la zona (Cordero, Z., *com.pers*, 2018). Según los encuestados la frecuencia de extracción de este recurso es mensual y la dependencia es media.

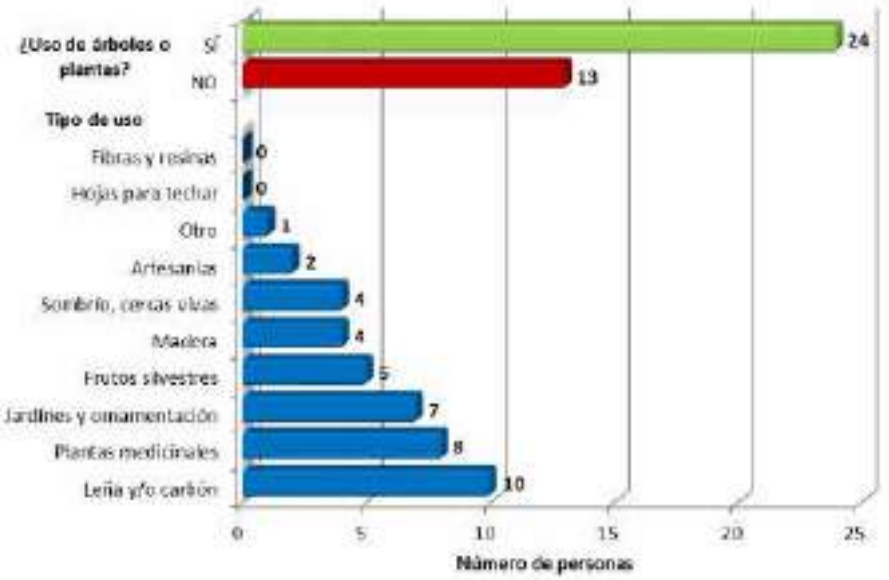
Fotografía 5.6 Coronada (*Macleania rupestris*), frutos silvestres consumidos por la comunidad en el área de influencia del proyecto

Fuente: Omar E. Poveda (http://usaquenverde.tumblr.com/UVA%20CAMARONA)

Otro tipo de frutos que se aprovechan son las naranjas y mandarinas, las cuales son plantas que han sido naturalizadas. Ese concepto se utiliza para las especies foráneas, que originalmente eran cultivadas, que han sufrido un proceso de adaptación a las condiciones ambientales y que ahora crecen de manera espontánea y sin intervención (Baptiste et al., 2010) en pastos y bosques intervenidos, siendo fuente de alimento para la fauna y las comunidades humanas.

El uso de árboles y plantas fue identificado por 24 de las 37 personas encuestadas, el número de personas y tipo de uso se presenta en la Figura 5.12.

Figura 5.12 Uso de árboles y plantas en el área de influencia del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El servicio asociado a la vegetación más identificado fue el de **biomasa** por diez personas debido al uso de árboles y arbustos para la obtención de leña y/o carbón (Fotografía 5.7). En las veredas El Naranjo, Alcaparral, Sabaneta Baja, Ulagá Baja y el barrio San Luis se reporta el uso del hayuelo, chilco, alisos, eucalipto, arrayán, pino y sauce como las especies de donde se obtiene la materia prima para este servicio ecosistémico. El recurso, que es utilizado para uso doméstico, es tomado teniendo en cuenta la necesidad de los usuarios, es decir, cada semana, mes o año, por lo que la dependencia al servicio puede ir de alta a baja. En las unidades territoriales menores la biomasa es obtenida de las fincas de la región, tanto de árboles dispersos como de bosques naturales y hay una percepción de la comunidad de que el recurso disminuye.

Fotografía 5.7 Leña y/o carbón utilizado para cocinar en la vereda Sabaneta Alta

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El segundo servicio asociado a la vegetación más identificado fue el de **plantas**

medicinales, reportado por ocho personas. En la vereda El Naranjo, las especies utilizadas son la yerbabuena (*Mentha sp.*), toronjil (*Melissa sp*. y *Ocium sp*.), limoncillo (*Cymbopogon sp.*), mejorana (*Origanum majorana*) y cidrón (*Aloysa citriodora*), mientras que en Sabaneta Alta se usan el tomillo (*Thymus vulgaris*), caléndula (*Calendula officinalis*) y manzanilla (*Matricaria recutita*); en el barrio El Buque las plantas medicinales identificadas fueron la sábila (*Aloe vera*) y el tabaco (*Nicotiana tabacum*). En la vereda Ulagá Baja también se utiliza el Cidrón (*Aloysia citriodora*), mientras que en Sabaneta Baja y el barrio Simón Bolívar no se especificó las especies que son utilizadas. Las plantas se consiguen mensual o semanalmente en la misma vereda o en las vecinas, teniendo una dependencia alta para los encuestados.

El uso de plantas para jardines y ornamentación está asociado con el servicio de **plantas ornamentales**, el cual fue identificado por siete personas. Este servicio fue informado mediante encuestas de SSEE solamente en Sabaneta Alta, Simón Bolívar, Ulagá Baja y San Luis, en donde reportaron el uso de plantas ornamentales, especialmente aquellas especies que producen flores vistosas y follaje en jardines como las astromelias o azucenas.

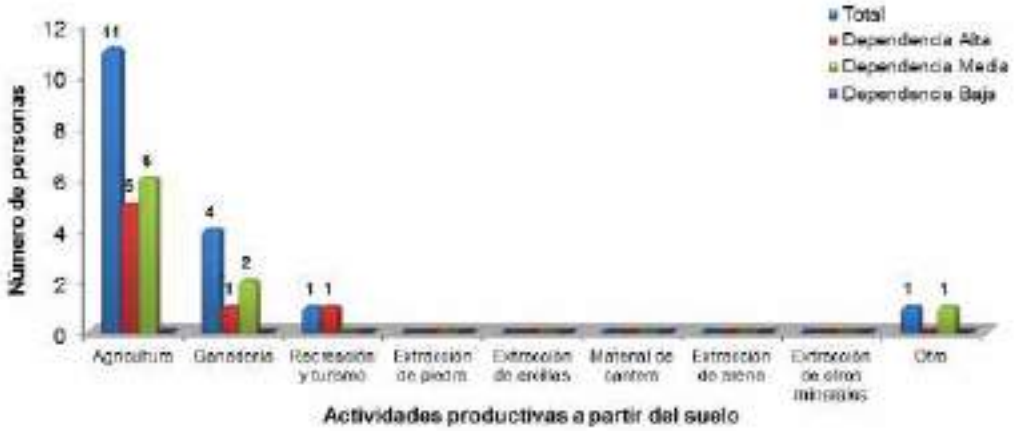
La extracción y uso de la **madera** se identificó en las veredas Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Alta y Ulagá Baja, en donde se consume eucalipto y pino, la cual se extrae anualmente de las fincas, tanto de cultivos como de árboles dispersos y cuya dependencia por parte de la comunidad es baja. Las plantas también son utilizadas para el desarrollo de artesanías, aunque no se especificó en la información levantada de que especies se extrae, su frecuencia de uso ni el nivel de dependencia.

Por otra parte, adicional al uso de animales silvestres por parte de la comunidad como comida, se referenció a las torcazas (Familia Columbidae) como **mascotas** en la vereda Sabaneta Alta, percibiéndose por parte de la gente que el recurso ha aumentado en el tiempo.

16 personas encuestadas en el área de influencia del proyecto reportaron el uso del suelo para algún tipo de actividad productiva, siendo la agricultura, ganadería y recreación y turismo las actividades identificadas, con una dependencia alta o media por parte de la comunidad (Figura 5.13).

La **agricultura** se reporta en El Naranjo, Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Ulagá Baja, Simón Bolívar y San Luis. En las veredas se siembra cebolla cabezona, cebolla larga, fríjol, repollo, granadilla (Fotografía 5.8), aguacate, tomate de árbol, hortalizas, mora grande, arveja, maíz, lulo, aromáticas y flores, mientras que en el barrio se cosechan hojas para envolver tamales y hayacas. Otros productos agrícolas reportados en las fichas veredales son zanahoria, arracacha, papa, papa amarilla y apio. El tipo de sistema de producción es tradicional y su importancia económica es media o alta ya que puede generar ingresos importantes para las familias y también porque son productos de autoconsumo. La cosecha que es vendida se entrega directamente a compradores de las plazas de mercado, únicamente en la cabecera municipal de Pamplona.

Figura 5.13 Uso del suelo y el subsuelo para actividades productivas



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Mediante las encuestas sobre servicios ecosistémicos se pudo establecer el uso del suelo para la **ganadería** (Fotografía 5.8) en la vereda Alcaparral, Sabaneta Baja y Ulagá Baja en donde el ganado de doble propósito tiene una importancia media. Adicionalmente, mediante fichas veredales fue identificado este servicio ecosistémico en las veredas El Naranjo y Sabaneta Alta. Holstein y Normando son las razas que se utilizan con más frecuencia, las cuales tienen un sistema de producción tradicional y se comercian en las plazas de mercado del municipio de Pamplona. Otras especies pecuarias que se producen en la zona son las gallinas y los pollos de engorde, las cuales son comercializadas o autoconsumidas.

Fotografía 5.8 Cultivo de granadilla y ganadería en el área de influencia de la UF1

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El uso del recurso suelo y subsuelo para las actividades de extracción de minerales como piedra, arcilla, material de cantera, arena u otros minerales no fueron identificados por los pobladores a los que se les realizó la encuesta.

Los servicios ecosistémicos de fibras y resinas, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos, uso ornamental de animales, ingredientes

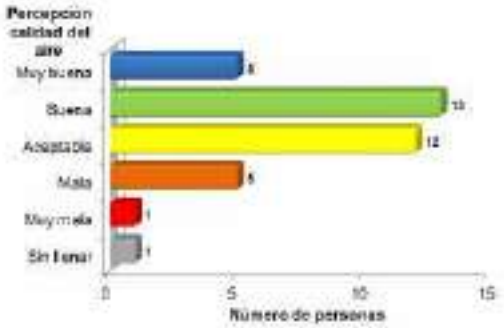
naturales, pesca y acuicultura, aire y zoocría no fueron identificados por los pobladores mediante encuestas ni ficha veredal.

5.4.5.1.2 Servicios de regulación

La comunidad identificó siete (7) servicios ecosistémicos de regulación en las veredas que constituyen el área de influencia social del proyecto: regulación de la calidad del aire, regulación de la erosión, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, regulación de recursos genéticos, regulación del agua y regulación del clima.

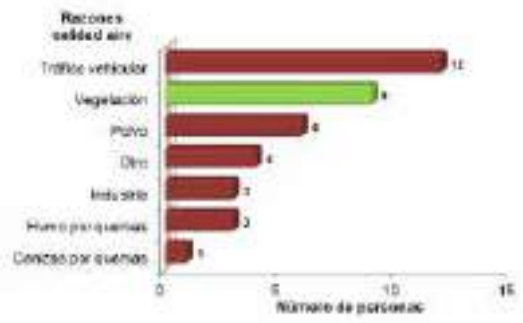
El servicio de **regulación de la calidad del aire** se percibe en la comunidad encuestada a causa de la presencia de la vegetación natural. Lo anterior es importante debido a que, si bien 18 personas perciben que la calidad del aire es buena o muy buena, 18 encuestados informaron que es aceptable, mala o muy mala (Figura 5.14). Dentro de las causas de la calidad del aire percibido están el tráfico vehicular, el polvo, las industrias cercanas, la ceniza por quemas y el mal olor de las fuentes de aguas contaminadas (Figura 5.15). Así mismo, 11 personas de la comunidad piensan que las causas que ocasionan la contaminación atmosférica hacen que la calidad del recurso empeore con el tiempo, mientras que 23 personas perciben que la calidad se mantiene, especialmente por la presencia de vegetación que permite la depuración.

Figura 5.14 Percepción sobre la calidad del aire



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

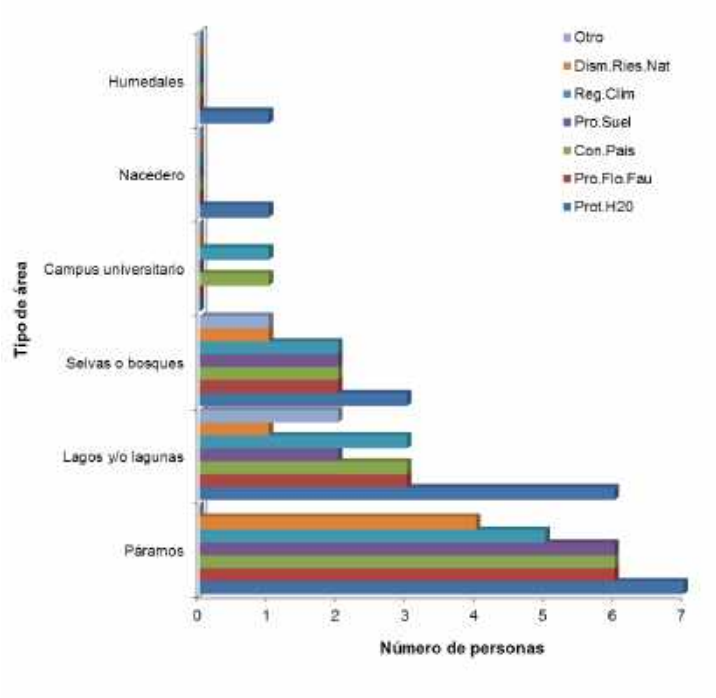
Figura 5.15 Causas de la calidad del aire percibida



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En cuanto a áreas que están siendo conservadas, siete personas reportan los páramos, seis los lagos y/o lagunas, cuatro selvas y bosques, una (1) humedales, una (1) guaduales, una (1) nacederos, una (1) áreas indígenas y una (1) campus universitarios. Adicionalmente, 14 personas dicen que no conocen si están conservando algún área, mientras que siete informan que no existen ese tipo de sitios. Los resultados de la asociación entre las áreas que están siendo conservadas y los beneficios percibidos de esa conservación se presentan en la Figura 5.16.

Figura 5.16 Conservación de áreas naturales en la región identificadas por la comunidad



Beneficios por conservar: Prot.H20: Protección de fuentes de agua, Pro.Flo.Fau: Protección de la flora y la fauna local. Con.Pais: Conservación del paisaje. Pro.Suel: Protección del suelo, Reg.Clim: Regulación del clima, Dism.Ries.Nat: Disminución del riesgo de desastres naturales.
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Los páramos que nombra la población encuestada son Santurbán, Berlín, Almorzadero y Borrero y los asocian con beneficios como protección de fuentes de agua, protección de la flora y fauna local, conservación del paisaje, protección de los suelos, regulación del clima y disminución de desastres naturales (Figura 5.16). Si bien los páramos no se encuentran dentro del área de influencia físico-biótica o social de la UF1 (Figura 5.17), para los habitantes del área son muy importantes ambientalmente.

El Páramo de Santurbán, corresponde a un ecosistema ubicado entre los 3000 y 4290 msnm, en terrenos de 15 municipios de los departamentos de Santander y Norte de Santander, y dentro de la jurisdicción de las Corporaciones Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) y Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) (CDMB, 2015). Según la CDMB, en este ecosistema se origina el agua empleada para el abastecimiento de más de 2,2 millones de habitantes de los municipios de Cúcuta, El Zulia, Ábrego, Ocaña, Arboledas, Cáchira, Cácota, Chitagá, Cucutilla, La Esperanza, Labateca, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Salazar, Silos, Villa Caro, California, Charta, Suratá, Tona, Vetas y los cuatro centros poblados que conforman el área metropolitana de Bucaramanga (CDMB, 2015). Aunque este páramo fue identificado como de importancia por cuatro (4) encuestados del barrio El Buque y dos (2) del barrio

San Luis (mientras que las veredas no lo reportan), no se encuentra dentro del área de influencia del proyecto.

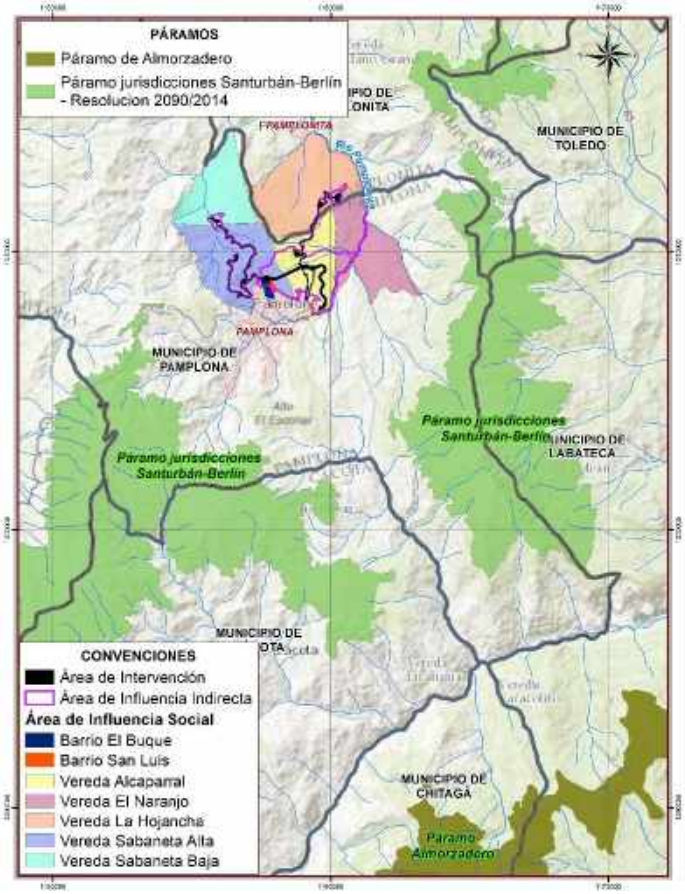
El área reconocida como páramo Berlín, se refiere al Distrito de Manejo Integrado (DMI) del páramo de Berlín, el cual fue declarado mediante acuerdo No. 017 de 23 de noviembre de 2007 del Consejo directivo de CORPONOR (Corponor, 2015) cuyo objetivo es proteger alturas desde los 2.200 hasta 4.100 metros sobre el nivel del mar, incluyendo bosques andinos hasta páramo seco. Tiene una extensión de 44.272 hectáreas, distribuidas en los municipios de Mutiscua y Silos, en el departamento de Norte de Santander y Tona en el departamento de Santander, en donde se genera una parte importante del abastecimiento de agua para las áreas metropolitanas de Bucaramanga y Cúcuta (Corponor, 2015). Este páramo fue identificado por un (1) habitante del barrio San Luis, pero no se encuentra dentro del área influencia del proyecto.

Por otra parte, según CORPONOR, el Páramo Complejo Almorzadero es el sistema paramuno ubicado en los departamentos de Santander y Norte de Santander que incluye localidades de páramo como Almorzadero, Mogotoroco, Anagá, Juradó, Las Coloradas, Mantilla, Tona, Berlín y Chitagá (Corponor, 2015). El complejo hace parte principalmente de los municipios de Chitaga y Silo en Norte de Santander y Cerrito, Guaca y Tona en Santander. Comprende unas 156.00 hectáreas de extensión que se ubican entre los 2.800 y 4.530 metros sobre el nivel del mar sobre ambos flancos de la Cordillera Oriental (Corponor, 2015).

Por último, una (1) persona del barrio San Luis identificó el “Páramo de Borrero” como un ecosistema que está siendo conservado de importancia de la región; sin embargo, no se encontró información sobre la existencia de esa área.

Según los beneficios de la conservación de los páramos, los cuales se presentaron arriba, los servicios ecosistémicos de regulación que éstos prestan son: **regulación del agua**, **regulación de recursos genéticos**, **regulación de la erosión**, **regulación del clima** y **regulación de riesgos naturales**.

Figura 5.17 Páramos cerca al área de influencia del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Los lagos y/o lagunas identificadas por los encuestados fueron la laguna Borrero, Laguna del Seminarista, Laguna Sabaneta y Humedal Carrizal, los cuales se asociaron con los beneficios de protección de las fuentes de agua y conservación del paisaje (Figura 5.16). El primer cuerpo de agua se encuentra dentro del área de influencia social del proyecto (Figura 5.18), en la vereda La Hojancha (Pamplonita), mientras el segundo se encuentra fuera. De las últimas dos no se tiene conocimiento de su ubicación ni estado de conservación.

La laguna Borrero se localiza en la vereda La Hojancha en el municipio de Pamplonita, mientras que la del Seminarista se encuentra en Pamplona, y según la población encuestada sus beneficios ambientales están asociados con la **regulación del agua**. Aun así, se encontró información de que la laguna del Seminarista está atravesando procesos de colmatación y pérdida del espejo de agua, lo que ha ocasionado desabastecimiento de agua para riego en la vereda Sabaneta alta (Diario La Opinión, 2017).

Figura 5.18 Localización de lagunas Borrero y Seminarista

Fuente: Google Earth, 2018

El beneficio identificado de los nacederos o manantiales fue la protección de fuentes de agua, lo cual está asociado con los servicios de **regulación de agua** y **recarga de aguas subterráneas**. La importancia de estos dos servicios tiene que ver con el servicio de provisión de agua y representa un recurso del cual depende la mayoría de la población asentada en la región.

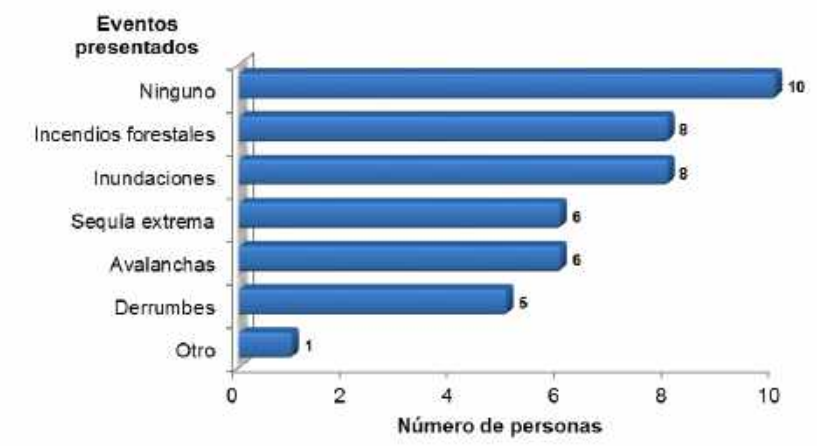
Por otra parte, se identificó el campus de la Universidad de Pamplona como un sitio de importancia para la **regulación del clima** y la conservación del paisaje.

De los bosques presentes en las unidades territoriales se perciben, en general, como sitios que protegen el agua, el suelo, la flora, la fauna y conservan el paisaje, además de regular el clima y disminuir el riesgo de que se presenten desastres naturales. Dentro de los bosques se destacan los riparios, asociados a cuerpos de agua, especialmente ríos y quebradas, presentes en toda el área de influencia. Así, los bosques prestan los siguientes servicios de regulación: **regulación del agua**, **regulación de recursos genéticos**, **regulación de la erosión**, **regulación del clima** y **regulación de riesgos naturales**.

Lo anterior es importante debido a que los encuestados perciben que se pueden presentar eventos como incendios forestales (ocho personas), inundaciones (ocho personas), derrumbes (cinco personas), sequías extremas (seis personas) y avalanchas (seis personas) (Figura 5.19). Adicionalmente, aunque haya un riesgo de que se presenten eventos naturales catastróficos que puedan ser mitigados gracias a la presencia de

bosques y otras áreas naturales con presencia en el área de influencia del proyecto, seis personas identificaron que actualmente no se llevan a cabo actividades que permitan la conservación de dichas áreas. Por otra parte, los pobladores encuestados informaron que dentro de las acciones de conservación que se llevan a cabo en la región está la protección de los bosques, reforestación, reubicación de viviendas, construcción de obras civiles y compra de predios.

Figura 5.19 Eventos naturales presentados en el área de influencia identificados por los pobladores



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Los servicios de ecosistemas de regulación del agua, control de plagas, Polinización y dispersión de semillas, calidad del agua, salinidad/alcalinidad/acidez, retención de sedimentos y exportación de nutrientes y reserva de carbono no fueron identificados por los pobladores mediante encuestas ni ficha veredal.

5.4.5.1.3 Servicios culturales

La comunidad identificó cinco (5) servicios ecosistémicos culturales en las veredas que constituyen el área de influencia social del proyecto: calidad del paisaje/valores estéticos, recreación y turismo, valores espirituales y religiosos, educacionales (investigación y monitoreo) y patrimonio cultural.

El servicio cultural de **calidad del paisaje** se asoció con la presencia de páramos, bosques, lagos y/o lagunas, áreas indígenas y el campus de la Universidad de Pamplona. Para los pobladores encuestados esas áreas son de importancia porque conservan un paisaje agradable y es atractivo para propios y visitantes. Dentro de los páramos que nombraron se encuentra Santurbán, Berlín y Almorzadero, mientras que se destacan la laguna Borrero y Seminarista. En cuanto a los bosques, la presencia de áreas naturales en la matriz trasformada con pastos y cultivos genera en los pobladores la percepción de un paisaje estético y con el cual se identifican (Fotografía 5.9).

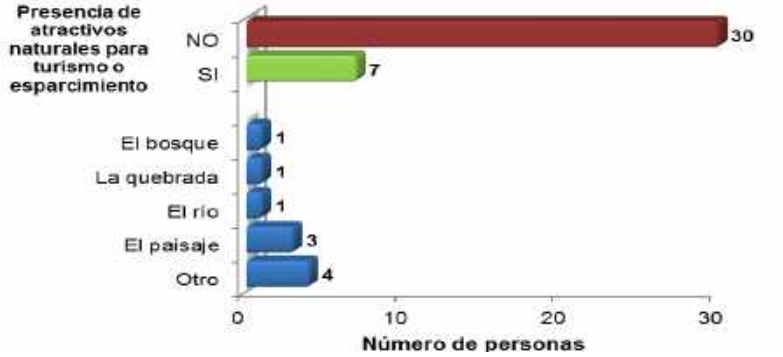
Fotografía 5.9 Paisaje rural en la UF1

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Así mismo, la vereda Alcaparral tiene como sitio de interés histórico y ecológico (servicio ecosistémico de **Calidad del paisaje/ Valores estéticos**) la Laguna de Borrero que pertenece al vecino municipio de Pamplonita y que hace parte del área de influencia del proyecto porque pertenece a la vereda La Hojancha (Si bien ese sitio no se va a intervenir). Este lugar es un referente como sitio histórico indígena con probables connotaciones sagradas que se asocian a apariciones, hechos sobrenaturales como la defensa de la laguna con torrenciales aguaceros súbitos destinados a ahuyentar a la gente que no quiere que se acerque a ella. Hoy en día han notado que se ha llevado a cabo un proceso de colmatación paulatino de la laguna que consideran convertida apenas en un humedal (Diario La Opinión, 2017).

En cuanto a la presencia de atractivos naturales para la **recreación y turismo**, los encuestados respondieron, en su mayoría, que no existen sitios que estén asociadas a esas actividades. De las personas que contestaron afirmativamente, una (1) identificó al río Pamplonita (Fotografía 5.10), tres al paisaje y cuatro a otras áreas como de importancia para esas actividades (Figura 5.20).

Figura 5.20 Atractivos naturales para el turismo y la recreación



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

En la vereda Sabaneta Alta se identificó el Camino Real (Figura 5.20) y la Laguna del Ahogado como sitios de importancia para el turismo y la recreación. Aunque no se tiene conocimiento de la laguna del Ahogado, se mencionó el camino real que conecta a Pamplona con Toledo, Pamplona con Cucutilla y un camino que conecta Pamplona con Herrán y Venezuela como sitios de importancia. Los caminos reales también fueron identificados en la vereda Alcaparral y también están asociados al servicio de **patrimonio cultural**.

Las áreas urbanas, es decir, los barrios San Luis, Simón Bolívar y El Buque, identificaron los miradores Cristo Rey (Figura 5.20) y Santa Marta, así como el campus de la Universidad de Pamplona como sitios de importancia cultural asociados a la recreación y el turismo.

Fotografía 5.10 Sitios de interés turístico y de recreación identificados por los encuestados

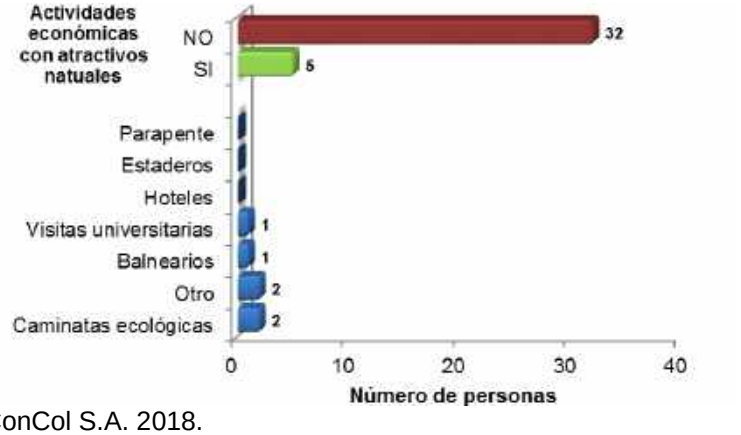
Río Pamplonita
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Mirador Cristo Rey
Fuente: Google Earth ®

Camino Real
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Los sitios de interés para el turismo generan la presencia de actividades económicas, dentro de las cuales se encuentran las visitas universitarias (servicio **Educacionales (investigación y monitoreo)**), balnearios y caminatas ecológicas (Figura 5.21).

Figura 5.21 Actividades económicas asociadas a atractivos naturales



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Asociado a caminatas ecológicas se encontraron rutas para visitar la laguna Borrero y Seminarista las cuales salen del área urbana del municipio de Pamplona, servicios que

fueron identificados por habitantes de los barrios Simón Bolívar y San Luis (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Caminatas ecológicas ofrecidas para los turistas en Pamplona

Nombre de la caminata	
Ruta del Durazno y el Agua	**Laguna 'El Peñón' sendero del Seminarista**
Descripción	
La ruta cuenta con mirador donde se divisa la vía de acceso hacia la ciudad de Cúcuta y los cultivos de durazno que se encuentran en producción. El paisaje es representativo de clima frío, montañas con malla verde de árboles nativos, vista agradable para el turista. También se encuentran rocas sedimentarias tipo arenisca y calizas. El camino es de fácil acceso, se identifican algunos sitios erosionados con poca magnitud e importancia, generados por factores externos como lluvia y vientos. En el trayecto hacia la laguna hay un mirador permitiendo observar la cabecera del municipio de Pamplonita y sus cultivos de fincas vecinas (maíz, durazno, fresa).	Ruta ecoturística de gran importancia ecológica, considerada como única laguna o espejo de agua que se conserva en la actualidad en el entorno de Pamplona, Norte de Santander. Es un hito para camping y por ser una reserva de agua natural, aun cuando en épocas de verano intenso suele secarse pero en el invierno recupera su esplendor, podemos aprovechar esta laguna para practicar deportes acuáticos elementales.
Fuente	
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona /portalIG/home_174/recursos/pamplona/ 10082015/ruta_laguna_de_borrero.jsp	https://es.wikiloc.com/rutas-senderismo/laguna-el-penon-sendero-del-seminarista-pamplona-colombia-2922049

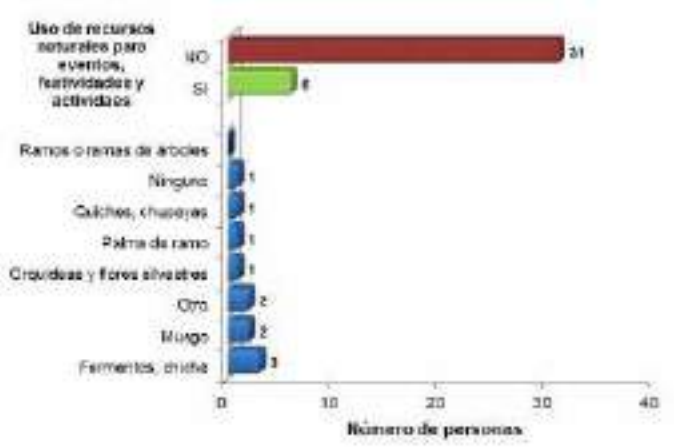
Respecto al tema del esparcimiento, que también hace parte del servicio de recreación y turismo, las escuelas ocupan un lugar de primera importancia, pues allí se encuentran campos de fútbol (Fotografía 5.11), en ocasiones construcciones polideportivas y pequeñas instalaciones de juegos infantiles, aunque el estado de conservación y funcionalidad no es el mismo en cada una de las veredas.

Fotografía 5.11 Escuela de Alcaparral, cancha de Fútbol

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Dentro de los **valores espirituales y religiosos** se encontró que las personas reportan el uso de orquídeas y flores silvestres para altares, palma de ramo en semana santa y fermentos como guarapo, masato y de panela con una frecuencia alta y cuya tendencia aumenta o se mantiene constante. Los musgos no tienen uso descrito, pero se utiliza con una frecuencia de uso baja, mientras que las hojas para la elaboración de hayacas también son utilizadas por las personas encuestadas (Figura 5.22).

Figura 5.22 Recursos naturales utilizados por la comunidad en eventos, festividades y actividades



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Los servicios ecosistémicos culturales de sentido de pertenencia, transporte y patrimonio cultural no fueron identificados por los pobladores encuestados.

5.4.5.1.4 Resumen de los SSEE identificados por la comunidad

En total se identificaron 23 servicios ecosistémicos a partir de las encuestas específicas para SSEE y las realizadas para la caracterización socioeconómica y/o cultural del área de influencia del proyecto (Tabla 5.4).

De los servicios ecosistémicos identificados por la comunidad, once (11) fueron considerados como de una alta dependencia (o alta importancia para el bienestar individual, familiar o comunitario) que estuvieron en la clasificación de aprovisionamiento, regulación y culturales. Seis (6) fueron consideraros de dependencia media asociados a las tres categorías generales de SSEE (aprovisionamiento, regulación y culturales), mientras que seis (6) son de dependencia baja. Los resultados se muestran en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Dependencia de los servicios ecosistémicos por parte de las comunidades del área de influencia

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Identificación en el Área de influencia	Dependencia
1	Aprovisionamiento	Suministro de agua	Agua dulce para consumo doméstico y actividades agropecuarias. El líquido es tomado de nacederos, ríos, quebradas y acueductos.	ALTA
2	Aprovisionamiento	Comida	Animales silvestres como armadillos, pacas y tinajos. Frutos silvestres como coronadas o frutos naturalizados como mangos y cítricos	MEDIA
3	Aprovisionamiento	Madera	Se consume principalmente eucalipto y pino, aunque también se extrae de árboles de bosques	BAJA
4	Aprovisionamiento	Fibras y resinas	No identificado	--
5	Aprovisionamiento	Biomasa	Leña y/o carbón extraído de árboles y arbustos que se utilizan principalmente para cocinar. Las especies más utilizadas son hayuelo, chilco, eucalipto, pino y sauce.	MEDIA
6	Aprovisionamiento	Recursos genéticos	No identificado	--
7	Aprovisionamiento	Carne y pieles	Animales silvestres como armadillos, pacas y tinajos.	MEDIA
8	Aprovisionamiento	Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos	No identificado	--
9	Aprovisionamiento	Uso ornamental de animales	No identificado	--
10	Aprovisionamiento	Plantas medicinales	Se utiliza yerbabuena (*Mentha sp*.), toronjil (*Melissa sp*. y *Ocium sp*.), limoncillo (Cymbopogon sp.), mejorana (*Origanum majorana*), cidrón (*Aloysa citriodora*), tomillo (*Thymus vulgaris*), caléndula (*Calendula officinalis*), manzanilla (Matricaria recutita), sábila (*Aloe vera*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*).	ALTA
11	Aprovisionamiento	Plantas ornamentales	Uso de plantas que producen flores vistosas y follaje para jardines y ornamentación	BAJA

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Identificación en el Área de influencia	Dependencia
12	Aprovisionamiento	Ingredientes naturales	No identificado	--
13	Aprovisionamiento	Arena y roca/otros minerales o agregados	No identificado	--
14	Aprovisionamiento	Mascotas	Se utilizan torcazas, miembros de la Familia Columbidae.	BAJA
15	Aprovisionamiento	Pesca y acuicultura	No identificado	--
16	Aprovisionamiento	Comunicaciones (transporte)	Se utilizan los ríos para el transporte fluvial.	BAJA
17	Aprovisionamiento	Aire	No identificado	--
18	Aprovisionamiento	Ganadería	Ganadería de doble propósito en donde se utilizan principalmente las razas Holstein y Normando.	ALTA
19	Aprovisionamiento	Zoocría	No identificado	--
20	Aprovisionamiento	Agricultura	Se siembra cebolla cabezona, cebolla larga, fríjol, repollo, granadilla, aguacate, tomate de árbol, hortalizas, mora grande, arveja, aromáticas y flores, hojas para envolver tamales y hayacas. Otros productos agrícolas son el maíz, zanahoria, arracacha, papa, papa amarilla y apio.	ALTA
21	Regulación	Regulación de la erosión	Servicio prestado por áreas naturales como páramos y bosques.	ALTA
22	Regulación	Regulación de la calidad del aire	Servicio prestado por la presencia de vegetación natural.	ALTA
23	Regulación	Ecosistemas de purificación de agua	No identificado	--
24	Regulación	Regulación de riesgos naturales	Servicio prestado por áreas naturales como páramos y bosques.	ALTA
25	Regulación	Recarga de aguas subterráneas	Servicio prestado por nacederos.	ALTA
26	Regulación	Control de plagas	No identificado	--
27	Regulación	Polinización	No identificado	--
28	Regulación	Regulación de recursos genéticos	Servicio prestado por áreas naturales como páramos y bosques.	MEDIA
29	Regulación	Calidad del agua	No identificado	--
30	Regulación	Salinidad/alcalinidad/acidez	No identificado	--
31	Regulación	Retención de sedimentos y exportación de nutrientes	No identificado	--
32	Regulación	Regulación del agua	Servicio prestado por áreas naturales como páramos, bosques, nacederos, lagos y lagunas.	ALTA
33	Regulación	Regulación del clima	Servicio prestado por áreas naturales como páramos y	MEDIA

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Identificación en el Área de influencia	Dependencia
			bosques, además de áreas naturales dentro del campus de la Universidad de Pamplona.	
34	Regulación	Reserva de Carbono	No identificado	--
35	Culturales	Valores espirituales y religiosos	Uso de orquídeas y flores silvestres para altares, palma de ramo en semana santa y fermentos como guarapo, masato y de panela, musgos y hojas para la elaboración de hayacas.	MEDIA
36	Culturales	Calidad del paisaje/valores estéticos	Asociado a la presencia de páramos, bosques, lagos y/o lagunas, áreas indígenas y el campus de la Universidad de Pamplona.	ALTA
37	Culturales	Recreación y turismo	Se identificó al río Pamplonita, al paisaje (páramos, lagunas) y caminos reales como de importancia para esas actividades	ALTA
38	Culturales	Sentido de pertenencia	No identificado	--
39	Culturales	Transporte	No identificado	--
40	Culturales	Educacionales (investigación y monitoreo)	Áreas como páramos y bosques son utilizados para salidas pedagógicas y de investigación por parte de los colegios o la Universidad de Pamplona.	BAJA
41	Culturales	Patrimonio Cultural	Asociado a caminos reales presentes en el área.	BAJA

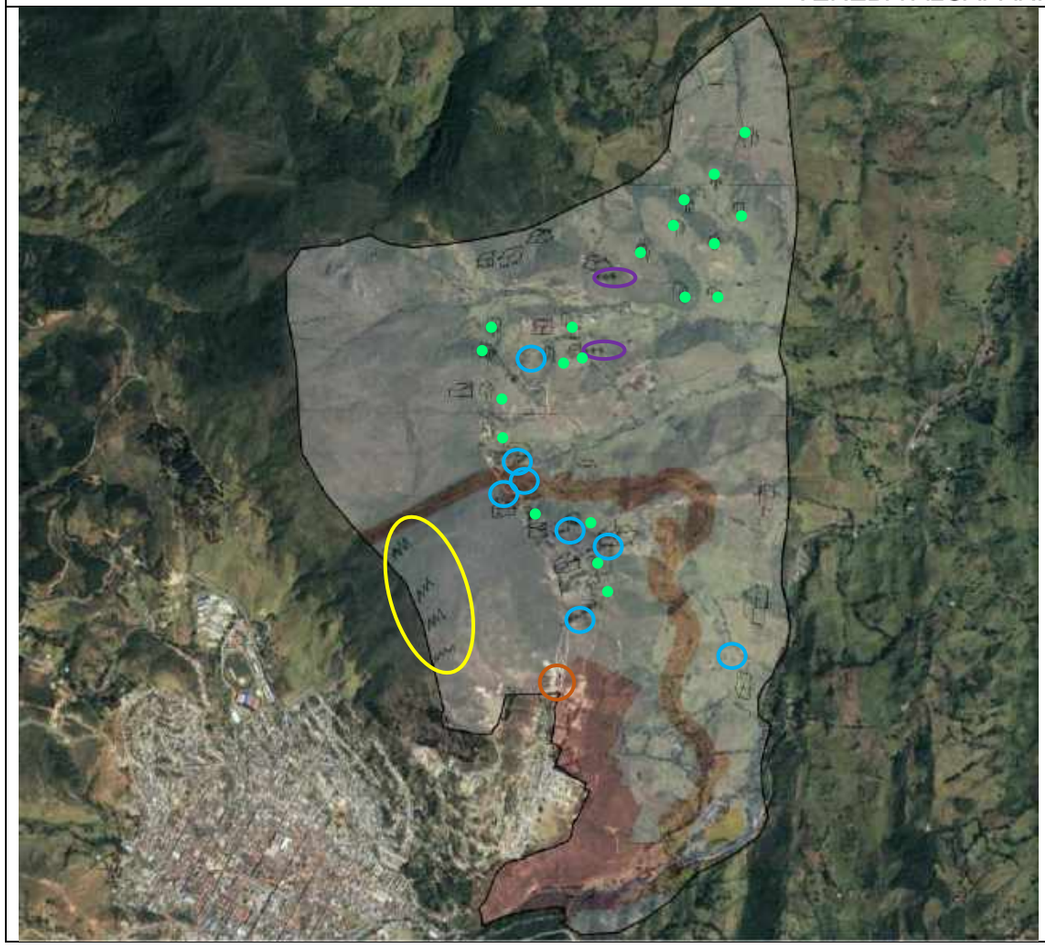
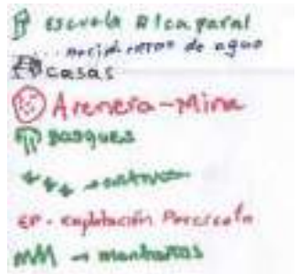
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.4.5.2 Beneficiarios de los Servicios Ecosistémicos

A continuación, se presentan la descripción general de la población beneficiada y de los servicios ecosistémicos dentro de cada unidad territorial menor del área de influencia del proyecto.

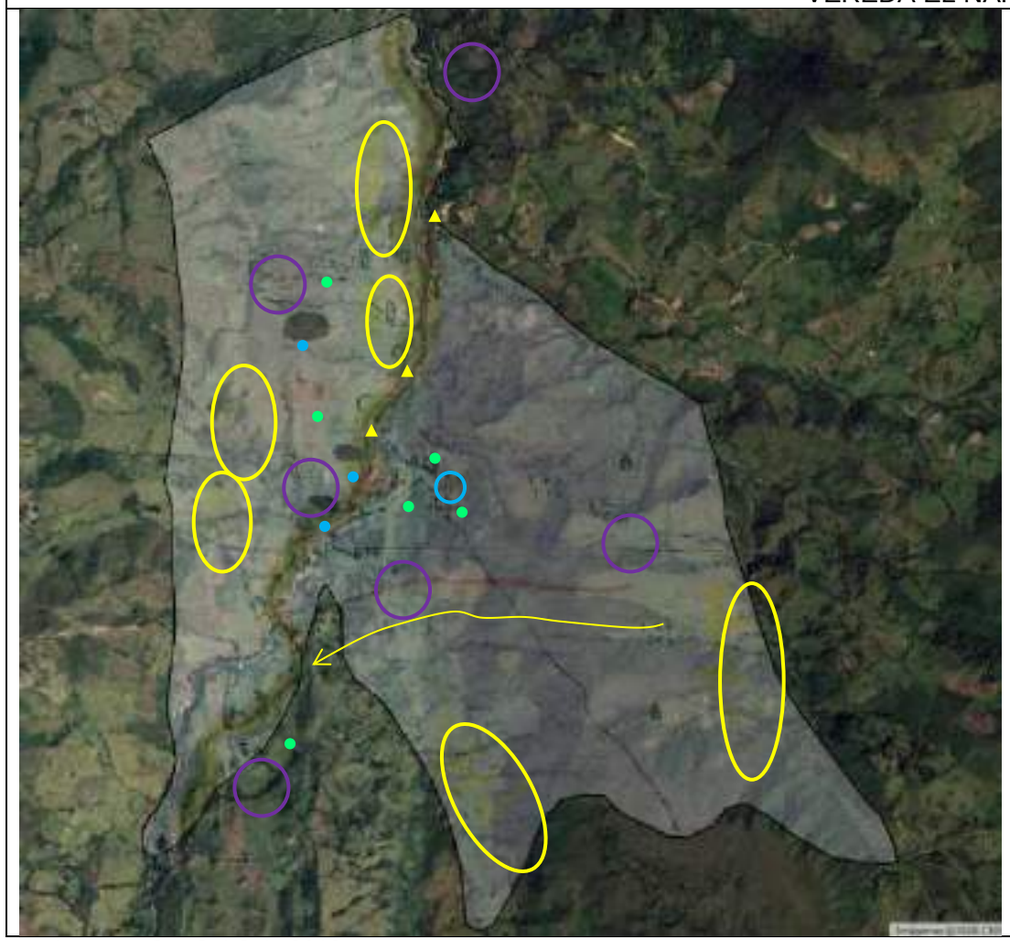
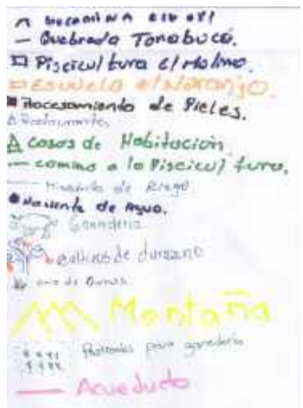
La información sobre dichas poblaciones se extrajo de las fichas veredales y cartografía social levantadas en la caracterización socioeconómica y cultural durante la etapa de presentación del proyecto y del EIA (primer momento de socializaciones).

Tabla 5.5 Vereda Alcaparral

VEREDA ALCAPARRAL	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 115 personas Número de viviendas: 26 Número de familias: 30 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Vereda contigua al área urbana del municipio de Pamplona. Presenta viviendas dispersas en su territorio, principalmente al lado de la vía que atraviesa de norte a sur la vereda. Los pobladores identificaron bosques (puntos verdes) en la zona nororiental de la unidad territorial y alrededor de las viviendas de la vereda, mientras que las montañas (círculo amarillo) se presentan en la zona oriental de la misma. Los nacimientos de agua (círculos azules) para el uso doméstico están muy cerca de las casas, en donde también hay cultivos (óvalos morados). A sur de Alcaparral se identificó una mina arenera (círculo naranja), pero en las encuestas realizadas no se identifica ni describe dicho servicio. Convenciones 

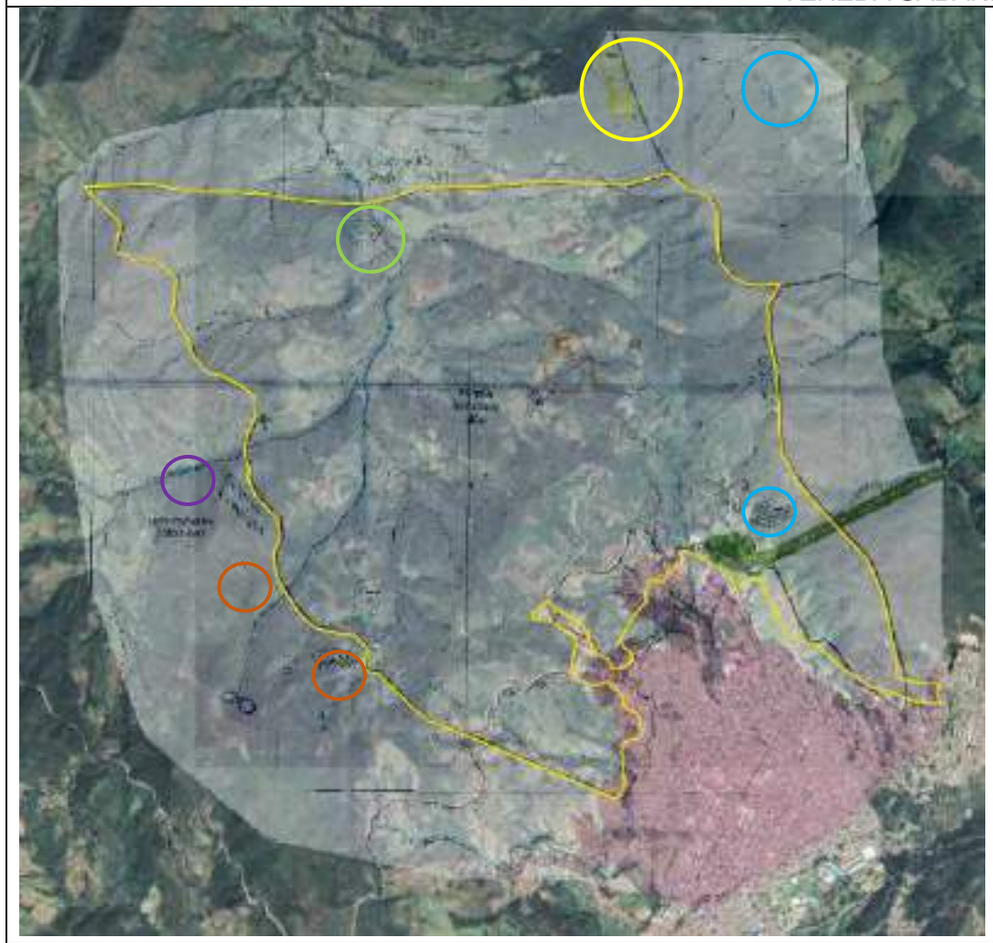
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.6 Vereda El Naranjo

VEREDA EL NARANJO	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 230 personas Número de viviendas: 35 Número de familias: 50 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Esta vereda es atravesada por el proyecto de norte a sur, presentando sus viviendas a lo largo de la vía existente, principalmente. Cuatro nacimientos de agua fueron identificados en la vereda, mientras que los sitios destinados a la ganadería y la agricultura se dispersan por toda la unidad territorial. No se identificaron bosques o áreas boscosas, pero sí la localización de las montañas en el sur, norte y oriente de El Naranjo. El acueducto está ubicado en la parte centro-sur de la vereda, atravesando la quebrada Tonabucá. Las áreas destinadas a la piscicultura y a la minería fueron identificadas en los mapas, aunque no sucedió lo mismo en las encuestas. Convenciones: Convenciones: 

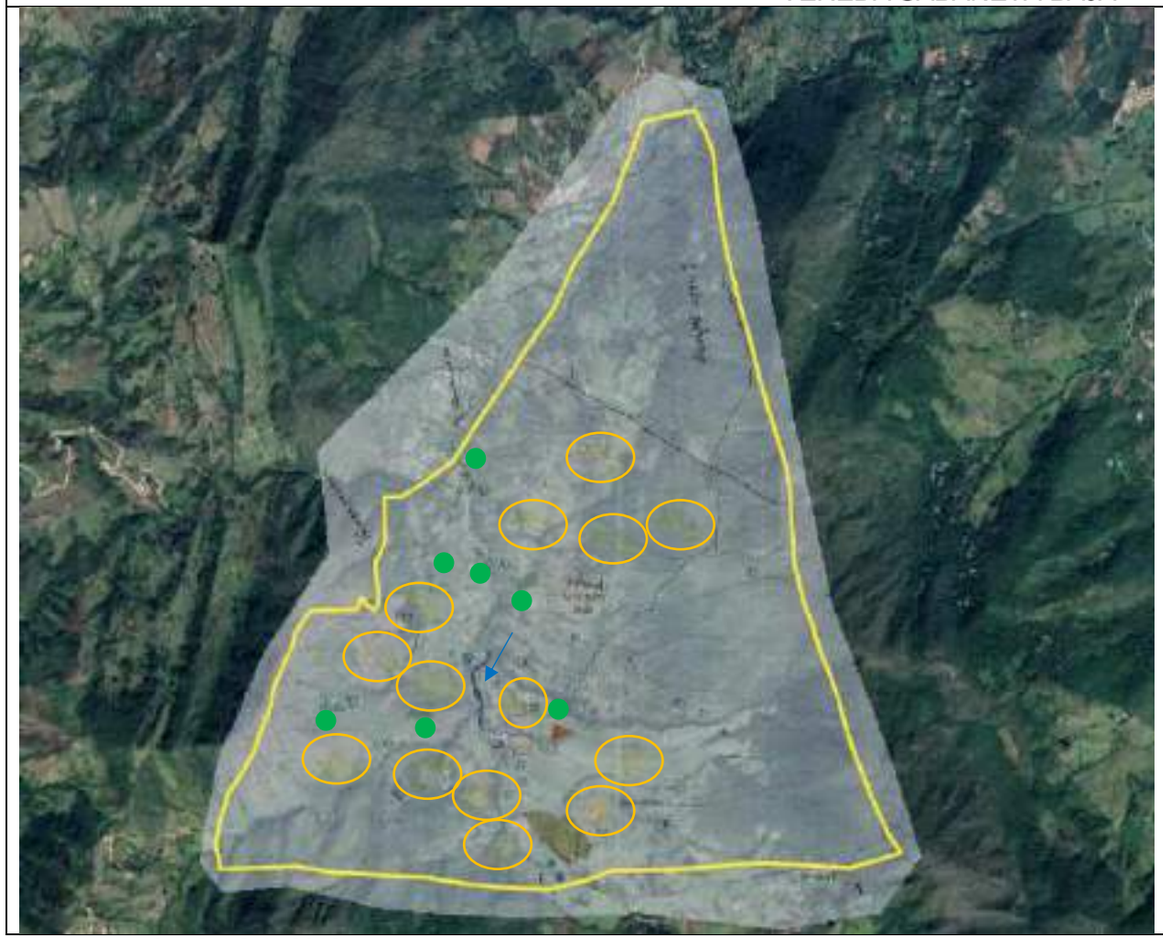
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.7 Vereda Sabaneta Alta

VEREDA SABANETA ALTA	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 150 personas Número de viviendas: 34 Número de familias: 68 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Vereda contigua al área urbana del municipio de Pamplona. Los pobladores identificaron nacimientos de agua en toda la vereda y fuera de ella, teniendo en cuenta que los cuerpos de agua sí se encuentran dentro de su territorio. Fuera de la vereda, en la parte occidental se identificó una captación de agua (círculo morado), aunque no se especificó el uso que se le da a ese recurso. Al norte de la vereda se identificó un cultivo de durazno (círculo verde) y más al norte (fuera de la vereda) se situó una reserva forestal (círculo amarillo). En la parte occidental se identificó la laguna seminarista (círculo naranja abajo) aunque ese cuerpo de agua se sitúa más al norte (círculo naranja arriba). Lo mismo pasó con la laguna Borrero, la cual se especializó en la parte sur oriental, dentro de la vereda (círculo azul abajo), pero que en realidad se ubica al norte y fuera de Sabaneta Alta (círculo azul arriba). Convenciones:

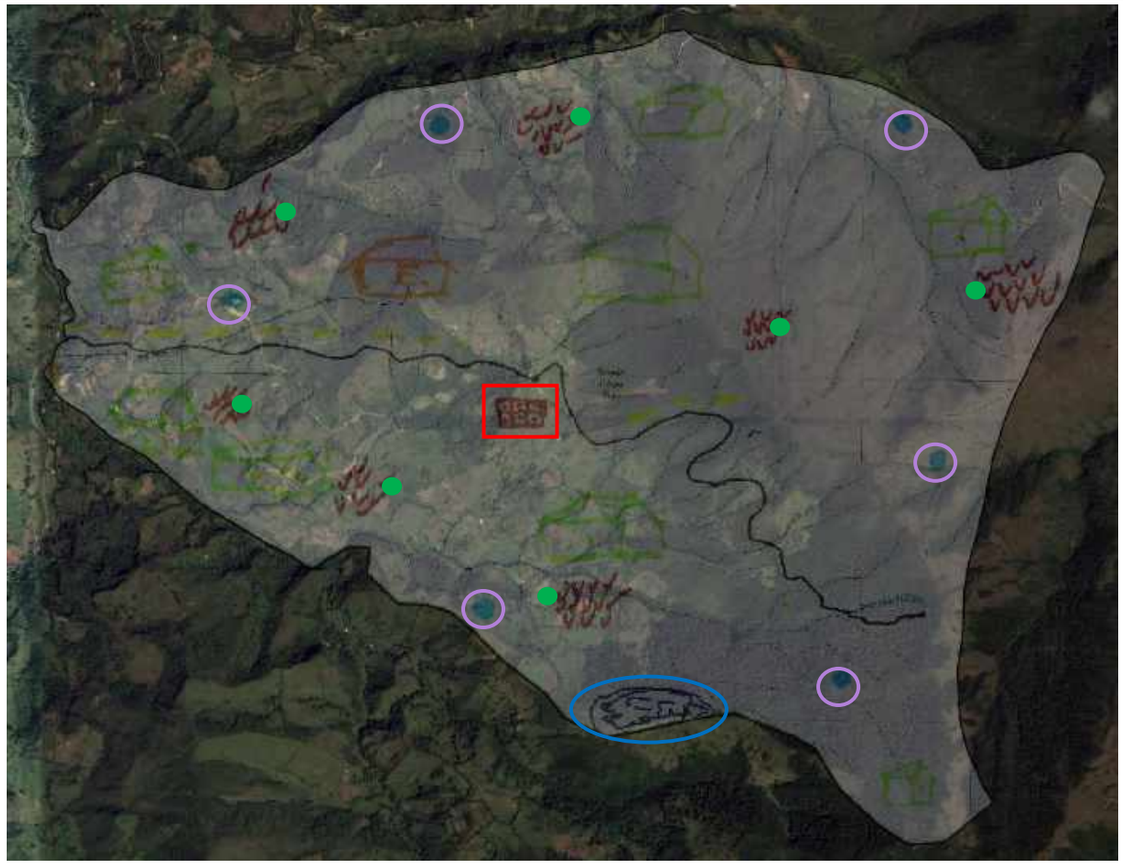
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.8 Vereda Sabaneta Baja

VEREDA SABANETA BAJA	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 85 personas Número de viviendas: 34 Número de familias: 36 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Vereda que hace parte del área de influencia por la presencia de ZODME y su acceso. Los pobladores no identificaron nacimientos de agua en la vereda. En casi toda el área de la unidad territorial menor se identificaron espacios para la ganadería de carne o leche (círculos naranjas), los cuales están asociados a pastos. Adicionalmente, se identificaron las áreas destinadas a los cultivos, que para esta vereda hacen referencia a fríjol y mora. Los habitantes también identificaron un sitio de importancia para la recreación, un área para baño asociado al río La Laguna (flecha azul). Convenciones:

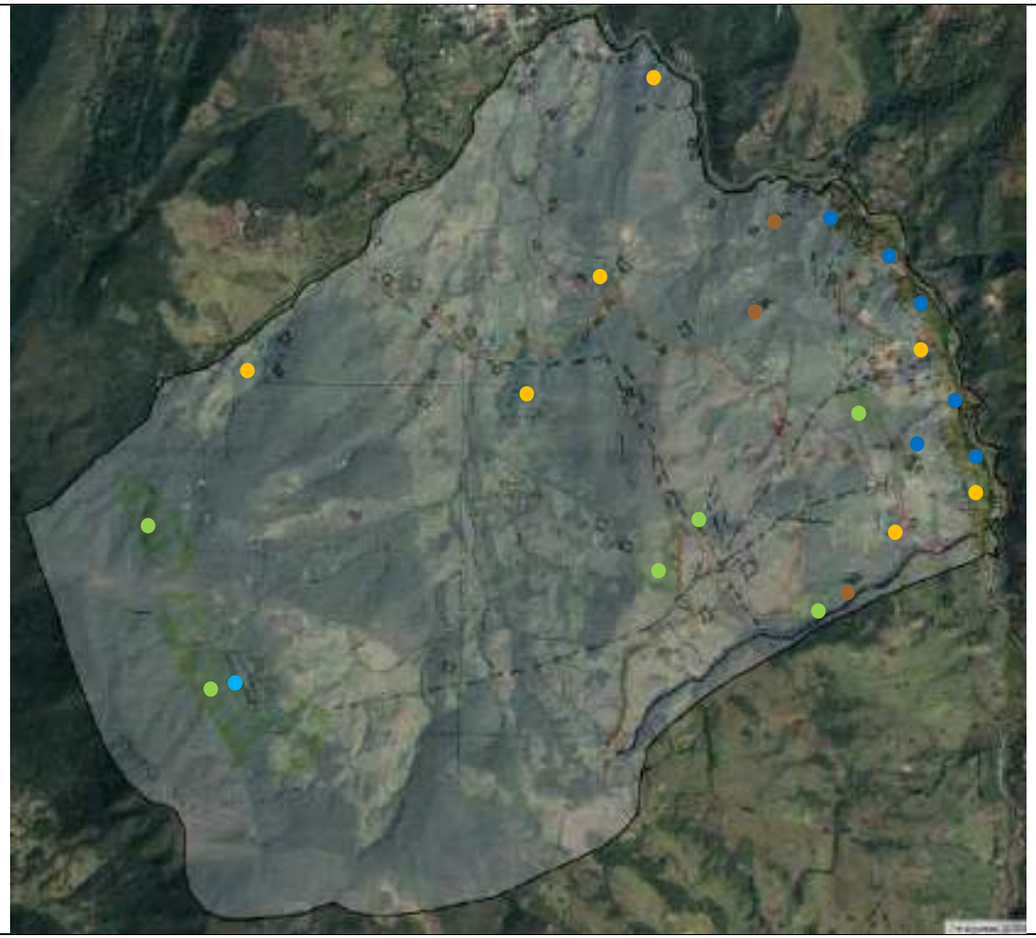
Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.9 Vereda Ulagá Baja

VEREDA ULAGA BAJO	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 283 personas Número de viviendas: 48 Número de familias: 56 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Vereda ubicada al nororiente del municipio de Pamplona, presenta sus viviendas dispersas por todo el territorio. Se identificaron seis sitios de nacimiento de agua alrededor de la vereda (círculos morados) y un área de laguna al sur de la misma (óvalo azul). Los cultivos (puntos verdes) también se presentan en toda el área de la unidad territorial, mientras que un sitio de aprovechamiento de arena (mina de arena, rectángulo rojo) se ubica en el centro de la vereda, aunque dicho sitio no fue identificado en las encuestas levantadas. Convenciones:

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

Tabla 5.10 Vereda La Hojancha

VEREDA LA HOJANCHA	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplonita Población total: 126 personas Número de viviendas: 46 Número de familias: 58 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: La vereda está ubicada al sur de Pamplonita y al occidente del proyecto con las viviendas dispersas en todo el territorio, especialmente en la parte oriental. Se identificaron al norte cultivos, principalmente de durazno (puntos amarillos) y varios sitios de nacimientos (puntos azules) hacia la parte oriental, muy cerca de la vía existente. La laguna Borrero (punto azul celeste) y áreas de reserva forestal (puntos verdes) fueron situadas en el occidente de la vereda, aunque otras áreas de reserva también se ubicaron al oriente de la misma. Según la población, minas de carbón (puntos cafés) se encuentran en la parte occidental de la carretera, aunque dichos lugares no se identificaron en las encuestas realizadas. Convenciones:

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

Tabla 5.11 Barrio San Luis

BARRIO SAN LUIS	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 122 personas Número de viviendas: 33 Número de familias: 42 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Las inmediaciones de este barrio en su lado norte se cruzan con el desarrollo la última parte trazada para el proyecto. Se estimó que la principal fuente de abastecimiento son los nacederos, sin embargo, éstos quedan fuera, aunque muy cerca, del área del barrio, dentro de un bosque (círculo amarillo). Muy cerca de los nacederos de identificó el acueducto comunal del barrio San Luis, aunque queda en área de la vereda Sabaneta Alta (recuadro verde). Se identificó un arenal cerca de la unidad territorial, en el costado derecho (círculo naranja), pero no se especifica su importancia o su uso por parte de la comunidad. Sitios de extracción de madera y leña se identificaron fuera del barrio, en la parte norte (círculo azul), asociado a áreas de pastos arbolados. Por último, se identificó la laguna Borrero contigua al costado derecho del barrio, sin embargo, ese cuerpo de agua se sitúa en la vereda La Hojancha del municipio de Pamplonita. Convenciones

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.12 Barrio El Buque

BARRIO EL BUQUE	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 600 personas Número de viviendas: 230 Número de familias: 150 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Dentro de la unidad territorial se identificaron áreas de importancia para la comunidad como los predios de la Universidad de Pamplona, sitios de encuentro, jardines infantiles y algunas zonas comerciales. Fuera de la unidad territorial se identificaron tres nacimientos de agua (círculos amarillos) que, según la comunidad, se encuentran dentro del área de intervención del proyecto y que son de importancia para el aprovisionamiento de agua. En la parte norte se situó un vivero (círculo verde), aunque no se especificó la importancia de dicho sitio para la comunidad ni el tipo de especies con las que trabajan. Por último, se referenció a la laguna de Borrero (círculo azul) fuera del barrio pero dentro de la vereda Sabaneta Alta, muy cerca del área de intervención del proyecto. Sin embargo, se debe aclarar que ese cuerpo de agua se localiza en la vereda La Hojancha (Pamplonita), área situada lejos del barrio. Convenciones

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 5.13 Barrio Simón Bolívar

BARRIO SIMÓN BOLÍVAR	
	Departamento: Norte de Santander Municipio: Pamplona Población total: 700 personas Número de viviendas: Sin información Número de familias: 140 Descripción de la población beneficiada y los servicios ecosistémicos: Este barrio de Pamplona se encuentra en el límite con el área rural. Dentro de la cartografía social se encuentra, áreas de importancia social como el salón comunal, las tiendas, vías presentes y coliseo. En cuanto a servicios ecosistémicos, se identificó que el agua que abastece al coliseo del barrio parece ser tomada de un cuerpo de agua natural, el cual nombran como “Agua Borrero” (línea azul celeste); sin embargo, no se especificó si pertenece a algún cuerpo de agua lótico con ese nombre o a si viene directamente de la laguna Borrero. Convenciones

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.4.6 Relación entre los SSEE y el proyecto

A continuación, se presenta la dependencia y el impacto del proyecto a los servicios ecosistémicos.

5.4.6.1 Dependencia del proyecto a los SSEE

Las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto fueron objeto de análisis con el fin de definir la relación que existe entre el proyecto, la biodiversidad y sus servicios. De manera general se puede decir que en la etapa preconstructiva no se requieren servicios ecosistémicos de abastecimiento ni regulación.

Para la construcción de la doble calzada es necesario ocupar el suelo, sin embargo, debido a que no se conceptualiza ningún servicio ecosistémico como “uso del suelo”, se tendrá en cuenta la destinación actual de ese recurso, ya sea para alguna actividad económica o de conservación. Con lo anterior se relacionará la actividad de destinación con el servicio ecosistémico que presta y que requiere uso del suelo, como se muestra en la Tabla 5.14, para el área de influencia físico-biótica. Se debe tener en cuenta que las áreas destinadas a los usos listados pueden prestar más de los servicios descritos en la tabla, sin embargo, con el fin de ser claros, se eligió el servicio más relevante en términos de uso y ocupación del suelo.

Tabla 5.14 Relación entre uso del suelo y servicios ecosistémicos en el área de influencia físico-biótica

Uso actual del suelo	Tipo de uso	Cobertura de la tierra	Servicio Ecosistémico relacionado
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	Mosaico de pastos y cultivos	Ganadería, agricultura
		Otros cultivos permanentes arbustivos	Agricultura
	Sistemas silvopastoriles	Mosaico de pastos con espacios naturales	Ganadería
Asentamiento	Residencial	Construcciones Rurales	Ninguno asociado
		Tejido urbano continuo	Ninguno asociado
		Tejido urbano discontinuo	Ninguno asociado
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	Arbustal denso bajo	Reserva de carbono
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Regulación del clima
	Sistemas forestales protectores (FPR)	Bosque de galería y ripario	Reserva de carbono
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Ríos (50 m)	Ecosistemas de purificación de agua, regulación del agua
Forestal	Producción-protección	Arbustal denso alto	Reserva de carbono
Ganadería	Pastoreo extensivo	Pastos arbolados	Ganadería
		Pastos enmalezados	Ganadería
		Pastos limpios	Ganadería
Infraestructura	Comercial	Zonas comerciales	Ninguno asociado

Uso actual del suelo	Tipo de uso	Cobertura de la tierra	Servicio Ecosistémico relacionado
	Transporte	Red vial	Ninguno asociado
Minería	Materiales de construcción	Zonas de extracción de material de construcción	Arena y roca/otros minerales o agregados

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De acuerdo al reporte de uso del suelo para el área de intervención se tiene que, para el desarrollo de la doble calzada de la Variante Pamplona, en general se ocupará un área de 29,698 ha, mientras que para el funcionamiento de los ZODME propuestos se utilizarán 24,704 ha (Tabla 5.15). Del mismo modo, los servicios ecosistémicos asociados al uso del suelo que se presentan en el área de intervención son **reserva de carbono**, **regulación del clima**, **ganadería** y **agricultura**.

Tabla 5.15 Área a utilizar por tipo de infraestructura para el desarrollo del proyecto

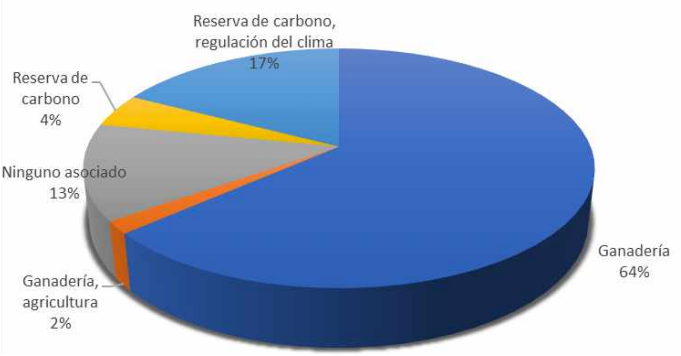
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	USO ACTUAL DEL SUELO	ÁREA (Ha)	SSEE
Diseño Vía	Comercial	0,984	Ninguno asociado
	Pastoreo extensivo (PEX)	14,074	Ganadería
	Producción-protección	1,498	Reserva de carbono
	Residencial	0,020	Ninguno asociado
	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	0,933	Ganadería, agricultura
	Sistemas forestales protectores (FPR)	0,087	Reserva de carbono
	Sistemas silvopastoriles (SPA)	1,799	Ganadería
	Transporte	0,511	Ninguno asociado
Bahía	Pastoreo extensivo (PEX)	0,070	Ganadería
	Transporte	0,515	Ninguno asociado
Túnel	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	4,901	Reserva de carbono, regulación del clima
	Pastoreo extensivo (PEX)	0,839	Ganadería
	Producción-protección	0,177	Reserva de carbono
Portal	Pastoreo extensivo (PEX)	0,433	Ganadería
Polvorín	Pastoreo extensivo (PEX)	0,273	Ganadería
Vía industrial	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	0,004	Reserva de carbono, regulación del clima
	Pastoreo extensivo (PEX)	0,906	Ganadería
	Producción-protección	0,003	Reserva de carbono
	Sistemas forestales protectores (FPR)	0,017	Reserva de carbono
	Sistemas silvopastoriles (SPA)	0,058	Ganadería
Área de	Pastoreo extensivo (PEX)	1,486	Ganadería

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	USO ACTUAL DEL SUELO	ÁREA (Ha)	SSEE
almacenamiento	Producción-protección	0,047	Reserva de carbono
	Residencial	0,058	Ninguno asociado
Zona de lavado y parqueo	Pastoreo extensivo (PEX)	0,002	Ganadería
	Residencial	0,040	Ninguno asociado
Total diseño de la vía		**29,698**	--
ZODME	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	1,041	Reserva de carbono, regulación del clima
	Pastoreo extensivo (PEX)	15,056	Ganadería
	Producción-protección	0,800	Reserva de carbono
Acceso ZODMES	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	0,071	Reserva de carbono, regulación del clima
	Pastoreo extensivo (PEX)	1,386	Ganadería
	Sistemas forestales protectores (FPR)	0,0004	Reserva de carbono
	Transporte	6,351	Ganadería
Total ZODME y sus accesos		**24,704**	--
Franja de captación	Cuerpos de Agua Naturales	0,004	Ecosistemas de purificación de agua, regulación del agua
TOTAL DESARROLLO DEL PROYECTO		**54,444**	--

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De esta manera, las áreas destinadas a la ganadería son las que más se ocuparán, ya que son el 64% de los suelos del área de intervención, lo cual está asociado a coberturas de pastos y mosaico de pastos con espacios naturales. Las áreas naturales como arbustales densos bajos y herbazales densos de tierra firme con arbustos, los cuales están asociados con reserva de carbono y regulación del clima, hacen parte del 17% de los suelos que se ocuparán. El bosque de galería y ripario y el arbustal denso alto, los cuales brindan el servicio de reserva de carbono, son el 4% de los suelos que se planean ocupar, mientras que el mosaico de pastos y cultivos, que brindan los servicios de ganadería y agricultura son el 2% del área de intervención (Figura 5.23).

Figura 5.23 Servicios ecosistémicos del suelo que se ocupará para el desarrollo del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Por otra parte, para el proyecto se requiere del **suministro de agua** para el riego de vías, Compactación de terraplenes, uso industrial (obras civiles), lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto y obras civiles relacionadas con el túnel. Ya que en la etapa constructiva no se prevé la instalación de zonas de campamentos, plantas de trituración/asfalto, no se consumirá agua para uso doméstico y/o para otros usos industriales, aunque sí se utilizarán sanitarios portátiles.

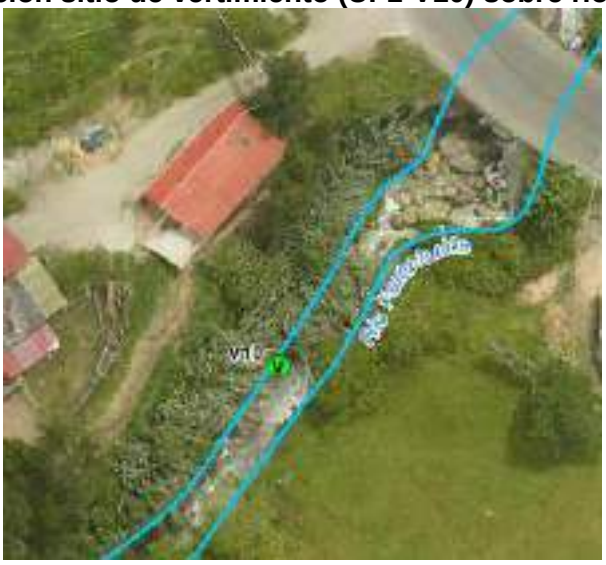
La captación de agua que se solicitan para la etapa constructiva tendrá una duración de 3 años aproximadamente. El consumo de agua para uso industrial será de 2,57 l/s, teniendo en cuenta que se planea captar durante 18 horas al día, por 30 días al mes. La captación se planea realizar en el río Pamplonita, en una franja de 0,004369ha (Figura 5.24). Para más información sobre la captación de aguas superficiales remitirse al Capítulo 7 Demanda de Recursos Naturales del presente EIA.

Figura 5.24 Localización franja de captación

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Así mismo, se hará la disposición de aguas residuales industriales previamente tratadas (vertimiento) sobre el río Pamplonita (Figura 5.25) y la quebrada San Antonio, lo que requiere de los servicios ecosistémicos de regulación de la **calidad del agua** y **ecosistemas de purificación del agua**. Para más información sobre el vertimiento remitirse al Capítulo 7 Demanda de Recursos Naturales del presente EIA.

Figura 5.25 Localización sitio de vertimiento (UF1-V10) sobre río Pamplonita



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para la construcción de la variante Pamplona se realizará el aprovechamiento forestal de los individuos que se encuentren dentro del área de intervención del proyecto, lo que corresponde con el servicio de aprovisionamiento de **madera**. El aprovechamiento se realizará en ecosistemas naturales y antrópicos del Orobioma Medio de los Andes con un volumen total de 755,98 m^3 (Tabla 5.16).

Las trozas, varillones y troncos obtenidos del aprovechamiento forestal, se dispondrán en pilas, conservando un orden por tamaño. Los productos como bloques, tablas, varillones, repisas y estacones podrán ser utilizados en las obras de construcción, dejándose una buena parte para las obras de revegetalización. La madera sobrante se distribuirá entre los habitantes del área de influencia como medida de mitigación de la presión que sufre los bosques circundantes, sin que se realice la comercialización de los productos obtenidos del aprovechamiento. Por último, la madera que presente menor densidad o que no tenga uso práctico se dejará para que se descomponga y para ser utilizado como insumo en las actividades de revegetalización. Para más información sobre el aprovechamiento forestal remitirse al Capítulo 7 Demanda de Recursos Naturales del presente EIA.

Tabla 5.16 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado

ECOSISTEMA	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
Ecosistemas censados		
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	**113,36**	**257,94**
Arbustal denso bajo	1,42	1,93
Construcciones rurales	0,16	0,38
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2,58	4,24
Pastos arbolados	17,38	92,96
Pastos enmalezados	10,65	19,40
Pastos limpios	71,71	117,21
Red vial	7,14	14,76
Zonas comerciales	2,32	7,06
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	**177,70**	**396,81**
Arbustal denso alto	1,58	2,94
Bosque de galería y/o ripario	2,90	7,25
Mosaico de pastos con espacios naturales	52,89	149,31
Mosaico de pastos y cultivos	2,85	6,48
Pastos arbolados	48,01	109,66
Pastos enmalezados	0,55	2,42
Pastos limpios	65,81	112,55
Red vial	2,46	4,61
Zonas comerciales	0,63	1,59
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	**22,22**	**45,19**
Pastos arbolados	14,40	29,52
Pastos limpios	7,15	14,15
Red vial	0,67	1,53
Total Ecosistemas censados	**313,27**	**699,94**
Ecosistemas naturales muestreados		
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		**1,984**
Arbustal denso alto	--	0,106
Arbustal denso bajo	--	0,448
Bosque de galería y/o ripario	--	1,430
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		**54,06**
Arbustal denso alto	--	47,53
Bosque de galería y/o ripario	--	7,27
Total ecosistemas naturales muestreados	**--**	**56,044**
TOTAL DE VOLUMEN A APROVECHAR		**755,98**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el desarrollo del proyecto se espera la generación de emisiones atmosféricas en las fases de construcción, relacionadas con los procesos de combustión interna de los motores de vehículos que operarán durante la construcción de proyecto y por los procesos de re-suspensión del material particulado proveniente de las vías destapadas y por las actividades de excavación y descapote.

La principal fuente de emisión de gases estará relacionada con la combustión del diésel y gasolina de las diferentes máquinas, equipos y vehículos utilizados. La calidad del aire puede afectarse, dado que en el proceso de combustión se generan emisiones a la atmósfera de gases como CO, CO2 y óxidos de nitrógeno. El tránsito de vehículos por vías y sectores sin pavimentar, la operación de maquinaria y/o equipos principalmente durante los movimientos de tierras, generarán emisiones de material particulado. Por lo que se requiere del servicio de **regulación de la calidad del aire** que está asociado con la presencia de áreas boscosas. Para más información sobre la generación de emisiones atmosféricas remitirse al Capítulo 7 Demanda de Recursos Naturales del presente EIA.

Los materiales de construcción se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan licencias minera y ambiental vigentes otorgadas por las respectivas entidades competentes, mientras que el abastecimiento de insumos procesados se llevará a cabo mediante la compra de estos a terceros autorizados que cuenten con títulos mineros y licencias ambientales vigentes, por lo que esos dos tipos de materiales no hacen parte del presente análisis.

De esta manera, en la Tabla 5.17 se presenta el resumen de la dependencia de las actividades del proyecto a los servicios ecosistémicos dentro del área de influencia del proyecto, según las definiciones presentadas en la Tabla 5.1.

Tabla 5.17 Dependencia de las actividades del proyecto a los servicios ecosistémicos del área de influencia del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Uso del suelo				Suministro de agua	Arena y roca/otros minerales o	Calidad del agua	Ecosistemas de purificación del	Madera	Regulación de la calidad del aire
			Ganadería	Agricultura	Reserva de carbono	Regulación del clima						
Preconstructiva	Gestión predial y negociación del derecho de vía	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Preconstructiva	Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Preconstructiva	Contratación y capacitación del personal	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción	Adecuación de accesos	ALTA	x	--	--	--	--	--	--	--	--	x
Construcción	Construcción de accesos	ALTA	x	--	x	--	--	--	--	--	x	x
Construcción	Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	MEDIA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x
Construcción	Materialización y replanteo (Topografía)	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción	Captación de agua	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construcción	Vertimientos	MEDIA	--	--	--	--	--	--	x	x	--	--
Construcción	Desmonte y limpieza	ALTA	x	x	x	--	--	--	--	--	x	--

ETAPA	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Uso del suelo				Suministro de agua	Arena y roca/otros minerales o	Calidad del agua	Ecosistemas de purificación del	Madera	Regulación de la calidad del aire
			Ganadería	Agricultura	Reserva de carbono	Regulación del clima						
Construcción	Demolición y retiro de estructuras	MEDIA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x
Construcción	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	MEDIA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x
Construcción	Construcción de obras de drenaje	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construcción	Construcción de estructuras de concreto	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construcción	Construcción de estructuras de pavimento	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construcción	Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construcción	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	ALTA	x	--	x	--	--	--	--	--	x	--
Construcción	Recuperación de áreas intervenidas	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción	Señalización y demarcación definitiva	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción	Limpieza y cierre final	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción	Portales de entrada y salida	ALTA	x	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ETAPA	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Uso del suelo				Suministro de agua	Arena y roca/otros minerales o	Calidad del agua	Ecosistemas de purificación del	Madera	Regulación de la calidad del aire
			Ganadería	Agricultura	Reserva de carbono	Regulación del clima						
Construcción de Túneles	Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	ALTA	x	--	x	--	--	--	--	--	x	--
Construcción de Túneles	Excavación emboquilles	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción de Túneles	Excavaciones por perforación y voladura	ALTA	x	--	x	x	--	--	--	--	x	--
Construcción de Túneles	Desescombro	ALTA	x	--	x	--	--	--	--	--	x	x
Construccion de Tuneles	Instalación de ventilación e iluminación	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Construcción de Túneles	Instalacion de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	ALTA	--	--	--	--	x	--	--	--	--	--
Construccion de Tuneles	Manejo de aguas	MEDIA	--	--	--	--	--	--	x	x	--	--
Construcción de Túneles	Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación	BAJA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

5.4.6.2 Impactos del proyecto a los SSEE

Para analizar los impactos del proyecto a los SSEE identificados por las comunidades se partió de la calificación de los impactos de cada uno de los elementos ambientales y sus ámbitos de manifestación, lo cual estuvo a cargo de los profesionales del proyecto. La relación entre los SSEE identificados por la gente y los impactos con proyecto se muestran en la Tabla 5.18. El paso a paso de este análisis se muestra en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos.

Tabla 5.18 Relación entre los SSEE identificados y los impactos

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Elemento	Impacto
1	Aprovisionamiento	Suministro de agua	Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial
				Alteración del cauce
				Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico
			Agua subterránea	Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea
				Variación del nivel freático
2		Comida	Fauna	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
			Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
3		Madera	Flora	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
				Cambios en la cobertura vegetal
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
5		Biomasa	Flora	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
				Cambios en la cobertura vegetal
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
7		Carne y pieles	Fauna	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
10		Plantas medicinales	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
				Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
11		Plantas ornamentales	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
				Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Elemento	Impacto
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
14		Mascotas	Fauna	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
16		Comunicaciones (transporte)	Agua superficial	Alteración del cauce
				Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico
18		Ganadería	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Económica	Modificación a la destinación económica del suelo
20		Agricultura	Suelo	Cambios en las características de los suelos
				Alteración del uso actual
			Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Económica	Modificación a la destinación económica del suelo
21	Regulación	Regulación de la erosión	Geomorfológico / Morfodinámica	Generación y /o activación de procesos denudativos
			Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas
			Flora	Cambios en la cobertura vegetal
				Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
22		Regulación de la calidad del aire	Atmosférico	Modificación de la calidad del aire
			Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
24		Regulación de riesgos naturales	Agua superficial	Alteración en la capacidad de transporte del agua
				Alteración del cauce
			Geomorfológico / Morfodinámica	Generación y /o activación de procesos denudativos
			Suelo	Alteración del uso actual
			Flora	Cambios en la cobertura vegetal
25		Recarga de aguas subterráneas	Agua subterránea	Variación del nivel freático
28		Regulación de recursos genéticos	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas
			Flora	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Elemento	Impacto
			Fauna	Alteración de hábitat
				Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
			Biota acuática	Modificación del hábitat y biota acuática
32		Regulación del agua	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
33		Regulación del clima	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
35	Culturales	Valores espirituales y religiosos	Patrimonio Arqueológico	Alteración del patrimonio arqueológico y cultural
36		Calidad del paisaje/valores estéticos	Paisaje	Modificación de la calidad paisajística
37		Recreación y turismo	Paisaje	Modificación de la calidad paisajística
40		Educacionales (investigación y monitoreo)	Flora	Cambios en la cobertura vegetal
			Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas
			Flora	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
			Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial
			Fauna	Alteración de hábitat
				Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
			Biota acuática	Modificación del hábitat y biota acuática
41		Patrimonio Cultural	Patrimonio Arqueológico	Alteración del patrimonio arqueológico y cultural

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

De esta forma, con las calificaciones de cada uno de los impactos y sus ámbitos de manifestación se estableció la importancia final para cada uno de los SSEE, mientras que la importancia estuvo dada por las comunidades. El Suministro de agua, Plantas medicinales, Ganadería, Agricultura, Regulación de la erosión, Regulación de la calidad del aire, Regulación de riesgos naturales, Recarga de aguas subterráneas, Regulación del agua Calidad del paisaje/valores estéticos y Recreación y turismo de tendrán un impacto alto (Tabla 5.19), lo cual está asociado con la alta dependencia de las personas a esos SSEE, el agua, siendo necesaria diariamente para actividades domésticas, mientras que la ganadería y agricultura son las principales fuentes de ingreso en la región. Así mismo, también tiene que ver con el aumento de material particulado en el área de influencia debido al aumento de vehículos automotores, así como la posible contaminación de los cuerpos de agua que cruza el proyecto y el desmonte de bosques riparios que protegen esos cuerpos y que permiten la depuración del agua.

Los SSEE de aprovisionamiento de Comida, Biomasa, Carne y pieles, Mascotas,

Regulación de recursos genéticos y Regulación del clima tendrán un impacto medio (Tabla 5.19). Lo anterior está dado por la pérdida de áreas boscosas que proveen esos servicios, aunque la dependencia de la comunidad a estos servicios es media.

Tabla 5.19 Impacto del proyecto sobre los SSEE identificados por la comunidad

No.	Tipo de SSEE	SSEE	IMPORTANCIA FINAL	DEPENDENCIA	IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE EL SE
1	Aprovisionamiento	Suministro de agua	Moderado	Alta	Alto
2		Comida	Moderado	Media	Medio
3		Madera	Moderado	Baja	Bajo
5		Biomasa	Moderado	Media	Medio
7		Carne y pieles	Moderado	Media	Medio
10		Plantas medicinales	Moderado	Alta	Alto
11		Plantas ornamentales	Moderado	Baja	Bajo
14		Mascotas	Severo	Baja	Medio
16		Comunicaciones (transporte)	Moderado	Baja	Bajo
18		Ganadería	Moderado	Alta	Alto
20		Agricultura	Moderado	Alta	Alto
21	Regulación	Regulación de la erosión	Severo	Alta	Alto
22		Regulación de la calidad del aire	Severo	Alta	Alto
24		Regulación de riesgos naturales	Severo	Alta	Alto
25		Recarga de aguas subterráneas	Moderado	Alta	Alto
28		Regulación de recursos genéticos	Moderado	Media	Medio
32		Regulación del agua	Moderado	Alta	Alto
33		Regulación del clima	Moderado	Media	Medio
36	Culturales	Calidad del paisaje/valores estéticos	Moderado	Alta	Alto
37		Recreación y turismo	Moderado	Alta	Alto
40		Educacionales (investigación y monitoreo)	Moderado	Baja	Bajo

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

Por último, los SSEE de provisión de madera, Plantas ornamentales, Mascotas y Comunicaciones (transporte); así como el servicio cultural Educacionales (investigación y monitoreo) tienen un impacto bajo (Tabla 5.19), debido a que la dependencia a estos servicios es baja y a que muchas de las zonas de importancia cultural se encuentran alejadas del área de intervención del proyecto.

5.4.7 Conclusiones

Después del análisis de los servicios ecosistémicos en el área de influencia se puede concluir que en general el proyecto tendrá un impacto medio a alto negativo en la capacidad

del área de estudio de brindar servicios ecosistémicos para el bienestar humano, ya que solamente cuatro servicios ecosistémicos tienen un impacto bajo, mientras que la mayoría tendrán un impacto medio o alto.

Adicionalmente, las comunidades indicaron que los servicios más importantes que influyen directamente en su bienestar son suministro de agua, plantas medicinales, ganadería, agricultura, regulación de la erosión, regulación de la calidad del aire, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, regulación del agua, calidad del paisaje/valores estéticos y recreación y turismo. También se identificaron los servicios de aprovisionamiento de comida, biomasa, carne y pieles, regulación de recursos genéticos, regulación del clima, valores espirituales y religiosos como de dependencia media; mientras que los servicios de madera, plantas ornamentales, mascotas, comunicaciones (transporte), educacionales (investigación y monitoreo) y patrimonio cultural tienen una dependencia baja. Los demás servicios ecosistémicos no fueron identificados por la comunidad encuestada en el área de influencia de la UF 1.

Por último, la dependencia del proyecto por los SE es alta en los servicios de aprovisionamiento de suministro de agua, madera (aprovechamiento forestal) y arena y roca/otros minerales o agregados, todos los cuales son servicios de aprovisionamiento de materias primas e insumos necesarios para la ejecución del proyecto. La información resumen se puede consultar en la Tabla 5.20.

Tabla 5.20 Impactos y dependencia de Servicios Ecosistémicos

No.	Tipo de SSEE	SSEE	DEPENDENCIA DE LA COMUNIDAD	IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE EL SE	DEPENDENCIA DEL PROYECTO
1	Aprovisionamiento	Suministro de agua	Alta	Alto	Alta
2		Comida	Media	Medio	--
3		Madera	Baja	Bajo	Alta
5		Biomasa	Media	Medio	--
7		Carne y pieles	Media	Medio	--
10		Plantas medicinales	Alta	Alto	--
11		Plantas ornamentales	Baja	Bajo	--
13		Arena y roca/otros minerales o agregados	--	--	Alta
14		Mascotas	Baja	Medio	--
16		Comunicaciones (transporte)	Baja	Bajo	--
18		Ganadería	Alta	Alto	--
20		Agricultura	Alta	Alto	--
21	Regulación	Regulación de la erosión	Alta	Alto	--
22		Regulación de la calidad del aire	Alta	Alto	--
24		Regulación de riesgos naturales	Alta	Alto	--

No.	Tipo de SSEE	SSEE	DEPENDENCIA DE LA COMUNIDAD	IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE EL SE	DEPENDENCIA DEL PROYECTO
25		Recarga de aguas subterráneas	Alta	Alto	--
28		Regulación de recursos genéticos	Media	Medio	--
32		Regulación del agua	Alta	Alto	--
33		Regulación del clima	Media	Medio	--
36	Culturales	Calidad del paisaje/valores estéticos	Alta	Alto	--
37		Recreación y turismo	Alta	Alto	--
40		Educacionales (investigación y monitoreo)	Baja	Bajo	--

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 6 ZONIFICACION AMBIENTAL

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 6 ZONIFICACION AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

6 ZONIFICACION AMBIENTAL 1
6.1 MARCO CONCEPTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACION AMBIENTAL 1
6.2 ASPECTOS METODOLOGICOS 3
6.2.1 Relación sensibilidad e Importancia (S/I) 5
6.2.1.1 S/I Muy alta 5
6.2.1.2 S/I Alta 6
6.2.1.3 S/I Moderada 6
6.2.1.4 S/I Baja 6
6.2.1.5 S/I Muy baja 6
6.3 VARIABLES A EVALUAR 6
6.4 SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA 8
6.4.1 Medio Abiótico 8
6.4.1.1 Geomorfología 8
6.4.1.1.1 Procesos morfodinámicos 8
6.4.1.2 Geotecnia 11
6.4.1.2.1 Zonificación geotécnica 11
6.4.1.3 Hidrogeología 14
6.4.1.3.1 Puntos de agua subterránea 15
6.4.1.3.2 Zonas de recarga hidrogeológica 17
6.4.1.4 Hidrología 19
6.4.1.4.1 Inundación 20
6.4.1.4.2 Torrencialidad 22
6.4.1.5 Paisaje 25
6.4.1.5.1 Calidad paisajística 25
6.4.1.6 Usos del Suelo 28

6.4.1.6.1 Uso potencial del suelo 28
6.4.2 Medio Biótico 32
6.4.2.1 Flora 32
6.4.2.1.1 Ecosistemas terrestres 32
6.4.2.1.2 Fragmentación de ecosistemas naturales 37
6.4.2.2 Fauna 42
6.4.2.2.1 Ecosistemas terrestres 42
6.4.3 Medio Socioeconómico y Cultural 47
6.4.3.1 Socioeconómico 47
6.4.3.1.1 Asentamientos Humanos 47
6.4.3.1.2 Tamaño del predio 50
6.4.3.1.3 Destinación económica del predio 53
6.4.3.1.4 Áreas de Interés para la comunidad 56
6.5 RESTRICCIONES LEGALES 59
6.5.1 Aspectos normativos y reglamentarios 59
6.5.1.1 Calificación de la Importancia 60
6.6 ZONIFICACIONES INTERMEDIAS 64
6.6.1 Síntesis Medio Abiótico 64
6.6.2 Síntesis Medio Biótico 69
6.6.3 Síntesis Medio Socioeconómico 75
6.7 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL FINAL 81
6.7.1 Sensibilidad ambiental del proyecto 81
6.7.2 Importancia ambiental del proyecto 81
6.7.3 Síntesis ambiental global del área del proyecto 82

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 6 ZONIFICACION AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 6.1 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad 3
Tabla 6.2 Criterios para la definición de los niveles de importancia 3
Tabla 6.3 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I) 5
Tabla 6.4 Elementos de análisis para la zonificación ambiental por cada uno de los medios y el marco normativo y reglamentario 7
Tabla 6.5 Criterios de clasificación de sensibilidad por procesos morfodinámicos 8
Tabla 6.6 Sensibilidad por procesos morfodinámicos 9
Tabla 6.7 Representatividad de la sensibilidad por procesos morfodinámicos en el área de influencia 9
Tabla 6.8 Representatividad de la sensibilidad por procesos morfodinámicos en el área de intervención 9
Tabla 6.9 Criterios de clasificación de importancia por procesos morfodinámicos 10
Tabla 6.10 Representatividad de la importancia por procesos morfodinámicos en el área de influencia 10
Tabla 6.11 Representatividad de la importancia por procesos morfodinámicos en el área de intervención 11
Tabla 6.12 Criterios de clasificación de sensibilidad por Zonificación geotécnica 12
Tabla 6.13 Sensibilidad por Zonificación geotécnica 12
Tabla 6.14 Representatividad de la sensibilidad por zonificación geotecnia en el AI 12
Tabla 6.15 Representatividad de la sensibilidad por zonificación geotécnica en el área de intervención 13
Tabla 6.16 Criterios de clasificación de importancia por zonificación geotécnica 13
Tabla 6.17 Representatividad de la importancia por zonificación geotécnica en el área de influencia 14
Tabla 6.18 Representatividad de la importancia por zonificación geotécnica en el área de intervención 14
Tabla 6.19 Criterios de calificación de Sensibilidad por puntos de agua subterránea 15
Tabla 6.20 Representatividad de la sensibilidad por puntos de agua subterránea en el área de influencia 15
Tabla 6.21 Representatividad de la sensibilidad por puntos de agua subterránea en el área de intervención 16
Tabla 6.22 Criterios de calificación de importancia por puntos de agua subterránea 16
Tabla 6.23 Representatividad de la importancia por puntos de agua subterránea en el área de influencia 17
Tabla 6.24 Representatividad de la importancia por puntos de agua subterránea en el área de intervención 17
Tabla 6.25 Criterios de calificación de Sensibilidad por zonas de recarga 17

Tabla 6.26 Representatividad de la sensibilidad por zonas de recarga en el área de influencia 18
Tabla 6.27 Representatividad de la sensibilidad por zonas de recarga en el área de intervencion 18
Tabla 6.28 Criterios de calificación de importancia por zonas de recarga..... 19
Tabla 6.29 Representatividad de la importancia por zonas de recarga en el área de influencia 19
Tabla 6.30 Representatividad de la importancia por zonas de recarga en el área de intervencion 19
Tabla 6.31 Criterios de clasificación de sensibilidad por Inundación..... 20
Tabla 6.32 Sensibilidad por Inundación 20
Tabla 6.33 Representatividad de la sensibilidad por inundación en el área de influencia. 21
Tabla 6.34 Representatividad de la sensibilidad por inundación en el área de intervención 21
Tabla 6.35 Representatividad de la importancia por inundación en el área de influencia. 22
Tabla 6.36 Representatividad de la importancia por inundación en el área de intervención 22
Tabla 6.37 Criterios de clasificación de sensibilidad por Torrencialidad..... 23
Tabla 6.38 Sensibilidad por Torrencialidad 23
Tabla 6.39 Representatividad de la sensibilidad por torrencialidad en el área de influencia 24
Tabla 6.40 Representatividad de la sensibilidad por torrencialidad en el área de intervención 24
Tabla 6.41 Representatividad de la importancia por torrencialidad en el área de influencia 25
Tabla 6.42 Representatividad de la importancia por torrencialidad en el área de intervención 25
Tabla 6.43 Criterios de clasificación de sensibilidad por calidad paisajística..... 26
Tabla 6.44 Representatividad de la sensibilidad por calidad paisajística en el área de influencia 26
Tabla 6.45 Representatividad de la sensibilidad por calidad paisajística en el área de intervención 27
Tabla 6.46 Criterios de calificación de importancia por calidad paisajística..... 27
Tabla 6.47 Representatividad de la importancia por calidad paisajística en el AI..... 28
Tabla 6.48 Representatividad de la importancia por calidad paisajística en el área de intervención 28
Tabla 6.49 Criterios de clasificación de sensibilidad por uso potencial del suelo 29
Tabla 6.50 Sensibilidad por uso potencial del suelo..... 29
Tabla 6.51 Representatividad de la sensibilidad por uso potencial del suelo en el AI 30
Tabla 6.52 Representatividad de la sensibilidad por uso potencial del suelo en el área de intervención 30
Tabla 6.53 Criterios de calificación de importancia por uso potencial del suelo 31
Tabla 6.54 Importancia por uso potencial del suelo 31
Tabla 6.55 Representatividad de la importancia por uso potencial del suelo en el área de influencia 31
Tabla 6.56 Representatividad de la importancia por uso potencial del suelo en el área de intervención 32

Tabla 6.57 Criterios de calificación de sensibilidad por ecosistemas terrestres 32
Tabla 6.58 Sensibilidad por ecosistemas terrestres UF1 33
Tabla 6.59 Representatividad de la sensibilidad en los ecosistemas terrestres, área de influencia 34
Tabla 6.60 Representatividad de la sensibilidad en los ecosistemas terrestres, área de intervención 35
Tabla 6.61 Criterios de calificación de Importancia por ecosistemas terrestres..... 35
Tabla 6.62 Importancia por ecosistemas terrestres UF 1 35
Tabla 6.63 Representatividad de la Importancia en los ecosistemas terrestres en el área de influencia 36
Tabla 6.64 Representatividad de la Importancia en los ecosistemas terrestres en el área de intervención 37
Tabla 6.65 Criterios de clasificación de sensibilidad por fragmentación de ecosistemas . 37
Tabla 6.66 Sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales..... 38
Tabla 6.67 Representatividad de la sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de influencia 39
Tabla 6.68 Representatividad de la sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de intervención..... 40
Tabla 6.69 Criterios de calificación de importancia por fragmentación de las coberturas naturales..... 40
Tabla 6.70 Importancia por fragmentación de los ecosistemas..... 41
Tabla 6.71 Representatividad de la Importancia por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de influencia..... 41
Tabla 6.72 Representatividad de la Importancia por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de intervención..... 42
Tabla 6.73 Criterios de calificación de sensibilidad por hábitats asociación a coberturas vegetales 42
Tabla 6.74 Sensibilidad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats..... 43
Tabla 6.75 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su sensibilidad, área de influencia..... 44
Tabla 6.76 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su sensibilidad, área de intervención..... 44
Tabla 6.77 Criterios de calificación de Importancia por ecosistemas terrestres..... 45
Tabla 6.78 Importancia de las coberturas vegetales – asociación a hábitats 45
Tabla 6.79 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su importancia, área de influencia 46
Tabla 6.80 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su importancia, área de intervención 47
Tabla 6.81 Criterios de clasificación de sensibilidad por asentamientos humanos..... 48
Tabla 6.82 Representatividad de la sensibilidad por asentamientos poblacionales en el área de influencia 48
Tabla 6.83 Representatividad de la sensibilidad por asentamientos poblacionales en el área de intervención 49
Tabla 6.84 Criterios de calificación de importancia por asentamientos humanos..... 49
Tabla 6.85 Representatividad de la importancia por asentamientos poblacionales en el área de influencia 50

Tabla 6.86 Representatividad de la importancia por asentamientos poblacionales en el área de intervención 50
Tabla 6.87 Criterios de clasificación de sensibilidad por tamaño del predio 50
Tabla 6.88 Representatividad de la sensibilidad por tamaño del predio en el área de influencia 52
Tabla 6.89 Representatividad de la sensibilidad por tamaño del predio en el área de intervención 52
Tabla 6.90 Criterios de calificación de importancia por tamaño de la propiedad 52
Tabla 6.91 Representatividad de la importancia por tamaño del predio en el área de influencia 53
Tabla 6.92 Representatividad de la importancia por tamaño del predio en el área de Intervención 53
Tabla 6.93 Criterios de clasificación de sensibilidad por destinación económica del predio 54
Tabla 6.94 Representatividad de la sensibilidad por destinación económica del predio en el área de influencia 54
Tabla 6.95 Representatividad de la sensibilidad por destinación económica del predio en el área de intervención 55
Tabla 6.96 Criterios de calificación de importancia por destinación económica predial 55
Tabla 6.97 Representatividad de la importancia por destinación económica del predio en el área de influencia 56
Tabla 6.98 Representatividad de la importancia por destinación económica del predio en el área de intervención 56
Tabla 6.99 Criterios de clasificación de sensibilidad por áreas de interés para la comunidad 57
Tabla 6.100 Representatividad de la sensibilidad de las áreas de interés para la comunidad en el área de influencia 57
Tabla 6.101 Representatividad de la sensibilidad de las áreas de interés para la comunidad en el área de intervención 58
Tabla 6.102 Criterios de calificación de importancia por áreas de interés para la comunidad 58
Tabla 6.103 Representatividad de la importancia por áreas de interés de la comunidad en el área de influencia 59
Tabla 6.104 Representatividad de la importancia por áreas de interés de la comunidad en el área de intervención 59
Tabla 6.105 Áreas protegidas presentes en el Área de Influencia 60
Tabla 6.106 Calificación de la Importancia normativa y reglamentaria 61
Tabla 6.107 Zonificación de la Importancia normativa y reglamentaria 61
Tabla 6.108 Representatividad de la sensibilidad para el medio abiótico 64
Tabla 6.109 Representatividad de la importancia para el medio abiótico 66
Tabla 6.110 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio abiótico 67
Tabla 6.111 Representatividad de la sensibilidad para el medio biótico 69
Tabla 6.112 Representatividad de la importancia para el medio biótico 71
Tabla 6.113 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio biótico 73

Tabla 6.114 Representatividad de la sensibilidad para el medio socioeconómico y cultural 75
Tabla 6.115 Representatividad de la importancia para el medio socioeconómico y cultural 77
Tabla 6.116 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio socioeconómico y cultural 79
Tabla 6.117 Representatividad de la sensibilidad ambiental 81
Tabla 6.118 Representatividad de la importancia ambiental 81
Tabla 6.119 Representatividad de la zonificación ambiental 82

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 6 ZONIFICACION AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 6.1 Proceso de zonificación ambiental 4
Figura 6.2 Zonificación de la Importancia normativa y legal UF 1 63
Figura 6.3 Sensibilidad del medio Abiótico 65
Figura 6.4 Importancia del medio Abiótico 66
Figura 6.5 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Abiótico 68
Figura 6.6 Sensibilidad del medio Biótico 70
Figura 6.7 Importancia del medio Biótico 72
Figura 6.8 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Biótico 74
Figura 6.9 Sensibilidad del medio Socioeconómico y Cultural 76
Figura 6.10 Importancia del medio Socioeconómico y Cultural 78
Figura 6.11 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Socioeconómico y Cultural 80
Figura 6.12 Zonificación Ambiental 83

6 ZONIFICACION AMBIENTAL

La zonificación ambiental busca integrar las principales características de los componentes ambientales y sociales de un territorio, a través de la consideración de aspectos abióticos, bióticos, socioeconómicos y culturales, y el marco legal, identificando las condiciones y comportamiento bajo el análisis de la sensibilidad e importancia de cada uno de ellos.

Con el fin de integrar la caracterización ambiental del territorio, se plantea a partir del proceso de zonificación ambiental, plasmar los elementos que se consideran los más relevantes y representativos de cada uno de los factores o medios (abiótico, biótico, socioeconómico) y del marco legal, a través del análisis de criterios fundamentales de sensibilidad e importancia.

En primer lugar, al valorar la sensibilidad de cada elemento se evalúa su capacidad de retorno a las condiciones originales luego de estar sujeto a procesos de intervención, el grado en el que se pueden ver comprometidas sus funciones, la posibilidad de afectación por su interacción con otro u otros elementos y, en forma general, el equilibrio resultante de este con su entorno.

En segundo lugar, el grado de importancia hace referencia al potencial que el elemento puede llegar a representar en el área, como fuente generadora de servicios o bienes ambientales y/o sociales, y que se pueda ver comprometida por procesos de intervención antrópica.

A continuación se presenta el marco conceptual y metodológico para el desarrollo del proceso de zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, el análisis de sensibilidad e importancia de cada uno de los componentes de los diferentes medios y el resultado final de la zonificación.

6.1 MARCO CONCEPTUAL PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACION AMBIENTAL

Según la Resolución 751 de marzo de 2015 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, la zonificación ambiental parte de la información de la caracterización ambiental de las áreas de influencia, además de la legislación vigente con la cual se hace un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico cuyo resultado es la identificación de las áreas susceptibles ante fenómenos naturales y antrópicos y que se pueden afectar con el desarrollo del proyecto.

Dado lo anterior, y acogiendo la definición del IDEAM (2006) y de Couto (1994), la Zonificación Ambiental se puede entender como una actividad del proceso de ordenamiento ambiental en donde se divide el territorio en estudio en áreas homogéneas desde sus contenidos biofísicos y socioeconómicos. Es en sí una síntesis geográfica del territorio en estudio, obtenido mediante el proceso de sectorización en unidades relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a factores abióticos (hidrología, suelos, formas de la tierra. etc.), biológicos (vegetación, fauna, etc.), socioeconómicos (recursos de valor

económico, la presencia del hombre y sus actividades), y normativos y legales, y su evaluación con relación al potencial de uso sostenible.

De esta forma, para un territorio que potencialmente puede ser modificado por un proyecto de infraestructura u otro tipo de proyecto de desarrollo, sujeto de una Evaluación de Impacto Ambiental, la zonificación ambiental tiene el propósito de establecer esa síntesis geográfica de referencia, bajo un escenario de No Intervención por el Proyecto, y se construye con los resultados de la caracterización ambiental o línea base ambiental, buscando identificar áreas o unidades homogéneas o relativamente homogéneas con diferentes grados de importancia y/o sensibilidad ambiental de acuerdo con las características intrínsecas de los elementos del sistema y con los servicios sociales y/o ambientales que éstos prestan a su entorno. En tal sentido, la zonificación ambiental busca:

- Definir la capacidad de las unidades homogéneas delimitadas para resistir afectaciones o transformaciones sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico para retomar sus condiciones funcionales iniciales.
- Identificar la capacidad de cada una de ellas para generar bienes o servicios ambiéntales hacia su entorno.

Para la determinación de los grados de sensibilidad e importancia se consideran las siguientes definiciones:

La **sensibilidad ambiental** se define como la susceptibilidad de los componentes del entorno al deterioro o degradación por la acción de factores externos. Es la capacidad intrínseca del individuo, comunidad o sistema que lo hace más o menos susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él.

Expresa el grado de fragilidad de los elementos del sistema y se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada por una condición o acción exógena.

Se considera más sensible aquel individuo, comunidad o sistema que al ser alterado con una leve intervención o modificación, presenta mayores dificultades para recuperarse o volver a su estado original.

Por otro lado, la **importancia ambiental** de un individuo, comunidad o sistema, es considerada como su capacidad de ofrecer bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y/o culturales hacia su entorno, ya sean de soporte, regulación o provisión.

A continuación se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación (Tabla 6.1 y Tabla 6.2).

Tabla 6.1 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.
Baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Moderada/Media	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	Corresponde a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy Alta	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 6.2 Criterios para la definición de los niveles de importancia

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.
Media	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.
Alta	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.2 ASPECTOS METODOLOGICOS

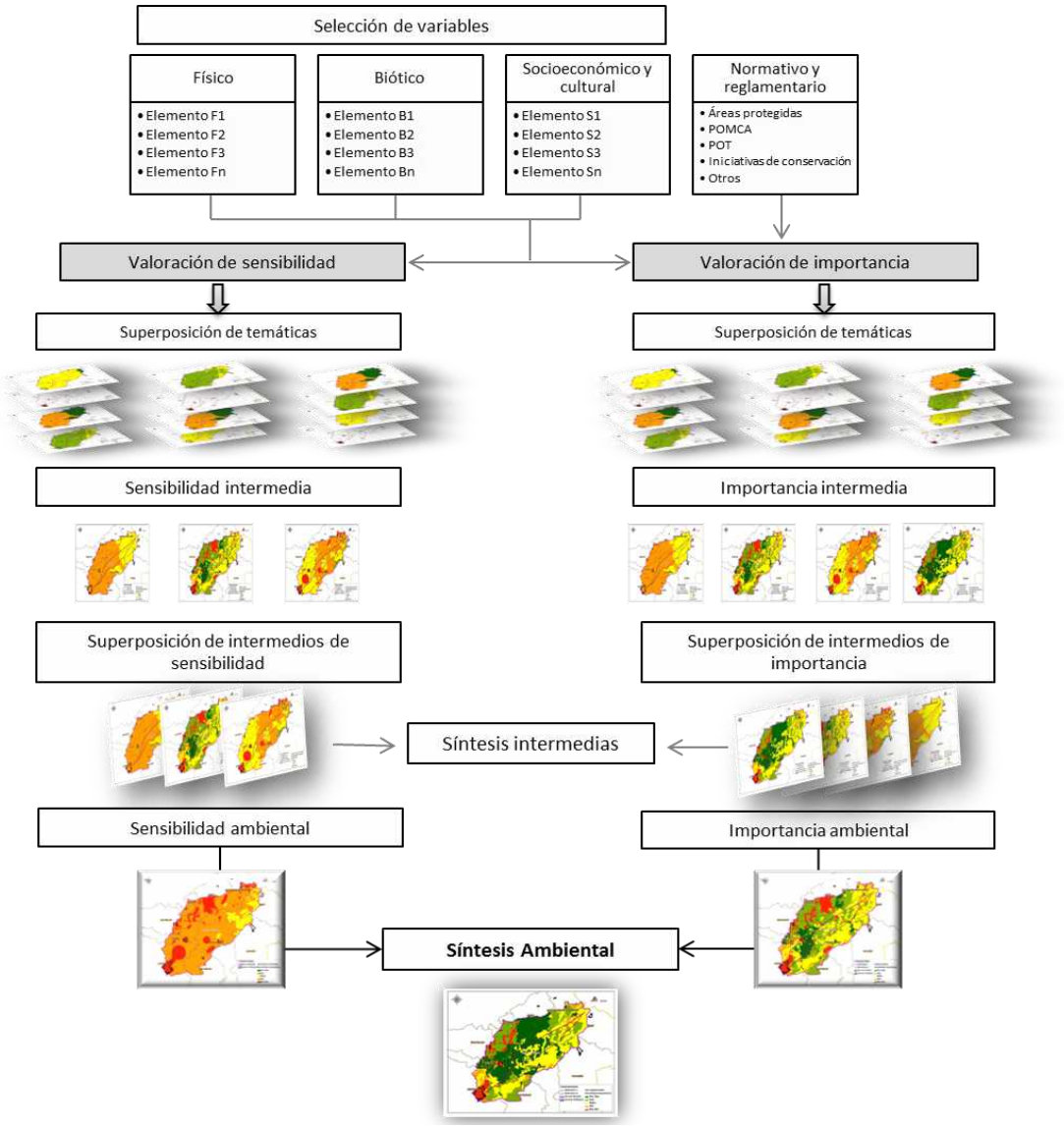
Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios abiótico, biótico y socioeconómico, y marco legal), se determinaron elementos representativos del área de influencia a nivel socio ambiental, los cuales se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto al status quo (estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales actuales); para así establecer una descripción general del área en términos de Sensibilidad e Importancia.

Siguiendo el marco conceptual del proceso de zonificación, se define el grado de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos de evaluación a través de un juicio de expertos, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto.

Una vez definidos los grados de calificación, se evalúa la sensibilidad e importancia para cada elemento de análisis y son plasmadas de forma cartográfica, para luego ser superpuestas o integradas dando como resultado las síntesis intermedias, que reflejan por una parte los niveles de sensibilidad y por otra los grados de importancia desde la perspectiva física, biótica, socioeconómica y normativa y reglamentaria.

Posteriormente, las síntesis intermedias se superponen para generar las síntesis de sensibilidad e importancia del área de influencia, y son integradas en la matriz de correlación de Sensibilidad/Importancia (Tabla 6.3), dando como resultado la zonificación síntesis del área. El proceso de zonificación se presenta consolidado en la Figura 6.1.

Figura 6.1 Proceso de zonificación ambiental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el proceso de superposición e integración, la condición de sensibilidad o importancia más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros elementos, tanto en la generación de las síntesis intermedias como de la zonificación global, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable, entre las variables analizadas.

6.2.1 Relación sensibilidad e Importancia (S/I)

La relación sensibilidad/importancia -S/I-, determina la capacidad de un elemento para tolerar procesos de intervención, es así como se define que a mayor relación sensibilidad/importancia se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños. La Tabla 6.3 señala las diferentes correlaciones que se pueden derivar de la relación sensibilidad/importancia - S/I-.

Tabla 6.3 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

Importancia	Sensibilidad				
	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Alta	Muy alta	Alta	Media	Media	Baja
Media	Alta	Media	Media	Baja	Baja
Baja	Media	Media	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De lo anterior se deduce que las zonas de muy alta y alta sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que se requiere acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere acciones de mitigación con efectos en el corto plazo. Las áreas con impactos moderados requerirán niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto.

Las zonas de baja y muy baja sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requiere acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto plazo).

A continuación se presentan de forma descriptiva las diferentes correlaciones de Sensibilidad/Importancia.

6.2.1.1 S/I Muy alta

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico, socioeconómico y/o marco legal, recibieron una calificación muy alta en sensibilidad y alta

en importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso, con posibilidades de pérdidas.

6.2.1.2 S/I Alta

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico, socioeconómico y/o marco legal, pueden presentar una calificación muy alta en cuanto a sensibilidad pero una importancia moderada o una alta sensibilidad e importancia. En estas áreas una intervención puede realizarse pero con una alta restricción, ya que el efecto generado sobre el medio es altamente significativo, siendo difícil la recuperación del recurso; para lo cual se hace necesaria la implementación de medidas tanto de corrección como de compensación.

6.2.1.3 S/I Moderada

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico, socioeconómico, y/o marco legal, pueden presentar desde muy alta sensibilidad con baja importancia, hasta baja sensibilidad con importancia alta. En estas áreas, una intervención puede realizarse con efectos que se evidencian a largo plazo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de corrección y prevención.

6.2.1.4 S/I Baja

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico, socioeconómico y/o marco legal, pueden presentar desde una importancia baja con moderada sensibilidad, hasta una importancia alta con sensibilidad muy baja. En estas áreas una intervención puede realizarse con presencia de efectos no significativos a largo plazo, para lo cual se hace necesaria la implementación de medidas de prevención.

6.2.1.5 S/I Muy baja

Corresponden a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico, socioeconómico y/o marco legal, fueron calificados con muy baja sensibilidad y baja importancia, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención.

6.3 VARIABLES A EVALUAR

Para determinar la zonificación ambiental del área de influencia se analizaron cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y el marco legal (normativo y reglamentario); la Tabla 6.4 presenta de forma específica los elementos evaluados para cada uno de ellos.

Tabla 6.4 Elementos de análisis para la zonificación ambiental por cada uno de los medios y el marco normativo y reglamentario

COMPONENTE	ELEMENTO	DETERMINANTES	S	I
Medio Abiótico				
Geomorfología	Procesos morfodinámicos	Intensidad de erosión	X	X
Geotecnia	Zonificación geotécnica	Zonificación geotécnica	X	X
Hidrogeología	Puntos de agua subterránea	Inventario de puntos de agua con un búfer de 100 metros	X	X
	Zonas de recarga de acuíferos	Variación en el sistema de descarga del agua subterránea	X	X
Hidrología	Inundación	Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve, precipitación, cobertura de la tierra	X	X
	Torrencialidad	Precipitación, densidad de drenaje, tiempo de concentración, cobertura de la tierra	X	X
Paisaje	Calidad paisajística	Clases de calidad visual	X	X
Usos del Suelo	Uso potencial del suelo	Agrupación de coberturas en usos potenciales del suelo	X	X
Medio Biótico				
Flora	Ecosistemas terrestres	Mapa Ecosistemas terrestres	X	X
	Fragmentación de ecosistemas	Fragmentación de ecosistemas y/o índice de fragmentación	X	X
Fauna	Ecosistemas terrestres	Coberturas de la tierra a nivel 3 de Corine Land Cover	X	X
Socioeconómico y Cultural				
Socioeconómico	Asentamientos Humanos	Espacios conformados por viviendas, vías y superficies cubiertas, en este se presenta un mayor número de habitantes por kilómetro cuadrado.	X	X
	Tamaño de los predios	Tamaño de los predios ubicados en el área de influencia, de acuerdo con la base del IGAC (mini, micro, mediana y grande propiedad).	X	X
	Destinación económica de los predios	Asignación económica de los terrenos por parte de sus propietarios.	X	X
	Áreas de Interés para la comunidad	Son aquellas áreas que representan un referente socioeconómico, cultural, natural, entre otros, para las	X	X
Aspectos Normativos y Reglamentarios				
Aspectos normativos y reglamentarios	Uso reglamentado del suelo, Áreas protegidas, Áreas de manejo especial	Instrumentos de ordenación y planificación, Áreas protegidas e Instrumentos de ordenación		X

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4 SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA

A continuación se muestra el análisis de la sensibilidad e importancia de los componentes y elementos que integran cada medio.

6.4.1 Medio Abiótico

Para el medio abiótico se analizaron seis (6) componentes y ocho (8) elementos para los cuales se determinó la sensibilidad y/o importancia, como se muestra a continuación.

6.4.1.1 Geomorfología

Para este componente se evaluaron los procesos morfodinámicos que se llevan a cabo en el área de influencia del proyecto.

6.4.1.1.1 Procesos morfodinámicos

- **Sensibilidad**

A través de los procesos morfodinámicos es posible evaluar la morfodinámica de la región, mediante el análisis del cambio en la geomorfología durante un periodo suficiente. A partir de este análisis se evidencian motores de cambio en la región debido a la intensidad de erosión y que puede tener una gran incidencia en los procesos constructivos y de operación de la vía.

Los criterios de sensibilidad por los procesos morfodinámicos se muestran en la Tabla 6.5, resaltando que el resto de las zonas no se calificaron por sensibilidades muy bajas, constituyéndose como irrelevantes para el proceso de zonificación.

Tabla 6.5 Criterios de clasificación de sensibilidad por procesos morfodinámicos

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy Alta	Corresponde a terrenos con evidencias de inestabilidad geotécnica reciente y activa, que pueden generar procesos erosivos y/o movimientos en masa de mayor magnitud
Alta	Corresponde a terrenos que evidencian inestabilidad geotécnica en el pasado y que pueden ser reactivados; son también terrenos con procesos morfodinámicos activos pero de grado moderado, o áreas de erosión en cárcavas y canteras.
Moderada/Media	Corresponde a terrenos de susceptibilidad moderada, afectados por la presencia de suelos desnudos o afectados con deslizamientos estabilizados

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Teniendo en cuenta la sensibilidad ambiental dada por los procesos morfodinámicos, en el área de influencia por la intensidad de erosión, se han clasificado cinco categorías de acuerdo con la fragilidad de los suelos frente a la erosión y los deslizamientos (Tabla 6.6).

Tabla 6.6 Sensibilidad por procesos morfodinámicos

ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR	SENSIBILIDAD
Deslizamiento activo	5	Muy Alta
Desprendimiento rocas	5	Muy Alta
Deslizamiento inactivo	4	Alta
Erosión en cárcavas	4	Alta
Canteras	4	Alta
Deslizamiento estabilizado	3	Moderada

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 95,98% correspondiente a 524,92 hectáreas no presentan una sensibilidad relevante por procesos morfodinámicos, seguido por 12,27 hectáreas (2,24%) de sensibilidad muy alta, 7,94 hectáreas de sensibilidad alta, correspondientes al 1,45%; y finalmente 1,76 hectáreas (0,32%) de área en sensibilidad Moderada. (Ver Tabla 6.7).

Tabla 6.7 Representatividad de la sensibilidad por procesos morfodinámicos en el área de influencia

Sensibilidad a procesos morfodinámicos	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Moderada	Moderada	1,76	0,32%
Alta	Alta	7,94	1,45%
Muy Alta	Muy Alta	12,27	2,24%
Sin Calificación		524,92	95,98%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se tiene un comportamiento similar al del área de influencia, ya que se observa que el 94,92% correspondiente a 51,68 hectáreas no presentan una sensibilidad relevante por procesos morfodinámicos, seguido por 1,46 hectáreas (2,69%) de sensibilidad muy alta y 1,27 hectáreas (2,34%) de sensibilidad alta; y finalmente 0,03 hectáreas (0,06%) de área en sensibilidad moderada. (Ver Tabla 6.8).

Tabla 6.8 Representatividad de la sensibilidad por procesos morfodinámicos en el área de intervención

Sensibilidad a procesos morfodinámicos	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Moderada	Moderada	0,03	0,06%
Alta	Alta	1,27	2,34%
Muy Alta	Muy Alta	1,46	2,69%
Sin Calificación		51,68	94,92%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La variable Importancia para el tema de procesos morfodinámicos se evaluó considerando su asociación a terrenos inestables que normalmente corresponden a áreas de baja capacidad económica por devaluación del terreno. Basado en esto se obtuvo la clasificación mostrada en la Tabla 6.9.

Tabla 6.9 Criterios de clasificación de importancia por procesos morfodinámicos

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Baja	Zonas afectadas por deslizamientos activos; con limitada capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, como son la realización de actividades antrópicas y la construcción de infraestructura civil.
Moderada/Media	Zonas con deslizamientos inactivos, erosión en cárcavas moderada, socavación lateral, o de deslizamientos inactivos con obras de contención; que conllevan a una moderada capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, como son la realización de actividades antrópicas y la construcción de infraestructura civil.
Alta	Terrazas pata de vaca, zonas no afectadas por procesos de remoción en masa o de erosión, que dada su estabilidad facilitan la realización de actividades antrópicas y construcción de infraestructura civil sin evidentes riesgos por dichos procesos.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia de procesos morfodinámicos se tiene que en el área de influencia no se encontraron sitios relevantes para la clasificación, representando el 95.98% correspondiente a 524,92 hectáreas, seguido por 12,27 hectáreas (2,24%) de importancia baja y finalmente 9,70 hectáreas (1,77%) de área con importancia moderada. (Ver Tabla 6.10).

Tabla 6.10 Representatividad de la importancia por procesos morfodinámicos en el área de influencia

Importancia a procesos morfodinámicos	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	12,27	2,24%
Moderada	Moderada	9,70	1,77%
Sin Calificación		524,92	95,98%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La importancia de procesos morfodinámicos para el área de intervención, presenta un comportamiento similar al del área de influencia, en donde no se encontraron sitios relevantes para la clasificación, representando el 94,92% correspondiente a 52,68 hectáreas, seguido por 1,46 hectáreas (2,69%) de importancia baja y finalmente 1,30 hectáreas (2,40%) de área con importancia moderada. (Ver Tabla 6.11).

Tabla 6.11 Representatividad de la importancia por procesos morfodinámicos en el área de intervención

Importancia a procesos morfodinámicos	Importancia	Área de Intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	1,46	2,69%
Moderada	Moderada	1,30	2,40%
Sin Calificación		52,68	94,92%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.2 Geotecnia

Para el área de influencia se realizó una zonificación geotécnica, que involucró la interacción de variables ambientales del medio abiótico y biótico, permitiendo establecer zonas de amenaza geotécnica, teniendo a consideración las unidades litológicas, unidades geomorfológicas, unidades hidrogeológicas, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendiente del terreno, unidades de intensidad de erosión, unidades de amenaza sísmica e isoyetas anuales. La evaluación y generación de la zonificación geotécnica, se considera como insumo importante para la zonificación ambiental, ya que en esta se evidencian zonas de mayor y menor estabilidad geotécnica, una vez integradas las variables antes mencionadas.

6.4.1.2.1 Zonificación geotécnica

- **Sensibilidad**

La tendencia en la evaluación de sensibilidad ambiental desde la perspectiva de la zonificación geotécnica, se basó en identificar aquellas zonas con cierto grado de amenaza geotécnica, la cual es directamente proporcional al grado de fragilidad y vulnerabilidad del territorio.

La Tabla 6.12 muestra los grados de sensibilidad establecidos para la evaluación de la estabilidad, resaltando que no se identificaron zonas con clasificación muy alta ni muy baja.

En la Tabla 6.13 se observa la calificación de sensibilidad ambiental de la estabilidad geotécnica Teniendo en cuenta los criterios definidos anteriormente para el área de estudio, se ha clasificado en tres categorías.
2222222
Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 63,50% correspondiente a 347,26 hectáreas presentan una sensibilidad moderada por zonificación geotécnica, seguido por 100,12 hectáreas (18,31%) de sensibilidad baja y finalmente 99,51 hectáreas (18,20%) del área con sensibilidad por zonificación geotécnica alta. (Ver Tabla 6.14).

Tabla 6.12 Criterios de clasificación de sensibilidad por Zonificación geotécnica

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Alta	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.
Moderada/Media	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.
Baja	Sectores en donde las condiciones del terreno presentan baja susceptibilidad a generación de procesos de remoción en masa y que al ser intervenidos no sufrirán alteraciones en su capacidad de oferta en el corto plazo. Su recuperación se da por mecanismos naturales a largo plazo o requiere implementar acciones de prevención y/o mitigación en el corto plazo. Estabilidad geotécnica alta. Corresponde a zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorece la estabilidad geotécnica.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 6.13 Sensibilidad por Zonificación geotécnica

ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR	SENSIBILIDAD
Amenaza geotécnica alta	4	Alta
Amenaza geotécnica moderada	3	Media
Amenaza geotécnica baja	2	Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 6.14 Representatividad de la sensibilidad por zonificación geotecnia en el AI

Sensibilidad por Zonificación Geotécnica	Sensibilidad	Área de influencia (AI)	
		Ha	%
Baja	Baja	100,12	18,31%
Moderada	Moderada	347,26	63,50%
Alta	Alta	99,51	18,20%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se tiene un comportamiento similar al del área de influencia, ya que se observa que el 62,98% correspondiente a 34,29 hectáreas presentan una sensibilidad moderada por zonificación geotécnica, seguido por 11,66 hectáreas (21,42%) de área con sensibilidad por zonificación geotécnica alta, finalmente 8,49 hectáreas (15,60%) de sensibilidad baja (Ver Tabla 6.15).

Tabla 6.15 Representatividad de la sensibilidad por zonificación geotécnica en el área de intervención

Sensibilidad por Zonificación Geotécnica	Sensibilidad	Área de Intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	8,49	15,60%
Moderada	Moderada	34,29	62,98%
Alta	Alta	11,66	21,42%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La variable Importancia para el tema de zonificación geotécnica se evaluó reconociendo el grado de utilidad de cada zona con respecto a su capacidad de prestar un bien y un servicio, identificada principalmente por sus actividades económicas (agrícolas, agroindustriales, forestales, mineras, etc.), tal como se muestra en la Tabla 6.16.

Tabla 6.16 Criterios de clasificación de importancia por zonificación geotécnica

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica; limitando su capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, como son la realización de actividades antrópicas y la construcción de infraestructura civil. Corresponde a zonas de estabilidad geotécnica baja
Moderada/Media	Zonas con procesos de remoción en masa menores; inactivos o esporádicos y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal; que conllevan a una moderada capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, como son la realización de actividades antrópicas y la construcción de infraestructura civil. Corresponde a zonas de estabilidad geotécnica moderada.
Alta	Zonas con escasos y menores procesos erosivos o de remoción en masa, que dada su estabilidad facilita la realización de actividades antrópicas y construcción de infraestructura civil sin evidentes riesgos por procesos erosivos o de remoción en masa. Corresponde a zonas de estabilidad geotécnica alta.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia por zonificación geotécnica en el área de influencia, se tiene una importancia moderada en el 63,50% de ésta, correspondiente a 347,26 hectáreas, seguido por 100,12 hectáreas (18,31%) de importancia alta y finalmente 99,51 hectáreas (18,20%) de área con importancia baja. (Ver Tabla 6.17).

Tabla 6.17 Representatividad de la importancia por zonificación geotécnica en el área de influencia

Importancia por Zonificación Geotécnica	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	99,51	18,20%
Moderada	Moderada	347,26	63,50%
Alta	Alta	100,12	18,31%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se tiene un comportamiento similar al del área de influencia, ya que se observa que en el 62,98% de ésta, correspondiente a 34,29 hectáreas, presenta una importancia moderada por zonificación geotécnica, 8,49 hectáreas (15,60%) de importancia alta y finalmente 11,66 hectáreas (21,42%) de área intervención con importancia baja. (Ver Tabla 6.18).

Tabla 6.18 Representatividad de la importancia por zonificación geotécnica en el área de intervención

Importancia por Zonificación Geotécnica	Importancia	Área de Intervención	
		Ha	Ha
Baja	Baja	11,66	21,42%
Moderada	Moderada	34,29	62,98%
Alta	Alta	8,49	15,60%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.3 Hidrogeología

La caracterización hidrogeológica, aparte de espacializar los sistemas acuíferos que se encuentran en la zona de estudio, también describe su disposición espacial, características fisicoquímicas, la interacción del flujo subterráneo con los rasgos estructurales, y en general la dinámica del flujo subterráneo. En este sentido y teniendo en cuenta los criterios de la zonificación ambiental del medio abiótico, para el componente hidrogeológico se contempla la zonificación de los elementos hidrogeológicos ambientalmente sensibles e importantes.

En este orden de ideas, los puntos de agua subterránea (Pozos Aljibes y Manantiales), son la evidencia de estos sistemas en superficie, su sensibilidad está relacionada a la fragilidad de estos ante los cambios (disponibilidad y calidad) y la importancia se asocia a la prestación de un bien y/o servicio ambiental que para este caso es la disponibilidad del recurso hídrico que estos puntos pueden brindar al entorno.

6.4.1.3.1 Puntos de agua subterránea

- **Sensibilidad**

Se tiene en cuenta este elemento debido a que los puntos de agua subterránea son la manifestación de los sistemas acuíferos en superficie, en este sentido se realiza la calificación de la sensibilidad teniendo en cuenta la fragilidad de estos a cambios fisicoquímicos, la disponibilidad del recurso y los cambios que puedan sufrir sus ecosistemas.

Dado lo anterior, en la Tabla 6.19 se muestra la clasificación de sensibilidad establecidos por la presencia de puntos de agua subterránea en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6.19 Criterios de calificación de Sensibilidad por puntos de agua subterránea

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Alta	Corresponde a puntos hidrogeológicos Manantiales, en estado nativo que no han sufrido ningún tipo de intervención antrópica
Moderada/Media	Corresponde a puntos hidrogeológicos Pozos, Aljibes y Manantiales productivos, los cuales sirven para el abastecimiento del recurso hídrico, y que aún conservan sus características nativas.
Baja	Corresponde a puntos hidrogeológicos que sirven para abastecimiento, pero han tenido afectación en pequeña proporción.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 97,57% correspondiente a 533,60 hectáreas no tienen una calificación por este criterio y el 2,43% correspondiente a 13,29 hectáreas, presenta una sensibilidad alta por puntos de agua subterránea. (Ver Tabla 6.20).

Tabla 6.20 Representatividad de la sensibilidad por puntos de agua subterránea en el área de influencia

Sensibilidad por puntos de agua subterránea	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Alta	Alta	13,29	2,43%
Sin Calificación		533,60	97,57%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se observa que el 99,90% correspondiente a 54,38 hectáreas no tienen calificación por puntos de agua subterránea y se identifica que 0,06 hectáreas, correspondientes a 0,10% del área de intervención registran sensibilidad alta. (Ver Tabla 6.21).

Tabla 6.21 Representatividad de la sensibilidad por puntos de agua subterránea en el área de intervención

Sensibilidad por puntos de agua subterránea	Sensibilidad	Área de Intervención	
		Ha	%
Alta	Alta	0,06	0,10%
Sin Calificación		54,38	99,90%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Teniendo en cuenta los términos de referencia en la resolución 751 del 2015, la Zonificación Ambiental tiene el objeto de analizar la interacción del medio abiótico, en este sentido los puntos de agua subterránea son importantes en términos de prestación de un servicio y/o bien al entorno tanto en la disponibilidad del recurso para abastecimiento y como soporte para los ecosistemas en los que cohabitan.

Dado lo anterior, en la Tabla 6.22 se muestra la clasificación de importancia establecidos por la presencia de agua subterránea en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6.22 Criterios de calificación de importancia por puntos de agua subterránea

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	Puntos de Agua Subterránea (Pozos, Aljibes y Manantiales o nacimientos), corresponde a zonas con muy alta capacidad de generar bienes y servicios ambientales, por contribuir a la regulación y amortiguación de desabastecimiento del recurso hídrico en la región, constitución de reservorios de agua subterránea que permite la captación del recurso hídrico para uso doméstico y agropecuario.
Moderada/Media	Puntos de Agua Subterránea (Aljibes y Pozos), corresponde a zonas con moderada capacidad de generar bienes y servicios ambientales, son puntos de agua subterránea que tienen una actividad intermitente debido a la operación de acueductos locales que abastecen la mayoría del tiempo las necesidades en la región. Su uso no es continuo.
Baja	Puntos de Agua Subterránea (Pozos y Aljibes), corresponde a zonas con baja capacidad de generar bienes y servicios ambientales, por estar inactivos, son puntos de agua subterránea que ya no están en funcionamiento por estar en zonas con una alta oferta del recurso hídrico o por daños estructurales que impiden una adecuada captación del recurso hídrico.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia por puntos de agua subterránea se tiene en el área de influencia 97,57%, que corresponde a 533,60 hectáreas, sin calificación relevante y 13,29 hectáreas (2,43%) de importancia alta. (Tabla 6.23).

Tabla 6.23 Representatividad de la importancia por puntos de agua subterránea en el área de influencia

Importancia por puntos de agua subterránea	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Alta	Alta	13,29	2,43%
Sin Calificación		533,60	97,57%
Total General		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se observa que 54,38 hectáreas (99,90%), no presentan clasificación relevante para importancia en puntos de agua subterránea y el 0,06% (0,10 hectáreas) del área de intervención, registra una importancia alta para este criterio. (Ver Tabla 6.24).

Tabla 6.24 Representatividad de la importancia por puntos de agua subterránea en el área de intervención

Importancia por puntos de agua subterránea	Importancia	Área de Intervención	
		Ha	%
Alta	Alta	0,06	0,10%
Sin Calificación		54,38	99,90%
Total General		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.3.2 Zonas de recarga hidrogeológica

Las zonas de recarga se han definido en el área de influencia como la infiltración de agua de escorrentía, la precipitación para los acuíferos de depósitos edad Cuaternario y para las zonas donde afloran las unidades hidrogeológicas con mayor capacidad de almacenamiento, se definieron categorías de recarga en el área de influencia como resultado de la aplicación de la metodología de Matus (2007).

- **Sensibilidad**

Se tiene en cuenta este elemento, a partir de la fragilidad de estas zonas a experimentar cambios fisicoquímicos y bacteriológicos que afecten la calidad del recurso hídrico que alimenta las unidades acuíferas, en este sentido se relacionan los criterios para la calificación de sensibilidad de las zonas de recarga.

Dado lo anterior, en la Tabla 6.25 se muestra la única clasificación de sensibilidad establecida por la presencia de zonas de recarga presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6.25 Criterios de calificación de Sensibilidad por zonas de recarga

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Baja	Sus características de permeabilidad asociadas a las Unidades litológicas, Pendiente, Tipo de suelo, Cobertura vegetal y Uso del suelo hacen que la vulnerabilidad y la fragilidad de estas zonas a la infiltración de sustancias alóctonas contaminantes sea irrelevante y baja involucrando algunos acuíferos libres discontinuos; la facilidad y capacidad de infiltración es baja, en este sentido esta categoría obtiene una calificación de sensibilidad Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que, en el área de influencia del proyecto, 83,89 hectáreas presentan una clasificación con sensibilidad baja por zonas de recarga y el 84,66% de esta no presenta una calificación por este criterio. (Ver Tabla 6.26).

Tabla 6.26 Representatividad de la sensibilidad por zonas de recarga en el área de influencia

Sensibilidad por puntos zonas de recarga	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	83,89	15,34%
Sin Calificación		463,00	84,66%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se observa que 51,25 hectáreas no tienen calificación relevante en sensibilidad por zonas de recarga (92,31%) y se identifica que 4,19 hectáreas, correspondientes a 7,69 % del área de intervención registra sensibilidad baja

Tabla 6.27 Representatividad de la sensibilidad por zonas de recarga en el área de intervencion

Sensibilidad por puntos zonas de recarga	Sensibilidad	Área de intervencion	
		Ha	%
Baja	Baja	4,19	7,69%
Sin Calificación		50,25	92,31%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

- **Importancia**

La importancia ambiental se ha clasificado en una categoría, asociada a la prestación de un bien y/o servicio ambiental por parte de cada una de las zonas de recarga identificadas para el área de influencia.

Dado lo anterior, en la
Tabla 6.28 se muestra la clasificación de importancia establecida por la presencia de agua subterránea en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6.28 Criterios de calificación de importancia por zonas de recarga

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Baja	La importancia de estas zonas se asocia a la baja capacidad de recarga que aportan estas áreas a los sistemas acuíferos en el área de estudio que pueden prestar el servicio de abastecimiento del recurso hídrico, ya que son zonas de recarga baja y muy baja la importancia de estas zonas es Baja.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa en la Tabla 6.29, la importancia de las zonas de recarga en el área de influencia, indican que el 15,36% de área de esta, presentan una importancia baja por este criterio.

Tabla 6.29 Representatividad de la importancia por zonas de recarga en el área de influencia

Importancia por zonas de recarga	Importancia por zonas de recarga	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	83,89	15,34%
Sin Calificación		463,00	84,66%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, 4,19 hectáreas (7,69%), se ubican con importancia baja por zonas de recarga, el resto del área no presenta calificación por este criterio.

Tabla 6.30 Representatividad de la importancia por zonas de recarga en el área de intervencion

Sensibilidad por puntos zonas de recarga	Sensibilidad	Área de intervencion	
		Ha	%
Baja	Baja	4,19	7,69%
Sin Calificación		50,25	92,31%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

6.4.1.4 Hidrología

Para este componente del medio abiótico se evaluó la susceptibilidad a inundación y la amenaza por avenida torrencial a partir de los resultados expuestos en la evaluación de riesgo, allí a cada uno de los elementos mediante los cuales se definió la amenaza y susceptibilidad se les otorgó un valor con el fin de cuantificar la interacción de los elementos o variables según el método aplicado. La finalidad de dichos valores resultantes fue jerarquizar de muy bajo a muy alto la amenaza o susceptibilidad. Dichos valores asignados son representados espacialmente mediante polígonos resultantes de la interacción de los elementos, y son estos los que durante la zonificación nuevamente vuelven a interactuar, esta vez, de manera transversal con todos los elementos del estudio ambiental.

6.4.1.4.1 Inundación

Son fenómenos producidos por el aumento de caudales con desborde del cauce normal de los cuerpos de agua, la mayor probabilidad de ocurrencia es la temporada de lluvias o luego de un evento de lluvia extraordinario; afecta especialmente las zonas con bajas topografías y/o planicies, su dinámica obedece de acuerdo con el comportamiento hidrológico de la zona. En el caso de las corrientes y cuencas asociadas a la UF1 la susceptibilidad a inundación resultó baja debido en primer lugar que corresponden a corrientes de montaña, las cuencas son conformadas por extensiones "pequeñas", menores a 2,5 km^2, sus formas no logran ser redondeadas u oblongas, son alargadas, es decir, no cuentan con amplias llanuras inundables e inducen a la evacuación rápida de la escorrentía tras un aguacero sobre la cuenca; la densidad de drenajes no es alta lo que se refleja en bajos caudales y en corrientes cortas e intermitentes.

- **Sensibilidad**

La sensibilidad se basó en la interacción entre las unidades geomorfológicas de las cuencas y la precipitación total anual definida a partir de estaciones del IDEAM, interpoladas entre sí para definir su comportamiento espacial y respectivas isoyetas.

Los criterios que soportan los grados de sensibilidad son descritos a continuación en la Tabla 6.31.

Tabla 6.31 Criterios de clasificación de sensibilidad por Inundación

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy Alta	Son áreas de muy alta sensibilidad aquellas que se encuentran asociadas a las unidades geomorfológicas fluvio lacustres, con tipo de relieve en plano de inundación. Son zonas que permanecen todo el año con agua.
Alta	Las áreas de alta sensibilidad son las que se encuentran asociadas a las unidades geomorfológicas planicie aluvial y valle aluvial.
Moderada/Media	Son áreas de moderada/media sensibilidad asociadas a las unidades geomorfológicas sobre terrazas. Son áreas que se inundan de acuerdo con la dinámica fluvial.
Baja	Las áreas de Baja sensibilidad se encuentran asociadas a la unidad geomorfológica coluvio aluvial del piedemonte.
Muy baja	Áreas de muy Baja Sensibilidad asociadas a unidad geomorfológica estructural erosional con paisaje de montaña y lomerío. Son zonas que no tienen efectos directos sobre la dinámica fluvial por lo cual su grado de sensibilidad es menor.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Luego de describir los criterios de clasificación, se relaciona la calificación de las unidades presentes en el área de influencia y que aplican para la zonificación de este EIA (Tabla 6.32).

Tabla 6.32 Sensibilidad por Inundación

ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR	SENSIBILIDAD
Zonas de amenaza por inundación muy alta	5	Muy Alta

ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR	SENSIBILIDAD
Zonas de amenaza por inundación alta	4	Alta
Zonas de amenaza por inundación media	3	Media
Zonas de amenaza por inundación baja	2	Baja
Zonas de amenaza por inundación muy baja	1	Muy Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia en orden de importancia se identifica un 99,16% con sensibilidad baja (542,28 hectáreas), seguido por 4,57 hectáreas (0,84%) de sensibilidad muy alta y finalmente 0,03 hectáreas (0,01%) del área con sensibilidad por inundación alta. (Ver Tabla 6.33).

Tabla 6.33 Representatividad de la sensibilidad por inundación en el área de influencia

Sensibilidad por Inundación	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	542,28	99,16%
Alta	Alta	0,03	0,01%
Muy Alta	Muy Alta	4,57	0,84%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se observa que el 99,988% correspondiente a 54,438 hectáreas presenta sensibilidad baja a la inundación y un porcentaje mínimo del área presenta alta y muy alta sensibilidad. (Ver Tabla 6.34).

Tabla 6.34 Representatividad de la sensibilidad por inundación en el área de intervención

Sensibilidad por Inundación	Sensibilidad	Área de intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	54,438	99,988%
Alta	Alta	0,002	0,004%
Muy Alta	Muy Alta	0,004	0,008%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Para este criterio de la zonificación ambiental la importancia se basó en la aproximación de valoraciones de servicios ambientales y áreas con exposición a los peligros ocasionados por las inundaciones en el área de influencia del proyecto.

En resumen, para la importancia por inundación se tiene zonas con importancia baja en el 99,16% del área de influencia, correspondiente a 542,28 hectáreas, seguido de 4,57 hectáreas (0,84%) con importancia alta y 0,03 hectáreas, que corresponde a 0,01%, con importancia moderada. (Ver Tabla 6.35).

Tabla 6.35 Representatividad de la importancia por inundación en el área de influencia

Importancia por Inundación	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	542,28	99,16%
Moderada	Moderada	0,03	0,01%
Alta	Alta	4,57	0,84%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se encontró importancia baja en el 99,99% del área de intervención total, correspondiente a 54,438 hectáreas, 0,002 hectáreas de importancia moderada y las restantes 0,004 de importancia alta. (Ver Tabla 6.36).

Tabla 6.36 Representatividad de la importancia por inundación en el área de intervención

Importancia por Inundación	Importancia	Área de Intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	54,438	99,988%
Moderada	Moderada	0,002	0,004%
Alta	Alta	0,004	0,008%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.4.2 Torrencialidad

Las avenidas torrenciales son fenómenos naturales que poseen un gran potencial destructivo, dado que transportan volúmenes importantes de sedimentos y escombros. Aunque tienen una ocurrencia relativamente baja son de gran interés para evaluar los riesgos naturales a los que está sometida una determinada zona. Este tipo de evento es tan dañino debido a su naturaleza impredecible y la rapidez con la que ocurre este fenómeno adicional a su distribución poco uniforme. Una avenida torrencial puede ser considerada dentro de un fenómeno de erosión en masa que incluye el desprendimiento, transporte y depositación de grandes masas de suelo, por acción del agua.

- **Sensibilidad**

La torrencialidad se ve influenciada por las características morfométricas de las cuencas asociadas, las cuales se caracterizan por ser son cuencas con áreas pequeñas, de corta longitud y tiempos de concentración pequeños que facilita la presencia de crecientes instantáneas.

Según las características de la torrencialidad en el área de influencia del proyecto, en la Tabla 6.37 se muestran los criterios de la sensibilidad dada por este criterio.

Tabla 6.37 Criterios de clasificación de sensibilidad por Torrencialidad

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy Alta	Áreas caracterizadas por presentar fuertes precipitaciones y condiciones de humedad antecedentes altos, con predominio de cultivos, pastizales y vegetación arbustiva. En áreas inestables y potencialmente inestables que responden rápida y violentamente a lluvias de alta intensidad y corta duración, pueden generar crecidas torrenciales.
Alta	Áreas potencialmente inestables por pendiente y movimientos en masa; poseen una respuesta hidrológica rápida con una cobertura del suelo que incluye matorrales, asociación de cultivos y pastizales y pastizales naturales. Generalmente presentan crecidas en periodos lluviosos.
Moderada/Media	Presentan una cobertura vegetal variada desde los bosques hasta cultivos, potencialmente inestables por movimientos en masa, pendiente, procesos erosivos y crecientes de los cursos de agua; poseen una respuesta hidrológica moderadamente rápida. Generalmente presentan crecidas en las épocas de mayor precipitación.
Baja	Son áreas que se activan como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
Muy baja	Son áreas que tienen poca o baja activación como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Luego de describir los criterios de clasificación según la torrencialidad, se relaciona la calificación de las zonas con probabilidad de ocurrencia de este fenómeno en área de influencia y que aplican para la zonificación de este EIA (Tabla 6.38).

Tabla 6.38 Sensibilidad por Torrencialidad

ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR	SENSIBILIDAD
Zonas de amenaza por torrencialidad muy alta	5	Muy Alta
Zonas de amenaza por torrencialidad alta	4	Alta
Zonas de amenaza por torrencialidad media	3	Media
Zonas de amenaza por torrencialidad baja	2	Baja
Zonas de amenaza por torrencialidad muy baja	1	Muy Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia, en orden de importancia se identifica un 50,19% con sensibilidad muy baja (274,49 hectáreas), seguido de 206,04

hectáreas (37,68%) con sensibilidad baja, 42,50 hectáreas (7,77%) con sensibilidad moderada, 23,20 hectáreas (4,24%) con sensibilidad alta y 0,65 hectáreas (0,12%) de área con sensibilidad muy alta por torrencialidad. (Ver Tabla 6.39).

Tabla 6.39 Representatividad de la sensibilidad por torrencialidad en el área de influencia

Sensibilidad a Torrencialidad	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	274,49	50,19%
Baja	Baja	206,04	37,68%
Moderada	Moderada	42,50	7,77%
Alta	Alta	23,20	4,24%
Muy Alta	Muy Alta	0,65	0,12%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se observa que el 41,26% correspondiente a 22,46 hectáreas tienen sensibilidad muy baja, seguida de 21,22 hectáreas que corresponden al 38,97% del área con sensibilidad baja, 8,66 hectáreas (15,91%) presentan sensibilidad moderada, 2,10 hectáreas (3,86%) presentan sensibilidad alta y un mínimo porcentaje del área presente sensibilidad muy alta. (Ver Tabla 6.40).

Tabla 6.40 Representatividad de la sensibilidad por torrencialidad en el área de intervención

Sensibilidad a Torrenciabilidad	Sensibilidad	Área de Intervención	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	21,22	38,97%
Baja	Baja	22,46	41,26%
Moderada	Moderada	8,66	15,91%
Alta	Alta	2,10	3,86%
Muy Alta	Muy Alta	0,00	0,00%
Total general		**54,44**	100%

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Para este criterio de la zonificación ambiental se tuvo en cuenta una importancia aproximada basándose en valoraciones de servicios ambientales iniciales ocasionados por la torrencialidad en el área de influencia del proyecto.

En resumen para la importancia por torrencialidad se tiene zonas con importancia baja en el 87,87% de ésta, correspondiente a 480,53 hectáreas, seguido de 65,70 hectáreas

(12,01%) de importancia moderada y en 0,65 hectáreas (0,12%) con importancia por torrencialidad alta. (Ver Tabla 6.41).

Tabla 6.41 Representatividad de la importancia por torrencialidad en el área de influencia

Importancia por Torrencialidad	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	480,53	87,87%
Moderada	Moderada	65,70	12,01%
Alta	Alta	0,65	0,12%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente en el área de intervención se encontró importancia baja en el 80,23% del área de intervención total, correspondiente a 43,68 hectáreas, en 10,76 hectáreas una importancia por torrencialidad moderada, representando el 19,76% del área de intervención y en un porcentaje mínimo del área presenta importancia alta por torrencialidad. (Ver Tabla 6.42).

Tabla 6.42 Representatividad de la importancia por torrencialidad en el área de intervención

Importancia por Torrencialidad	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	43,68	80,23%
Moderada	Moderada	10,76	19,76%
Alta	Alta	0,00	0,00%
Total general		**54,44**	100,00%

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.5 Paisaje

El paisaje se entiende como un componente integral producto de procesos naturales y/o antrópicos, que interactúan a diferentes escalas y proporciones. Por ende, el paisaje se compone de elementos biofísicos (relieve, agua y vegetación) y elementos culturales (también llamados antrópicos) que, dependiendo de la escala de análisis, pueden ser desde edificaciones hasta centros poblados, para el caso de elementos asociados a la infraestructura, o desde pequeñas plantaciones de pan coger o praderas de pastoreo, hasta grandes áreas agroindustriales, cuando hablamos de actividades productivas.

6.4.1.5.1 Calidad paisajística

- **Sensibilidad**

La determinación de la sensibilidad de las unidades de paisaje se estableció por una parte a partir del nivel de intervención antrópica de las unidades. Esto permitió determinar que el sistema cultural del área de influencia, en el que se incluyen los subsistemas agropecuarios, urbanos y de infraestructura y transporte, presentan una sensibilidad media ya que, si bien son unidades caracterizadas por presentar una intervención humana fuerte (estas unidades se han originado por la actividad humana), las alteraciones a estas pueden repercutir en la modificación de la estructura paisajística, que se evidencia al reducir unidades del subsistema agropecuario y transformarlo por aquellas asociadas a la infraestructura, o en las áreas que es necesaria sustituir infraestructura social, para permitir el desarrollo del proyecto. Cualquiera de estos escenarios, modifican la dinámica propia de las unidades, la interacción que las personas tienen con estas y la percepción de calidad propia de las comunidades intervenidas.

En segundo lugar, se reportan las unidades asociadas al sistema natural, en las que se incluyen los subsistemas de bosques y vegetación natural, así como los cuerpos de agua y vegetación asociada, los cuales, por su característica y composición estructural, presentan un grado nulo o bajo de intervención antrópica, que conlleva a que cualquier modificación realizada sea más fácilmente percibida, lo que altera su calidad visual con un mayor grado de severidad. Esto, ya que la modificación no solo conlleva la eliminación de las áreas naturales, sino que adiciona elementos antrópicos, los cuales son visualmente discordantes con el entorno, lo que genera subdivisión de las unidades.

En la Tabla 6.43 se muestran los criterios para la zonificación ambiental según la sensibilidad dada por las características del paisaje.

Tabla 6.43 Criterios de clasificación de sensibilidad por calidad paisajística

Clasificación	Sensibilidad
Alta	Unidades de paisaje con poca o nula intervención antrópica asociadas a los sistemas naturales y subsistemas de bosques y vegetación secundaria, y cuerpos de agua y vegetación asociada
Moderada/Media	Unidades de paisaje con fuerte influencia antrópica, asociados al sistema cultural, que incluyen los subsistemas agropecuarios, de infraestructura y transporte y urbanos

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que, en el área de influencia, se identifica un 62,93% de esta con sensibilidad moderada (344,15 hectáreas) y las restantes 202,73 hectáreas (37,07%) de área con sensibilidad alta por calidad paisajística. (Ver Tabla 6.44).

Tabla 6.44 Representatividad de la sensibilidad por calidad paisajística en el área de influencia

Sensibilidad por Calidad paisajística	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Moderada	Moderada	344,15	62,93%
Alta	Alta	202,73	37,07%

Sensibilidad por Calidad paisajística	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención se observa que el 83,92% de esta, correspondiente a 45,69 hectáreas presentan una sensibilidad por calidad paisajística moderada, que corresponde a las unidades Mcr-Cap, Mct-Cap, Mlm-Cap, ZA-Cit y ZA-Cur, siendo la más representativa la unidad Mcr.Cap, la cual se distribuye en el 49% del área de intervención. El área restante que corresponde a 8,76 hectáreas (16,08%), presenta una sensibilidad alta e incluye las unidades Mcr-Nbv, Mcr-Ncv, Mct-Ncv, Mlm-Nbv, Mlm-Ncv y Mva-Ncv. (Ver Tabla 6.45).

Tabla 6.45 Representatividad de la sensibilidad por calidad paisajística en el área de intervención

Sensibilidad por Calidad paisajística	Sensibilidad	Área de intervención	
		Ha	%
Moderada	Moderada	45,69	83,92%
Alta	Alta	8,76	16,08%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Las zonas del Paisaje Natural con calidad visual alta son áreas con predominancia de coberturas naturales, y poca intervención antrópica, las cuales presentan una alta capacidad para ofrecer bienes y servicios sociales, económicos y culturales, en equilibrio con algunos servicios ambientales asociados a espacio público verde y suelos de protección en áreas urbanas y suburbanas.

Dentro de los servicios ambientales el disfrute del paisaje está contemplado como un servicio cultural los cuales son servicios no materiales que el hombre recibe de los ecosistemas y lo enriquecen espiritualmente, en el área del proyecto las unidades de paisaje de sistemas culturales calificados en la categoría de calidad visual media tienen importancia moderada debido a su homogeneidad y poca singularidad en la región.

Es así como los criterios para la calificación de la importancia, de las unidades paisajísticas por la calidad visual se muestra en la Tabla 6.46.

Tabla 6.46 Criterios de calificación de importancia por calidad paisajística

Clasificación	Importancia
Alta	Unidades de paisaje con calidad visual alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes

Clasificación	Importancia
Moderada/Media	Unidades de paisaje con calidad visual media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia por calidad paisajística se tiene que, el 79,06% (432,39 hectáreas), presentan una importancia alta para este criterio y 114,50 hectáreas, correspondientes al 20,94% del área una importancia moderada. (Ver Tabla 6.47).

Tabla 6.47 Representatividad de la importancia por calidad paisajística en el AI

Importancia por calidad paisajística	Importancia	Área de influencia (AI)	
		Ha	%
Moderada	Moderada	114,50	20,94%
Alta	Alta	432,39	79,06%
Total		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Específicamente para el área de intervención, las unidades asociadas principalmente al sistema natural (subsistemas de bosques y vegetación secundaria y cuerpos de agua y vegetación asociada) presentan una importancia por calidad paisajística alta y se distribuyen en 37,27 hectáreas con el 68,46% del área. El área restante, correspondiente a 17,17 hectáreas (31,54%) presenta una importancia moderada y se asocia a las unidades del sistema cultural. (Ver Tabla 6.48)

Tabla 6.48 Representatividad de la importancia por calidad paisajística en el área de intervención

Importancia por calidad paisajística	Importancia	Área de intervención	
		Ha	%
Moderada	Moderada	17,17	31,54%
Alta	Alta	37,27	68,46%
Total		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.1.6 Usos del Suelo

6.4.1.6.1 Uso potencial del suelo

El uso potencial del suelo es un atributo del suelo, el cual a partir de las propiedades nativas de este (características fisicoquímicas) y los limitantes de manejo que estos presenten (erosión, pendiente, profundidad efectiva, humedad, entre otros), es posible definir la oferta ambiental y capacidad que posee el recurso para soportar tanto sistemas productivos agropecuarios, como vegetación natural.

Por lo anterior, la capacidad de uso, o uso potencial, es un parámetro que permite evaluar la sensibilidad e importancia del recurso suelo.

- **Sensibilidad**

La determinación de sensibilidad para las categorías de capacidad de uso, determinó que los suelos con potencial de desarrollar sistemas agrosilvopastoriles presentan una sensibilidad media debido a que son áreas que presentan una baja pendiente y una profundidad efectiva moderada, lo que les permiten desarrollar prácticas de mecanización moderadas sin sufrir alteraciones severas ni incrementar procesos de degradación del suelo.
Adicional a esto, en esta categoría se incluyen los cuerpos de agua y las zonas urbanas, las cuales presentan una capacidad de retornar a sus condiciones originales en el corto y mediano plazo al soportar intervenciones antrópicas.

En segundo lugar, se presenta en la categoría de sensibilidad alta los suelos con capacidad de soportar sistemas forestales productores, debido a que, por sus características de pendiente, erosión, y otras limitaciones de manejo, los procesos de intervención que se desarrollen sobre estos pueden agilizar los procesos de degradación que presentan actualmente. En esta también se incluyen los suelos que deben ser destinados a la conservación del recurso y la protección de la naturaleza, teniendo en cuenta que estos presentan un nivel significativo de degradación y limitantes de uso y manejo, lo cual impide que su oferta ambiental permita el desarrollo de algún sistema productivo y los cuerpos de agua.

De acuerdo con lo anterior, los criterios para la calificación de la sensibilidad por uso potencial del suelo se muestran en la Tabla 6.49.

Tabla 6.49 Criterios de clasificación de sensibilidad por uso potencial del suelo

Clasificación	Sensibilidad
Alta	Sistemas forestales productores con posibilidades de uso sostenible del bosque; tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua y son muy vulnerables, y cuerpos de agua.
Moderada/Media	Tierras para desarrollar sistemas productivos agroforestales, así como cuerpos de agua y áreas artificializadas asociadas a zonas urbanas e infraestructura vial.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Según lo revisado y caracterizado en la caracterización del área de influencia del proyecto, en la Tabla 6.50 se muestra la calificación de la sensibilidad de los suelos presentes en el área de influencia según su uso potencial.

Tabla 6.50 Sensibilidad por uso potencial del suelo

Uso potencial del suelo	Valor	Sensibilidad
Zonas urbanas y territorios artificializados	3	Media

Uso potencial del suelo	Valor	Sensibilidad
Sistemas agrosilvopastoriles	3	Media
Sistemas forestales productores	4	Alta
Sistemas forestales protectores	4	Alta
Cuerpos de agua	4	Alta

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

En cuanto a la distribución porcentual de las categorías de sensibilidad por uso potencial del suelo, se resalta que, en el área de influencia, que el 77,30% que equivale a 422,76 hectáreas, presentan una sensibilidad alta y el 22,70% (124,12 hectáreas) una sensibilidad moderada. (Ver Tabla 6.51).

Tabla 6.51 Representatividad de la sensibilidad por uso potencial del suelo en el AI

Sensibilidad por uso potencial del suelo	Sensibilidad	Área de influencia (AI)	
		Ha	%
Moderada	Moderada	124,12	22,70%
Alta	Alta	422,76	77,30%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención el comportamiento de este criterio es similar, al que presenta el área de influencia, se presentan 37,46 hectáreas, correspondientes al 68,80% de esta con sensibilidad alta por uso potencial del suelo, 16,99 hectáreas (31,20%), con sensibilidad moderada. (Ver Tabla 6.52).

Tabla 6.52 Representatividad de la sensibilidad por uso potencial del suelo en el área de intervención

Sensibilidad por uso potencial del suelo	Sensibilidad	Área de intervención	
		Ha	%
Moderada	Moderada	16,99	31,20%
Alta	Alta	37,46	68,80%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La importancia de este criterio está determinada por la oportunidad de prestar servicios y bienes ambientales. En este sentido, los criterios de calificación de la importancia de los suelos dada por su uso potencial se muestran en la Tabla 6.53, en la cual se evidencia los usos potenciales que se identificaron con importancia media teniendo en cuenta que estos brindan servicios asociados a la producción agropecuaria o a la conservación del recurso y la naturaleza en general (flora y fauna). En esta categoría se incluyen también los cuerpos de agua por su capacidad de ofrecer servicios de regulación y aprovisionamiento.

En cuanto a la categoría de importancia baja, se incluyen las zonas artificializadas ya que estas han perdido su capacidad de uso, teniendo en cuenta que estas presentan una eliminación del suelo.

Tabla 6.53 Criterios de calificación de importancia por uso potencial del suelo

Clasificación	Importancia
Moderada/Media	Corresponden a tierras cuya aptitud está enfocada en los sistemas productivos agroforestales y forestales, así como los cuerpos de agua
Baja	Corresponde a áreas artificializadas asociadas a zonas urbanas e infraestructura vial, que no presentan suelo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Por lo anterior se clasificaron los suelos presentes en el área de estudio de acuerdo con su capacidad y potencialidad de prestar bienes y servicios ambientales, en las categorías alta y media (Tabla 6.54).

Tabla 6.54 Importancia por uso potencial del suelo

Uso potencial del suelo	Valor	Importancia
Cuerpos de Agua	2	Media
Sistemas agrosilvopastoriles	2	Media
Sistemas forestales productores	2	Media
Sistemas forestales protectores	2	Media
Zonas urbanas y territorios artificializados	1	Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia por uso potencial del suelo se tiene, que la mayor parte del área de influencia presenta una importancia moderada con 502,24 hectáreas, equivalentes a 91,89% y que el restante 8,11% del área con 44,30 hectáreas registra una importancia baja. (Ver Tabla 6.55).

Tabla 6.55 Representatividad de la importancia por uso potencial del suelo en el área de influencia

Importancia por uso potencial del suelo	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	44,52	8,14%
Moderada	Moderada	502,36	91,86%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención el comportamiento de este criterio es similar al que presenta el área de influencia, en el que la mayor parte del área presenta una importancia moderada (45,97 hectáreas, equivalentes a 84,43%) y en menor área se presenta una importancia baja, distribuidas en el 15,57 % del total del área de intervención (Ver Tabla 6.56).

Tabla 6.56 Representatividad de la importancia por uso potencial del suelo en el área de intervención

Importancia por uso potencial del suelo	Importancia	Área de intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	8,48	15,57%
Moderada	Moderada	45,97	84,43%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.2 Medio Biótico

Para el medio biótico se analizaron dos (2) componentes y tres (3) elementos para los cuales se determinó la sensibilidad y/o importancia, como se muestra a continuación.

6.4.2.1 Flora

Para el componente flora, se evaluó la sensibilidad e importancia de los ecosistemas terrestres y de la fragmentación de ecosistemas. A continuación, se muestra el análisis respectivo.

6.4.2.1.1 Ecosistemas terrestres

- **Sensibilidad**

Los criterios de calificación de sensibilidad establecidos para la evaluación de los ecosistemas terrestres identificados en el área de influencia se observan en la Tabla 6.57.

Tabla 6.57 Criterios de calificación de sensibilidad por ecosistemas terrestres

Clasificación	Sensibilidad
Muy Alta	Corresponde a aquellos ecosistemas naturales boscosos que por sus condiciones ecosistémicas presentan mayor cantidad de especies de flora y fauna, proporcionando albergue y alimento a buena parte de la fauna, así como protección a cuerpos de agua; se trata de unidades boscosas que requerirán acciones de restauración y rehabilitación dada la imposibilidad de retornar al estado original en el corto o mediano plazo por sí mismos, luego de una intervención antrópica. Son ecosistemas con área limitada (alrededor del 10%) y cuya estructura y composición es de alta complejidad, por ende, presenta un potencial alto de diversidad de especies.
Alta	Son aquellos ecosistemas arbóreos que proveen de bienes y servicios y cuya distribución es muy limitada, ocupando menos del 1% del total del área de influencia. Son unidades que presentan dentro de su estructura florística algún tipo de intervención en sus especies, provocando la fragmentación en la cobertura. Estas características le confieren baja capacidad de resiliencia ante una intervención, con una recuperación posible mediante técnicas silviculturales en el mediano y largo plazo.
Moderada/Media	Son aquellos ecosistemas naturales o con usos agrícolas o pecuarios, donde la presencia de árboles o estados sucesionales de la vegetación le agregan complejidad; por lo cual,

Clasificación	Sensibilidad
	ante una intervención poseen una capacidad limitada para resistir y retornar a su estado original, y su recuperación puede ser rápida cuando se implementan medidas preventivas. Es así como la resiliencia es considerada como moderada, tras ejercer actividades perturbantes al medio.
Baja	Corresponde a los ecosistemas con usos agrícolas o pecuarios, que necesitan mantenimiento y laboreo, además son susceptibles de rotación y reemplazo anual, razón por la cual ante una intervención tiene alta capacidad de resiliencia y resistencia, por lo tanto, pueden retornar a su estado original a largo plazo mediante mecanismos naturales, o en el corto plazo cuando se implementan actividades preventivas.
Muy baja	Se refiere a zonas donde no existe cobertura de ecosistemas naturales o a coberturas totalmente transformadas, las cuales pueden o no presentar individuos arbóreos aislados.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

En el área de influencia se evidenciaron 29 ecosistemas terrestres a los cuales se les determinó tanto la sensibilidad como la importancia de acuerdo a su estructura y composición florística, así como la capacidad de regeneración ante un evento antrópico. La Tabla 6.58 muestra la calificación de la sensibilidad en cada uno de los ecosistemas presentes en la UF 1.

Tabla 6.58 Sensibilidad por ecosistemas terrestres UF1

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Muy Baja
Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Baja
Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	Moderada
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	Muy Alta
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 6.58 y la Tabla 6.59 para los ecosistemas evidenciados en el área de influencia de la UF 1, se tiene que el 52,47% (correspondiente a 286,95 hectáreas) del total de ecosistemas presentes, se catalogan con sensibilidad baja, seguidos de los ecosistemas con sensibilidad moderada, que corresponden al 36,38% (198,97 hectáreas, con 8,15% (44,57 hectáreas) se presentan en el área los ecosistemas con sensibilidad muy baja y finalmente con un porcentaje de 3,00% correspondiente a 16,39 hectáreas, los ecosistemas con sensibilidad muy alta.

Tabla 6.59 Representatividad de la sensibilidad en los ecosistemas terrestres, área de influencia

Sensibilidad en ecosistemas terrestres	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	44,57	8,15%
Baja	Baja	286,95	52,47%
Moderada	Moderada	198,97	36,38%
Muy Alta	Muy Alta	16,39	3,00%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La distribución de la sensibilidad de los ecosistemas presentes en el área de intervención del proyecto, indican que la mayor parte de esta presenta una sensibilidad baja, con 65,14% equivalente a 35,46 hectáreas, seguido de los ecosistemas con sensibilidad moderada con un 19,10% (10,40 hectáreas), los ecosistemas con muy baja sensibilidad se presentan en 8,48 hectáreas (15,47%) y finalmente en el menor porcentaje (0,19%) del área se presentan ecosistemas con sensibilidad muy alta. (Ver

Tabla 6.60).

Tabla 6.60 Representatividad de la sensibilidad en los ecosistemas terrestres, área de intervención

Sensibilidad en ecosistemas terrestres	Sensibilidad	Área de intervención	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	8,48	15,57%
Baja	Baja	35,46	65,14%
Moderada	Moderada	10,40	19,10%
Muy Alta	Muy Alta	0,10	0,19%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La importancia de los ecosistemas terrestres está dada por los bienes y servicios que éstos prestan a las comunidades. Los criterios de calificación para determinar la importancia de los ecosistemas se muestran en la
Tabla 6.61.

Tabla 6.61 Criterios de calificación de Importancia por ecosistemas terrestres

Valor de Importancia	Categoría de Importancia	Descripción
3	Alta	Brinda servicios ecológicos muy altos, como protección de suelos, producción de materia orgánica, protección de cuencas, reservorio de especies de flora, gracias a la complejidad estructural y diversidad del ecosistema, se desarrolla con niveles de intervención bajos. Corresponde a ecosistemas naturales boscosos que en el área del proyecto cobran relevancia por la gran cantidad de bienes y servicios ambientales que generan los cuales pueden ser de apoyo, aprovisionamiento, regulación y/o culturales.
2	Moderada	Se trata de ecosistemas donde se brinda la posibilidad de generación de algunos bienes y servicios Ecosistémicos, como es el caso de los mosaicos, las vegetaciones secundarias bajas al igual que los pastos arbolados y/o enmalezados y monocultivos que proporcional a la densidad de elementos arbóreos y herbáceos generan bienes y servicios.
1	Baja	Ecosistemas con estructuras modificadas y estructuras simples o cobertura vegetal inexistente que representan una baja oferta de servicios ecológicos.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

A continuación, en la Tabla 6.62 se observa la calificación de la importancia de los ecosistemas presentes en el Área de influencia de la UF 1.

Tabla 6.62 Importancia por ecosistemas terrestres UF 1

Elementos del medio	Valor	Importancia
Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Baja
Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Elementos del medio	Valor	Importancia
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Moderada
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	Alta
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La importancia de los ecosistemas en la UF 1, está representada en un 58,22% del área en la categoría baja con 318,38 hectáreas; seguida de la categoría moderada con 38,78% (212,11 hectáreas) y finalmente con 3,00%, correspondiente a 16,39 hectáreas los ecosistemas con importancia alta. (Ver Tabla 6.62 y Tabla 6.63).

Tabla 6.63 Representatividad de la Importancia en los ecosistemas terrestres en el área de influencia

Importancia de los ecosistemas terrestres	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	318,38	58,22%
Moderada	Moderada	212,11	38,78%
Alta	Alta	16,39	3,00%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.64 muestra la distribución de la Importancia de los ecosistemas presentes en el Área de intervención de la UF 1, en donde de igual forma, la categoría baja es la más representativa con el 78,99% correspondiente a 43,01 hectáreas, seguida de la categoría moderada con el 20,81% (11,33 hectáreas) y con el menor porcentaje en el área se encuentra la categoría alta con el 0,19% ocupando 0,10 hectáreas del total del área.

Tabla 6.64 Representatividad de la Importancia en los ecosistemas terrestres en el área de intervención

Importancia de los ecosistemas terrestres	Importancia	Área de intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	43,01	78,99%
Moderada	Moderada	11,33	20,81%
Alta	Alta	0,10	0,19%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.2.1.2 Fragmentación de ecosistemas naturales

Dada la alta intervención antrópica en el área de influencia del proyecto, los ecosistemas naturales presentes en la misma se encuentran fragmentados, por lo tanto la biodiversidad de especies de fauna y flora se han visto afectadas. Por lo que es importante determinar la sensibilidad e importancia de este elemento. De acuerdo al análisis de fragmentación de estos ecosistemas, la sensibilidad se califica a partir de los índices relacionados con las áreas núcleo; para la definición de importancia por fragmentación de ecosistemas se evalúan los índices de área, tamaño y densidad.

- **Sensibilidad**

Los criterios de clasificación de la sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas, se presenta en la Tabla 6.65.

Tabla 6.65 Criterios de clasificación de sensibilidad por fragmentación de ecosistemas

Valor de sensibilidad	Categoría de Sensibilidad	Descripción
5	Muy Alta	Corresponde a aquellos ecosistemas naturales que por sus condiciones de conectividad, tamaño, cantidad y forma de parches y áreas core, tienen una muy baja capacidad de resiliencia, pues las posibles perturbaciones que se generen sobre ellos cambiarán totalmente sus condiciones actuales, modificando así su capacidad para mantener las especies que subsisten en dichos parches. Solamente en algunos casos implementando actividades de restauración o rehabilitación podría retornar a su estado original en el largo plazo, en caso de no lograrse requerirían realizar actividades de compensación.
4	Alta	Son aquellos ecosistemas naturales que por sus condiciones de conectividad, tamaño, cantidad y forma de parches y áreas core, tienen baja capacidad de resiliencia, pues las posibles perturbaciones que se generen sobre ellos cambiarán las condiciones actuales, modificando así su capacidad para mantener las especies que subsisten en dichos parches. Mediante la implementación de acciones de recuperación y/o rehabilitación se puede recuperar en el corto plazo.
3	Moderada	Corresponde a los ecosistemas naturales que por sus condiciones de conectividad, tamaño, cantidad y forma de parches y áreas core, tienen una moderada capacidad de resiliencia. La recuperación se puede dar en el corto plazo mediante acciones de mitigación o en el largo plazo con medidas preventivas.
2	Baja	Son aquellos ecosistemas naturales fragmentados, con presencia de pequeñas o nulas áreas core, influenciados ampliamente por áreas borde extensas. La recuperación al estado original se da por mecanismos naturales en el largo plazo con el apoyo de medidas preventivas.
1	Muy Baja	Corresponde a aquellos ecosistemas naturales totalmente fragmentados, sin áreas núcleo, altamente influenciados por matrices agrícolas o artificiales. Tiene una alta resistencia a sufrir cambios y recuperan su estado original en el corto plazo de forma natural.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

A continuación, en la Tabla 6.66 se presenta la calificación de las coberturas naturales objeto de análisis de fragmentación en el Área de Influencia para sensibilidad.

Tabla 6.66 Sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Muy Baja
Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Baja

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Río del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	Moderada
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	Alta
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	Muy Alta

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.67 muestra que el 56,14% (correspondiente a 307,03 hectáreas) de los ecosistemas naturales del área de influencia, tienen una sensibilidad baja a la fragmentación, seguidos de los ecosistemas con sensibilidad moderada que representan el 26,52% del área con 145,03 hectáreas, luego se encuentran con similar porcentaje, los ecosistemas con sensibilidad muy baja y alta que corresponden al 8,15% y 7,34%, con 44,57 y 40,14 hectáreas respectivamente, y finalmente se encuentran los ecosistemas que presentan muy alta importancia a la fragmentación que ocupan 10,10 hectáreas, que equivalen al 1,85%.

Tabla 6.67 Representatividad de la sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de influencia

Sensibilidad a fragmentación de los ecosistemas	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	44,57	8,15%
Baja	Baja	307,03	56,14%
Moderada	Moderada	145,03	26,52%
Alta	Alta	40,14	7,34%
Muy Alta	Muy Alta	10,10	1,85%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.68 muestra la sensibilidad para los ecosistemas presentes en el área de intervención frente a la fragmentación, en donde el 65,55% de los ecosistemas presentan una sensibilidad baja a la fragmentación, correspondiente a 37,32 hectáreas, la sensibilidad muy baja se presenta en 8,48 hectáreas (15,57%), la sensibilidad moderada en 6,02 hectáreas, que corresponden a 11,05%, la sensibilidad alta se presenta en 2,54 hectáreas (4,67%) y la muy alta en 0,09 hectáreas que corresponden al 0,16% del área.

Tabla 6.68 Representatividad de la sensibilidad por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de intervención

Sensibilidad a fragmentación de los ecosistemas	Sensibilidad	Área de intervención	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	8,48	15,57%
Baja	Baja	37,32	68,55%
Moderada	Moderada	6,02	11,05%
Alta	Alta	2,54	4,67%
Muy Alta	Muy Alta	0,09	0,16%
Total general		**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La importancia de los ecosistemas dada por la fragmentación se determinó mediante la calificación que se presenta en la Tabla 6.69 en donde la mayor importancia se le asigna a aquellas zonas con mayor área core.

Tabla 6.69 Criterios de calificación de importancia por fragmentación de las coberturas naturales

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	Corresponde a los ecosistemas naturales que tienen la capacidad de albergar diversas especies, y pueden generar dadas sus condiciones de tamaño, forma, áreas core, gran cantidad de servicios ecosistémicos.
Moderada	Corresponde a los ecosistemas naturales que tienen una moderada capacidad de albergar especies, pueden convertirse en corredores de biológicos. Dadas sus condiciones tienen la capacidad de generar algunos servicios ecosistémicos
Baja	Son aquellos ecosistemas que se encuentran altamente fragmentados, tienen una baja capacidad de ofrecer servicios ecosistémicos y de albergar especies

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Teniendo en cuenta los criterios presentados en la anterior tabla, los ecosistemas naturales y seminaturales presentes en el área de estudio se calificaron según su importancia, como se muestra en la

Tabla 6.70.

Tabla 6.70 Importancia por fragmentación de los ecosistemas

Elementos del medio	Valor	Importancia
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Baja
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Moderada
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.71 muestra que el 64,29% de los ecosistemas presentan una importancia baja frente a la fragmentación de los mismos, correspondiente a 351,61 hectáreas y el 35,71% (195,28 hectáreas) una importancia moderada.

Tabla 6.71 Representatividad de la Importancia por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de influencia

Importancia de la fragmentación de los ecosistemas	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	351,61	64,29%
Moderada	Moderada	195,28	35,71%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.72, muestra la importancia por fragmentación en el área de intervención en donde los ecosistemas que presentan baja importancia ocupan una extensión de 45,80 hectáreas, equivalentes al 84,12% del total del área de intervención. Seguido por la importancia moderada con un 15,88% de ocupación (8,65 hectáreas).

Tabla 6.72 Representatividad de la Importancia por fragmentación de los ecosistemas naturales, área de intervención

Importancia de la fragmentación de los ecosistemas	Importancia	Área de intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	45,80	84,12%
Moderada	Moderada	8,65	15,88%
Total general		**54,44**	**58,24**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.2.2 Fauna

Para el componente fauna, se evaluó la sensibilidad e importancia de las coberturas vegetales como oferta de hábitats para la fauna silvestre presentes en el área de influencia del proyecto. A continuación, se muestra el análisis respectivo.

6.4.2.2.1 Ecosistemas terrestres

- **Sensibilidad**

Los criterios de calificación de sensibilidad establecidos para la evaluación de las coberturas vegetales como oferta de hábitats para la fauna del área de influencia se observan en la Tabla 6.73.

Tabla 6.73 Criterios de calificación de sensibilidad por hábitats asociación a coberturas vegetales

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy Alta	Corresponde a aquellas coberturas vegetales naturales boscosos (Bosque de galería y ripario), que por sus condiciones ecosistémicas presentan hábitats a los cuales se les asocia un muy alto número de especies, proporcionan así mayor oferta de zonas de cría, anidación, alimentación, reproducción y paso de movimiento, condiciones ideales para el mantenimiento de las poblaciones faunísticas para el área influencia del proyecto. Se trata de unidades boscosas que requerirán acciones de restauración y rehabilitación dada la imposibilidad de retornar al estado original en el corto o mediano plazo por sí mismos, luego de una intervención antrópica.
Moderada	Corresponde a aquellas coberturas vegetales semi naturales (Arbustal denso alto) que a pesar de la intervención antrópica a la cual están sometidas, aún conservan ciertas condiciones estructurales, favoreciendo la calidad y oferta de hábitats para la fauna silvestres; por lo tanto, se les asocia una riqueza significativa de especies, que dependen de las zonas de cría, anidación, alimentación, reproducción y paso de movimiento, generando condiciones ideales para el mantenimiento de las poblaciones faunísticas para el área influencia del proyecto.

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
	Se trata de unidades vegetales que ante una intervención posee una capacidad limitada para resistir y retornar a su estado original, su recuperación puede ser rápida cuando se implementan medidas preventivas. Es así que la resiliencia es considerada como moderada, tras ejercer actividades perturbantes al medio.
Baja	Son aquellas coberturas vegetales que conforman los Territorios agrícolas. Hacen referencia a Áreas agrícolas heterogéneas y pastos; por lo cual, son coberturas que se le asocian especies de hábitos generalistas. Corresponde a coberturas vegetales con usos agrícolas o pecuarios, que necesitan mantenimiento y laboreo, además son susceptibles de rotación y reemplazo anual, razón por la cual ante una intervención tiene alta capacidad de resiliencia y resistencia, por lo tanto pueden retornar a su estado original a largo plazo mediante mecanismos naturales, o en el corto plazo cuando se implementan actividades preventivas.
Muy baja	Presentan una sensibilidad muy baja puesto que estas coberturas ya se encuentran en total transformación, poseen una muy baja diversidad faunística.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el área de influencia se evidenciaron cuatro (4) cobertura vegetal que ofrecen hábitats a las especies de fauna presentes en el área, por tal razón se les determinó su sensibilidad (Ver Tabla 6.74).

Tabla 6.74 Sensibilidad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Muy Baja
Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita		
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Baja
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Elementos del medio	Valor	Sensibilidad
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	Moderada
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	Muy Alta
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De acuerdo a la Tabla 6.75, la sensibilidad para las coberturas vegetales que ofrecen hábitats para las especies faunísticas, en el área de influencia se presenta con sensibilidad baja en 302,48 hectáreas (55,31%), con sensibilidad moderada en 178,89 hectáreas (32,71%), con sensibilidad muy baja en 49,13 hectáreas (8,98%) y con sensibilidad muy alta en 16,39 hectáreas que corresponden al 3,00%.

Tabla 6.75 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su sensibilidad, área de influencia

Sensibilidad de las coberturas vegetales que ofrecen hábitats para especies de fauna	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	44,57	8,15%
Baja	Baja	307,03	56,14%
Moderada	Moderada	178,89	32,71%
Muy Alta	Muy Alta	16,39	3,00%
Total general		**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.76, muestra la sensibilidad de las coberturas vegetales y la asociación a hábitats para especies de fauna, como se observa para el área de intervención, el 68,55% (37,32 hectáreas) del área presenta una sensibilidad baja, en 8,54 hectáreas (15,69%) una sensibilidad moderada, en 8,48 hectáreas (15,57%) una sensibilidad muy baja y en 0,10 hectáreas (0,19%) una sensibilidad muy alta a este criterio.

Tabla 6.76 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su sensibilidad, área de intervención

Sensibilidad de las coberturas vegetales que ofrecen hábitats para especies de fauna	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Muy Baja	Muy Baja	8,48	15,57%
Baja	Baja	37,32	68,55%
Moderada	Moderada	8,54	15,69%
Muy Alta	Muy Alta	0,10	0,19%

Total general	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Los criterios de calificación de importancia establecidos para la evaluación de los servicios ecosistémicos que ofrece la fauna silvestre asociados a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia se observan en la Tabla 6.77.

Tabla 6.77 Criterios de calificación de Importancia por ecosistemas terrestres

Valor de Importancia	Categoría de Importancia	Descripción
3	Alta	Las especies asociadas a estas coberturas ofrecen servicios ecológicos como: Dispersión de semillas, acción que favorece a la regeneración natural, mantenimiento de la composición y estructura de los bosques, las cuales a su vez ofrecen corredores de movimiento para la fauna, protección de suelos, producción de materia orgánica, regulación del clima y del agua. Así mismo, especies insectívoras juegan un papel en el control de plagas de insectos o demás animales que pueden afectar la salud de los cultivos y tener repercusiones sobre la salud humana. Estas especies dependen de las áreas de cría, anidación, alimentación y reproducción que les ofrece las diferentes coberturas boscosas naturales presentes en el área de influencia del proyecto.
2	Moderada	Las especies asociadas a este tipo de cobertura vegetal, se caracterizan por ser especies generalistas que a pesar de que siguen jugando un rol en la dispersión de semillas y control de plagas, pueden explotar cualquier recurso ofrecido por los hábitats de estas coberturas.
1	Baja	Por ser coberturas que han sido completamente transformadas, sin presencia de cobertura vegetal, se consideró su importancia como baja, porque no ya que no ofrecen características propicias para el establecimiento de fauna, y presentan una baja oferta de servicios ecológicos.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

A continuación, en la Tabla 6.78, se observa la calificación dada las coberturas vegetales – asociación a hábitats, presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6.78 Importancia de las coberturas vegetales – asociación a hábitats

Elementos del medio	Valor	Importancia
Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	Baja
Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita		

Elementos del medio	Valor	Importancia
Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	Moderada
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo		
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	Alta
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Teniendo en cuenta lo indicado en la Tabla 6.78 y Tabla 6.79, las coberturas vegetales con una importancia moderada de acuerdo a la calidad de servicios ecosistémicos prestados, representan la mayor parte del área de influencia, ocupando 481,37 hectáreas, correspondientes al 88,02%, seguidas las coberturas vegetales con importancia baja que corresponden al 49,13 del área (8,98%) y finalmente con menor ocupación las coberturas vegetales con alta importancia, que ocupan solo 16,39 hectáreas que corresponden al 3,00%.

Tabla 6.79 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su importancia, área de influencia

Importancia de las coberturas vegetales que ofrecen hábitats para especies de fauna	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	49,13	8,98%
Moderada	Moderada	481,37	88,02%
Alta	Alta	16,39	3,00%

Total general	**546,88**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La Tabla 6.80, muestra la importancia de las coberturas vegetales y la asociación a hábitats para especies de fauna, como se observa para el área de intervención, el 84,23% (45,86 hectáreas) del área presenta una importancia moderada, en 8,48 hectáreas (15,58%) una importancia baja y en 0,10 hectáreas (0,19%) una importancia alta.

Tabla 6.80 Representatividad de las coberturas vegetales – asociación a hábitats según su importancia, área de intervención

Importancia de las coberturas vegetales que ofrecen hábitats para especies de fauna	Importancia	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	8,48	15,58%
Moderada	Moderada	45,86	84,23%
Alta	Alta	0,10	0,19%
Total general		**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.3 Medio Socioeconómico y Cultural

La zonificación del medio socioeconómico y cultural se realizó teniendo en cuenta unidades de análisis concordantes con las dinámicas sociales, económicas y culturales existentes en el área de influencia. Esto, con el propósito de evidenciar el panorama actual que debe ser valorado y evaluado desde una perspectiva integral entre particularidades y necesidades sociales del área, así como los requerimientos del proyecto; lo anterior, a fin de conocer cuál es el grado real de vulnerabilidad de la zona.

Los elementos se evaluaron desde la importancia que representan para los grupos sociales, quienes usufructúan o dependen de dichos elementos al interior de las dinámicas propias de las comunidades, así como desde la sensibilidad que representan y su capacidad para responder ante determinadas intervenciones.

6.4.3.1 Socioeconómico

Para el medio socioeconómico se analizó un (1) componente y cuatro (4) elementos para los cuales se determinó la sensibilidad y/o importancia, como se muestra a continuación.

6.4.3.1.1 Asentamientos Humanos

Los asentamientos, sean grandes o pequeños, rurales o urbanos, se han generado a través de la historia del hombre con el fin de acortar distancias y facilitar las dinámicas sociales, económicas, comerciales y culturales que permiten la sobrevivencia de los grupos humanos, asimismo, para agrupar administrativamente la prestación de servicios públicos y sociales.

- **Sensibilidad**

Se evaluó la sensibilidad de los asentamientos existentes en el área de influencia del proyecto en relación con la cercanía al trazado de la vía, con el objeto de no afectar las dinámicas que en ellos desarrollan. La Tabla 6.81 muestra los grados de sensibilidad establecidos para la evaluación de los asentamientos.

Tabla 6.81 Criterios de clasificación de sensibilidad por asentamientos humanos

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Alta	La alta sensibilidad de los asentamientos nucleados, está asociada a la conglomeración de unidades habitacionales, en territorios que resultan ser mucho más pequeños que sus correspondientes áreas rurales. En consecuencia, tienen una vulnerabilidad alta ante intervenciones exógenas. En esta condición se encuentran los barrios San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey parte alta y baja, y Simón Bolívar del municipio de Pamplona. También presentan alta sensibilidad las cabeceras municipales y áreas de expansión urbana. En esta condición se encuentran la cabecera municipal de Pamplona, El Barrio El Buque y el área de expansión urbana del mismo municipio ubicada en el costado nororiental del casco urbano.
Moderada	La sensibilidad moderada de los centros poblados rurales y caseríos obedece a la mediana conglomeración de unidades habitacionales en territorios más pequeños en comparación con las cabeceras municipales y más grandes con relación a los asentamientos dispersos. En consecuencia, tienen una vulnerabilidad media ante intervenciones exógenas. En esta condición se encuentra la vereda Alcaparral por el Sector Los Adioses localizado sobre la Vía Nacional existente, zona en la que se identifica una mayor concentración de viviendas en comparación con el resto de la unidad territorial y que le otorga un tipo de asentamiento mixto.
Baja	La baja sensibilidad de los asentamientos dispersos es consecuencia de la escasa concentración de viviendas y personas que residen en territorios que resultan ser mucho más amplios que los ocupados por centros poblados rurales, caseríos, cabeceras municipales y áreas de expansión urbana. En consecuencia, tienen una baja vulnerabilidad ante intervenciones exógenas. En esta condición se encuentran cinco (5) de las nueve (9) unidades territoriales menores del área de influencia, a saber: Veredas Sabaneta Alta, El Naranjo, La Hojancha, Sabaneta Baja y Ulagá Baja.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 59,97% correspondiente a 325,14 hectáreas, se identifican con sensibilidad moderada, seguido por 202,85 hectáreas (32,47%) con sensibilidad baja y 12,14hectáreas con sensibilidad Alta. (Ver Tabla 6.82).

Tabla 6.82 Representatividad de la sensibilidad por asentamientos poblacionales en el área de influencia

Sensibilidad por asentamientos poblacionales	Sensibilidad por asentamientos poblacionales	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
2	Baja	Baja	202,85	32,47%
3	Moderada	Moderada	325,14	59,97%
4	Alta	Alta	14,14	2,61%

	Total general	542,13	100,00%

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, como se observa en la Tabla 6.83, el 53,97% (29,16 hectáreas) del área presenta una sensibilidad moderada, el 44,60% (24,09 hectáreas) una sensibilidad baja y finalmente el 1,43% (0.77 hectáreas), una sensibilidad alta.

Tabla 6.83 Representatividad de la sensibilidad por asentamientos poblacionales en el área de intervención

Sensibilidad por asentamientos poblacionales	Sensibilidad	Área de influencia	
		Ha	%
Baja	Baja	24,09	44,60%
Moderada	Moderada	29,16	53,97%
Alta	Alta	0,77	1,43%
Total general		**54,02**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

Para analizar el presente criterio, se tomó como base los asentamientos humanos definidos oficialmente, los cuales se caracterizan por ser conglomeraciones (nucleadas y dispersas) que se forman a raíz de los movimientos migratorios naturales de una población en un territorio. La Tabla 6.84 muestra los grados de importancia establecidos para la evaluación de los asentamientos humanos.

Tabla 6.84 Criterios de calificación de importancia por asentamientos humanos

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	La alta importancia de las cabeceras municipales y áreas de expansión urbana es consecuencia de su alto grado de utilidad social en la medida en que ofrecen bienes y/o servicios a sus pobladores así como a los habitantes de las zonas rurales y dinamizan el sector económico, comercial, cultural y social de su municipio. De manera particular, la cabecera municipal de Pamplona, tiene una alta importancia en la región por su desarrollo entorno al sector terciario de la economía y por ser el núcleo de la zona en la prestación de bienes y servicios. Adicionalmente, el Barrio El Buque, tiene una amplia dinámica económica asociada a la prestación de servicios a la comunidad estudiantil de la Universidad de Pamplona.
Baja	La baja importancia de las unidades cartográficas asociadas a los asentamientos dispersos que hacen parte del área de influencia socioeconómica, se relaciona con que dichas unidades de análisis no cuentan con una alta concentración de personas, ni de centros de actividades económicas, sociales o culturales. En consecuencia, ante factores exógenos, tienen una baja alteración. Es así como cinco (5) unidades territoriales constituidas como asentamientos dispersos no generan por sí mismas, la satisfacción de sus necesidades sociales, políticas, culturales o económicas. La baja importancia de los barrios San Luis, Juan XXIII, Cristo Rey parte alta y baja, y Simón Bolívar se atribuye a que si bien, tienen un tipo de poblamiento nucleado, no cuenta con una oferta de bienes y servicios que permita satisfacer completamente las necesidades de sus habitantes.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen para la importancia por asentamientos poblacionales se identificaron zonas con importancia alta en el 61,12% de ésta, correspondiente a 331,33 hectáreas, seguido de 210,80 hectáreas (38,88%) de importancia baja. (Ver Tabla 6.85).

Tabla 6.85 Representatividad de la importancia por asentamientos poblacionales en el área de influencia

Importancia por asentamientos poblacionales	Importancia por asentamientos poblacionales	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
1	Baja	Baja	210,80	38,88%
3	Alta	Alta	331,33	61,12%
Total general			**542,13**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, el comportamiento de este criterio es similar al del área de influencia, presentando el mayor porcentaje de ocupación en la categoría alta, donde se registran 29,83 hectáreas, correspondientes a 55,22% de esta y 24,619 hectáreas (44,78%) de importancia baja. (Ver Tabla 6.86).

Tabla 6.86 Representatividad de la importancia por asentamientos poblacionales en el área de intervención

Importancia por asentamientos poblacionales	Importancia	Área de intervención	
		Ha	%
Baja	Baja	24,19	44,78%
Alta	Alta	29,83	55,22%
Total general		**54,02**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.3.1.2 Tamaño del predio

- **Sensibilidad**

La sensibilidad de los predios es valorada a partir de su vulnerabilidad dado el tamaño de los mismos. La Tabla 6.87, señala los grados de importancia definidos para la valoración de este criterio.

Tabla 6.87 Criterios de clasificación de sensibilidad por tamaño del predio

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Muy Alta	Presentan una sensibilidad muy alta debido a que poseen una capacidad sumamente reducida de retornar a su estado original en virtud de su extensión. Asimismo, la mayor parte de la producción aquí extraída está destinada a propósitos de autoconsumo y al igual que con los minifundios, puede significar la pérdida de la actividad productiva y en menor medida del lugar de residencia para sus habitantes, siendo necesario implementar medidas de compensación. Es así que para el área de intervención, se identifica que el microfundio es el tipo de propiedad que predomina con 46 predios, localizados de la siguiente manera: Vereda Alcaparral: 15 predios Vereda Sabaneta Alta: 14 predios Barrio San Luis: un (1) predio Barrio El Buque: dos (2) predios Barrio Simón Bolívar: 14 predios
Alta	Presentan una sensibilidad alta debido a que poseen una capacidad reducida de retornar a su estado original, en virtud de su extensión. Asimismo, la mayor parte de la producción aquí extraída está destinada a propósitos de autoconsumo y al igual que con los microfundios, puede significar la pérdida de la actividad productiva y en menor medida del lugar de residencia para sus habitantes, siendo necesario implementar medidas de compensación. Dentro del área de intervención, se identificaron 24 predios en esta condición, en la vereda Alcaparral (5 predios), La Hojancha (1 predio), Sabaneta Alta (15 predios), Sabaneta Baja (2 predios) y Barrio El Buque (1 predio).
Moderada/Media	Presentan una sensibilidad media debido a que poseen una capacidad moderada de retornar a sus condiciones originales luego de intervenciones exógenas. En los predios que se encuentran dentro de esta categoría, la mayor parte de la producción está destinada a propósitos de autoconsumo, no obstante, en algunos casos puede generarse un excedente que les permita comercializar productos a pequeña escala. En el área de intervención se encuentran 13 predios en esta condición, en las veredas Alcaparral (2 predios), La Hojancha (2 predios) y Sabaneta Alta (9 predios).
Baja	Presentan una sensibilidad baja puesto que poseen una capacidad moderada de retornar a su estado original en virtud de su extensión y una mayor resistencia a los cambios que se puedan presentar por intervenciones exógenas. Lo anterior no implica una afectación plausible a la producción, que en muchos casos puede superar propósitos de autoconsumo. Por lo anterior no habría implicaciones que resientan significativamente su estructura económica y productiva, porque la producción en la mayoría de los casos, está dirigida a la comercialización a mediana escala o con modelos de ganadería extensiva. Dentro del área de intervención, se localizan 23 predios con áreas entre 20,1 y 200 Ha, en las veredas Alcaparral (8 predios), La Hojancha (7 predios), Sabaneta Alta (7 predios) y Sabaneta Baja (1 predio). De igul forma en esta categoría se incluyen los barrios Juan XXIII, y Cristo Rey parte alta y baja.
Muy baja	No se tiene en cuenta esta categoría.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 76,43% correspondiente a 368,28 hectáreas se identifica con sensibilidad baja, seguido por 57,46 hectáreas (11,92%) de sensibilidad moderada. Luego se encuentra el área con sensibilidad alta, con 38,53 hectáreas representando el 8% y finalmente el 3,65% correspondientes a 17,60 hectáreas que se calificaron con sensibilidad muy alta. (Ver
Tabla 6.88).

Tabla 6.88 Representatividad de la sensibilidad por tamaño del predio en el área de influencia

Sensibilidad por tamaño del predio	Sensibilidad por tamaño del predio	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
2	Baja	Baja	368,28	76,43%
3	Moderada	Moderada	57,46	11,92%
4	Alta	Alta	38,53	8,00%
5	Muy Alta	Muy Alta	17,60	3,65%
Total general			**481,86**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, el mayor porcentaje del área ocupa un área de 37,85 hectáreas, que representan los 70,09%, ubicadas en una categoría de sensibilidad baja. (Ver Tabla 6.89).

Tabla 6.89 Representatividad de la sensibilidad por tamaño del predio en el área de intervención

Sensibilidad por tamaño del predio	Sensibilidad por tamaño del predio	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
2	Baja	Baja	37,85	70,09%
3	Moderada	Moderada	8,23	15,25%
4	Alta	Alta	5,39	9,98%
5	Muy Alta	Muy Alta	2,53	4,68%
Total general			**54,02**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018

- **Importancia**

Los criterios de calificación de la importancia para el tamaño de los predios son presentados en la

Tabla 6.70, para lo cual se tuvo en cuenta si el tamaño es mini o microfundio, o si es de pequeña, mediana o grande propiedad.

Tabla 6.90 Criterios de calificación de importancia por tamaño de la propiedad

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	La importancia de los predios que se encuentran dentro de esta categoría es alta, dado que constituyen tierras destinadas principalmente al ejercicio de actividades productivas con fines de autoconsumo (agropecuarias). Sin embargo, en algunos casos se puede presentar comercialización a pequeña escala, aspecto que le da mayor importancia en tanto, tienen la capacidad de generar recursos para suplir las necesidades de sus habitantes y sus trabajadores. La importancia de los microfundios es alta dado que constituyen tierras destinadas principalmente al ejercicio de actividades productivas con fines de autoconsumo (agropecuarias).
Moderada/Media	La importancia de los predios medianos es moderada dado que son tierras que a pesar de proporcionar un flujo significativo de bienes, están destinadas al ejercicio de actividades productivas que podrían trascender propósitos de autoconsumo (agropecuarias).

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen, para la importancia por tamaño del predio en el área de influencia, se identificaron zonas con importancia moderada en el 76,43% de ésta, correspondiente a 368,28 hectáreas y 113,59 hectáreas (23,57%) de importancia alta. (Ver Tabla 6.91).

Tabla 6.91 Representatividad de la importancia por tamaño del predio en el área de influencia

Importancia por tamaño del predio	Importancia por tamaño del predio	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
2	Moderada	Moderada	368,28	76,43%
3	Alta	Alta	113,59	23,57%
Total general			**481,86**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, en el criterio importancia por tamaño del predio se identificaron zonas con importancia moderada en el 70,09% de ésta, correspondiente a 37,85 hectáreas y 16,16 hectáreas (29,91%) de importancia alta. (Ver Tabla 6.92).

Tabla 6.92 Representatividad de la importancia por tamaño del predio en el área de Intervención

Importancia por tamaño del predio	Importancia por tamaño del predio	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
2	Moderada	Moderada	37,85	70,09%
3	Alta	Alta	16,16	29,91%
Total general			**54,01**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.3.1.3 Destinación económica del predio

- **Sensibilidad**

La
Tabla 6.93, muestra los grados de sensibilidad establecidos para la valoración del componente de destinación económica del suelo, en donde se tienen en cuenta las unidades productivas identifcadas en el área de influencia.

Tabla 6.93 Criterios de clasificación de sensibilidad por destinación económica del predio

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Moderada/Media	Debido a la dinámica de la actividad agrícola en el área de intervención, se presenta una sensibilidad media. En primera instancia, la actividad agrícola se fundamenta en una economía campesina con niveles de producción bajos para fines comerciales y de subsistencia, a través de pequeñas unidades productivas que hacen uso de técnicas tradicionales, fundamentalmente. En la zona, predominan los cultivos transitorios comercializados a nivel local, entre los que se destacan el maíz, la papa y el fríjol. Los suelos que actualmente se dedican al desarrollo de dicha actividad equivalen a 0,93 ha, es decir, el 1,68% del área de intervención. Las zonas urbanas poseen infraestructuras de tipo residencial, comercial y de transporte que potencian el desarrollo productivo y social. Particularmente, la infraestructura vial identificada, contribuye a la promoción de la productividad y competitividad de forma transversal y contribuye a la generación de empleo. Por ejemplo, la red vial, facilita la conectividad entre unidades territoriales y permite el transporte de bienes, mercancías y personas. Dicha infraestructura presenta una capacidad media de retornar a su estado natural ante una intervención y puede recuperarse en el corto plazo a través de acciones de mitigación y/o recuperación. Cobijan un área total de 7,17 ha, lo que representa el 12,95% del área de intervención.
Baja	Los suelos de conservación no presentan un uso económico aparente, por ende, cuentan con una baja sensibilidad, dado que dichas áreas albergan diversas especies de fauna y flora y proporcionan bienes y servicios ambientales claves para la protección del medio ambiente. Las áreas dedicadas a este tipo de uso equivalen a 9,72 ha, es decir, el 16,57% del área de intervención. La naturaleza extensiva de la ganadería, limita la posibilidad de que los suelos donde se desarrolla la actividad sufran cambios considerables ante una intervención. Por tanto, la productividad de la actividad no se disminuye de manera significativa y el medio recupera su estado natural en el corto plazo, dando como resultado una sensibilidad baja. Los suelos destinados a ganadería son los que ocupan la mayor proporción del área, es decir los de pastoreo extensivo, con un total de 33,26 ha, para un 60,12% del área de intervención. En cuanto a los suelos con usos Silvopastoriles, se tiene que ocupan 1,88 ha, que significa un 3,39% del área intervenida.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 90,01% correspondiente a 492,28 hectáreas se identifica con sensibilidad baja y 54,61 hectáreas (9,99%) de sensibilidad moderada. (Ver Tabla 6.94).

Tabla 6.94 Representatividad de la sensibilidad por destinación económica del predio en el área de influencia

Sensibilidad por destinación económica	Sensibilidad por destinación económica	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%

2	Baja	Baja	492,28	90,01%
3	Moderada	Moderada	54,61	9,99%
Total general			**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Mientras que para el área de intervención el 83,27% correspondiente a 45,33 hectáreas se identifica con sensibilidad baja, seguido por 9,11 hectáreas (16,72%) de sensibilidad moderada, en la categoría muy baja se relacionan 0,04 hectareas que representan el 0,01% del área de intervención. (Ver Tabla 6.95).

Tabla 6.95 Representatividad de la sensibilidad por destinación económica del predio en el área de intervención

Sensibilidad por destinación económica	Sensibilidad por destinación económica	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
1	Muy baja	Muy baja	0,004	0,01%
2	Baja	Baja	45,33	83,27%
3	Moderada	Moderada	9,11	16,72%
	Total general		**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La Tabla 6.96 muestra los grados de importancia establecidos para la valoración del componente destinación económica predial.

Tabla 6.96 Criterios de calificación de importancia por destinación económica predial

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	Las zonas de asentamientos urbanos en el área de intervención, representan áreas de gran importancia para el desarrollo productivo de la población local, dado que concentran infraestructuras habitacionales, comerciales y viales que actúan como dinamizadores de la economía. En consecuencia, cualquier intervención a este elemento puede generar una afectación alta. Cabe resaltar que el municipio de Pamplona basa su economía en en el desarrollo del sector terciario (comercio y servicios), entre los que se destacan: restaurantes, bancos, centros educativos, supermercados, papelerías, concesionarios, agencias de transporte, entre otros.
Moderada/Media	La importancia de los suelos agrícolas se califica media, debido a que genera niveles de ingresos representativos para la población dependiente que representa la mano de obra. De lo anterior, se tiene que los ingresos generados a partir de dichas actividades constituyen la fuente principal de subsistencia de los núcleos familiares. Asimismo, la producción agrícola se destina a abastecer los mercados locales, aunque no constituye el principal renglón económico del municipio de Pamplona. La ganadería se da de manera extensiva, contribuyendo a un amplio desarrollo productivo y una alta concentración de la propiedad de la tierra en la zona rural, aunque es una actividad con poca generación de empleo. Por tanto, su importancia en el área de intervención es media.

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Baja	A pesar de su potencial para la explotación de recursos, los suelos de conservación, no se asocian con una actividad productiva particular, sino que se relacionan con el suministro y disfrute de servicios ambientales. Por tanto y teniendo en cuenta su uso actual, no constituyen áreas para el desarrollo económico.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen para la importancia por destinación económica del predio se identificaron zonas con importancia moderada en el 1,98% de ésta, correspondiente a 10,81 hectáreas, zonas con importancia baja en 202,74 hectáreas (37,07%) y la mayor ocupación la representan zonas con importancia alta, que representan el 60,95% del área de influencia con 333,33 hectáreas. (Ver Tabla 6.97).

Tabla 6.97 Representatividad de la importancia por destinación económica del predio en el área de influencia

Importancia por destinación económica	Importancia por destinación económica	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
1	Baja	Baja	202,75	37,07%
2	Moderada	Moderada	10,81	1,98%
3	Alta	Alta	333,33	60,95%
Total general			**546,89**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La mayor parte del área de intervención, está ocupada por zonas de importancia alta, las cuales representan el 82,79% del área con 45,07 hectáreas. (Ver Tabla 6.98).

Tabla 6.98 Representatividad de la importancia por destinación económica del predio en el área de intervención

Importancia por destinación económica	Importancia por destinación económica	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
1	Baja	Baja	8,74	16,05%
2	Moderada	Moderada	0,63	1,15%
3	Alta	Alta	45,07	82,79%
	Total general		**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.4.3.1.4 Áreas de Interés para la comunidad

- **Sensibilidad**

La Tabla 6.99, muestra los grados de sensibilidad establecidos para analizar las áreas de interés para la comunidad.

Tabla 6.99 Criterios de clasificación de sensibilidad por áreas de interés para la comunidad

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Alta	La alta sensibilidad del elemento se atribuye a su baja resiliencia ante cualquier intervención exógena, lo que puede ocasionar su pérdida o alteración que impida su uso.
Moderada/Media	La sensibilidad media se atribuye a la moderada resiliencia ante cualquier intervención exógena del elemento. De acuerdo con sus características físicas, los ríos y quebradas cuentan con una capacidad de restauración moderada que les permite retornar a sus condiciones habituales, garantizando la existencia del recurso. La sensibilidad media se atribuye a la moderada resiliencia del elemento, ante cualquier intervención exógena. Con base en lo informado por los líderes comunitarios a través de las fichas de caracterización, la Parroquia Divino Salvador constituye un lugar de congregación religiosa visitado por la comunidad del barrio Simón Bolívar. Este es un lugar que reúne a los habitantes de los barrios para la afirmación de la creencia religiosa, sobre todo en las celebraciones de Semana Santa, Navidad y otros sacramentos. No obstante, ante alguna intervención exógena, las actividades propias de la práctica religiosa podrían continuar de manera provisional en otras instalaciones. Al mismo tiempo, el Coliseo Simón Bolívar es un lugar importante para la comunidad ya que aglutina las actividades deportivas y recreativas de la comunidad del barrio Simón Bolívar. Sin embargo, eventualmente y ante una intervención exógena, las actividades allí realizadas podrían llevarse a cabo en otro lugar.
Baja	La baja sensibilidad del elemento se debe a la alta intervención antrópica que las comunidades aledañas han hecho en el Camino Real y a través de la cual, se ha alterado su composición física original. Todas las actividades que se desarrollan en la Universidad de Pamplona pueden tener continuidad pese a cualquier intervención exógena debido a su alta resiliencia, lo que denota la baja sensibilidad del elemento. Ante cualquier intervención, se pueden tomar medidas que eviten la suspensión de las actividades que se llevan a cabo en dicho establecimiento educativo.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como datos importantes se resalta que en el área de influencia el 80,86% correspondiente a 442,22 hectáreas de esta se encuentran sin clasificación para este criterio, el 15,20% se identifica con sensibilidad baja, 13,29 hectáreas (2,43%) de sensibilidad alta y finalmente el 1,51% (8,23 hectáreas) con sensibilidad moderada (Ver Tabla 6.100).

Tabla 6.100 Representatividad de la sensibilidad de las áreas de interés para la comunidad en el área de influencia

Sensibilidad por áreas de interés de la comunidad	Sensibilidad por áreas de interés de la comunidad	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
2	Baja	Baja	83,15	15,20%
3	Moderada	Moderada	8,23	1,51%
4	Alta	Alta	13,29	2,43%
Sin Clasificación			442,22	80,86%
Total general			**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Mientras que para el área de intervención el 93,50% correspondiente a 50,84 hectáreas, no tiene clasificación en este criterio, con sensibilidad baja se identifican el 4,86% del área y con sensibilidad moderada 0,90hectáreas (1,66%). (Ver

Tabla 6.101).

Tabla 6.101 Representatividad de la sensibilidad de las áreas de interés para la comunidad en el área de intervención

Sensibilidad por áreas de interés de la comunidad	Sensibilidad por áreas de interés de la comunidad	Sensibilidad	Área de influencia	
			Ha	%
2	Baja	Baja	2,65	4,86%
3	Moderada	Moderada	0,90	1,65%
4	Alta	Alta	0,06	0,10%
Sin Clasificación			50,84	93,38%
Total general			**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

- **Importancia**

La Tabla 6.102 muestra los grados de importancia establecidos para la valoración de las áreas de interés de la comunidad.

Tabla 6.102 Criterios de calificación de importancia por áreas de interés para la comunidad

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
Alta	La importancia se estima alta, teniendo en cuenta el servicio que ofrecen dichas infraestructuras a las comunidades, relacionados con el desarrollo de las prácticas espirituales y religiosas que emanan de la fe católica muy arraigada en el territorio y su exteriorización a través de los ritos propios de la religión. La parroquia Divino Salvador, es uno de los puntos de referencia religiosa para los barrios. En el mismo sentido, el Coliseo ofrece servicios recreativos a varios grupos generacionales del barrio Simón Bolívar, ya que cuenta con canchas deportivas que utilizan niños y adultos y también, con espacios propicios para que grupos de la tercera edad desarrollen actividades de esparcimiento. La alta importancia del elemento se debe a su servicio de provisión del recurso hídrico para actividades domésticas, agropecuarias y comerciales. De acuerdo con la recolección de información primaria, se establece que los manantiales constituyen la principal fuente de provisión del recurso. La Universidad de Pamplona es un área pública destinada a la provisión de un servicio social (educación) y representa sitio de interés, en tanto, constituye un referente cultural para la región y dinamiza la economía del municipio por las actividades productivas adyacentes a las que da lugar. Por lo anterior, se estima una importancia alta.
Moderada/Media	La importancia del elemento se estima media, debido a que si bien, las comunidades aledañas reconocen la existencia de un Camino Real, éste no constituye un patrimonio histórico y cultural de identidad en el territorio; hecho que ha generado la intervención antrópica del elemento. Lo anterior, con base en los hallazgos de la recolección de información primaria.

CLASIFICACIÓN	IMPORTANCIA
	La importancia se estima media, teniendo en cuenta el servicio que ofrece con respecto a la provisión del recurso hídrico para actividades domésticas, agropecuarias y comerciales. No obstante, de acuerdo con la recolección de información primaria, los ríos y quebradas no constituyen la fuente principal de agua de las unidades territoriales menores.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En resumen para la importancia por áreas de interés para la comunidad, se identificaron zonas con importancia moderada en el 12,16% de ésta, correspondiente a 66,48 hectáreas y zonas con importancia alta en 38,19 hectáreas (6,98%), la mayor ocupación la representan zonas que no presentan calificación para este criterio. (Ver Tabla 6.103)

Tabla 6.103 Representatividad de la importancia por áreas de interés de la comunidad en el área de influencia

Importancia por áreas de interés de la comunidad	Importancia por áreas de interés de la comunidad	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
2	Moderada	Moderada	66,48	12,16%
3	Alta	Alta	38,19	6,98%
Sin Clasificación			442,22	80,86%
Total general			**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

El área de intervención, la importancia alta representa el 1,96% del área y el 4,66% por importancia moderada. (Ver Tabla 6.104)

Tabla 6.104 Representatividad de la importancia por áreas de interés de la comunidad en el área de intervención

Importancia por áreas de interés de la comunidad	Importancia por áreas de interés de la comunidad	Importancia	Área de influencia	
			Ha	%
2	Moderada	Moderada	2,54	4,66%
3	Alta	Alta	1,07	1,96%
Sin Clasificación			50,84	93,38%
Total general			**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.5 RESTRICCIONES LEGALES

6.5.1 Aspectos normativos y reglamentarios

En la Tabla 6.105 se muestra una síntesis de las áreas reglamentadas como áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y áreas de especial importancia que hacen parte de los instrumentos de ordenamiento territorial (consideradas en el numeral 5.2.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas del presente documento), con el fin de realizar el análisis respectivo para determinar la importancia de estos en la zonificación del medio biótico.

Tabla 6.105 Áreas protegidas presentes en el Área de Influencia

Áreas protegidas, ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas de especial importancia		
Normatividad	**Tipo de área**	**Zonificación**
Acuerdo 0011 de 13 de julio de 2004	Por el cual se crea el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) de Norte de Santander	Áreas de bosque protector - productor EOT municipal
		Áreas de bosque protector EOT municipal
		Margen protectora rio - quebrada Decreto Ley 2811/74
Resolución 761 de 18 de diciembre de 2014	Por el cual se aprueba y adopta el ajuste del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pamplonita, SZH, identificada con código No. 1601 del IDEAM.	Conservación y protección ambiental. Áreas de protección.
Acuerdo No. 0028 de diciembre 10 de 2015	Por el cual se adopta la modificación excepcional del PBOT de Pamplona	Áreas de conservación y protección ambiental. Páramos y Subpáramos.
Acuerdo No. 003 de febrero 25 de 2002	Por el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial de Pamplonita	Áreas de conservación y protección ambiental. Área forestal protectora. Área forestal protectora productora.

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

A continuación, se define la importancia de cada tipo de área, presentes en el área de influencia y que por su relevancia ecosistémica, hacen parte de las diferentes zonificaciones ambientales que se tienen en la Tabla 6.105.

6.5.1.1 Calificación de la Importancia

De acuerdo con lo anterior, se agruparon en tres categorías según la relevancia de los servicios ecosistémicos prestados a la comunidad, de la siguiente forma:

- Categoría 1: Áreas de Protección del POMCA río Pamplonita, áreas de bosque protector, áreas de bosque protector-productor, áreas de páramo y margen protectora río-quebrada de los instrumentos de ordenación de los municipios de Pamplona y Pamplonita y ronda hidráulica de cuerpos de agua, todas las incluidas en el SIRAP.

- Categoría 2: Áreas de restauración del POMCA río Pamplonita.

- Categoría 3: Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales POMCA río Pamplonita, áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales de los instrumentos de ordenación de los municipios de Pamplona y Pamplonita y Uso Residencial – Urbano de los

instrumentos de ordenación de Pamplona y Pamplonita y Áreas Urbanas del POMCA.

La calificación de la importancia por categorías se observa en la Tabla 6.106 y la ocupación de estas en la Tabla 6.107.

Tabla 6.106 Calificación de la Importancia normativa y reglamentaria

Elemento	Calificación	Importancia
Categoría 1: Áreas de Protección del POMCA río Pamplonita, áreas de bosque protector, áreas de bosque protector-productor, áreas de páramo y margen protectora río-quebrada de los instrumentos de ordenación de los municipios de Pamplona y Pamplonita y ronda hidráulica de cuerpos de agua, todas las incluidas en el SIRAP.	3	Alta
Categoría 2: Áreas de restauración del POMCA río Pamplonita.	2	Moderada
Categoría 3: Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales POMCA río Pamplonita, áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales de los instrumentos de ordenación de los municipios de Pamplona y Pamplonita y Uso Residencial – Urbano de los instrumentos de ordenación de Pamplona y Pamplonita y Áreas Urbanas del POMCA.	1	Baja

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Se observa entonces que para el área de influencia la categoría de Importancia alta es la relevante con el 50,87% de ocupación correspondiente a 278,20 hectáreas. En segundo lugar, la categoría de Importancia baja ocupa el 31,43% correspondiente a 171,91 ha. Por último, la categoría de importancia moderada tiene la menor ocupación con 96.77 hectáreas correspondientes al 31,43% del total del área de influencia. (Ver Tabla 6.107).

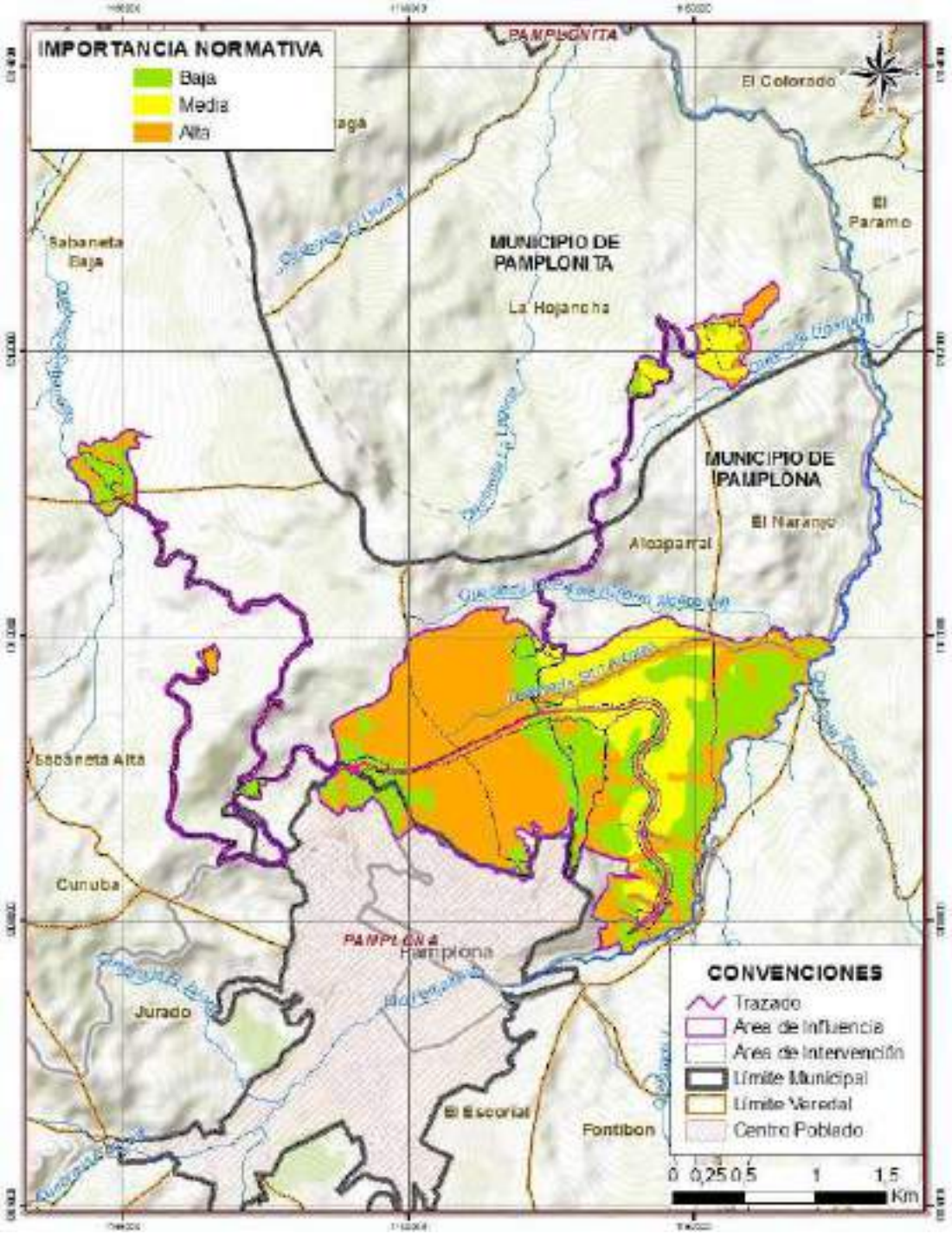
Tabla 6.107 Zonificación de la Importancia normativa y reglamentaria

Categoría de Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Alta	278.20	50.87%	16,99	31,20%
Moderada	96.77	17.69%	31,22	57,34%
Baja	171.91	31.43%	6,24	11,45%
Total	**546.89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención la categoría de Importancia moderada es la relevante con el 57,34% de ocupación correspondiente a 31,22 hectáreas. En segundo lugar, la categoría de Importancia alta ocupa el 31,20% correspondiente a 16,99 hectáreas. Por último, la categoría de importancia baja tiene la menor ocupación con 6,24 hectáreas correspondiente al 11,41% del total del área de intervención. La distribución de la anterior calificación se puede observar en la Figura 6.2.

Figura 6.2 Zonificación de la Importancia normativa y legal UF 1



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.6 ZONIFICACIONES INTERMEDIAS

6.6.1 Síntesis Medio Abiótico

La Tabla 6.108 y Figura 6.3 consolida los niveles de sensibilidad establecidos para el medio abiótico a través de la evaluación de elementos estructurales de recurso suelo, agua, vegetación y su interacción. Las áreas de sensibilidad muy alta en el área de influencia, corresponden al 3,20%, ocupando 17,49 hectáreas y al 2,70% (1,47 hectáreas) para el área de intervención, con sensibilidad alta se ubica el 83,00% (453,92 hectáreas) del área de influencia del proyecto y el 73,62% del área de intervención (40,08 hectáreas), y finalmente con sensibilidad moderada se registran 75,47 hectáreas (13,80%) en el área de influencia y 12,90 hectáreas (23,69%) del área de intervención.

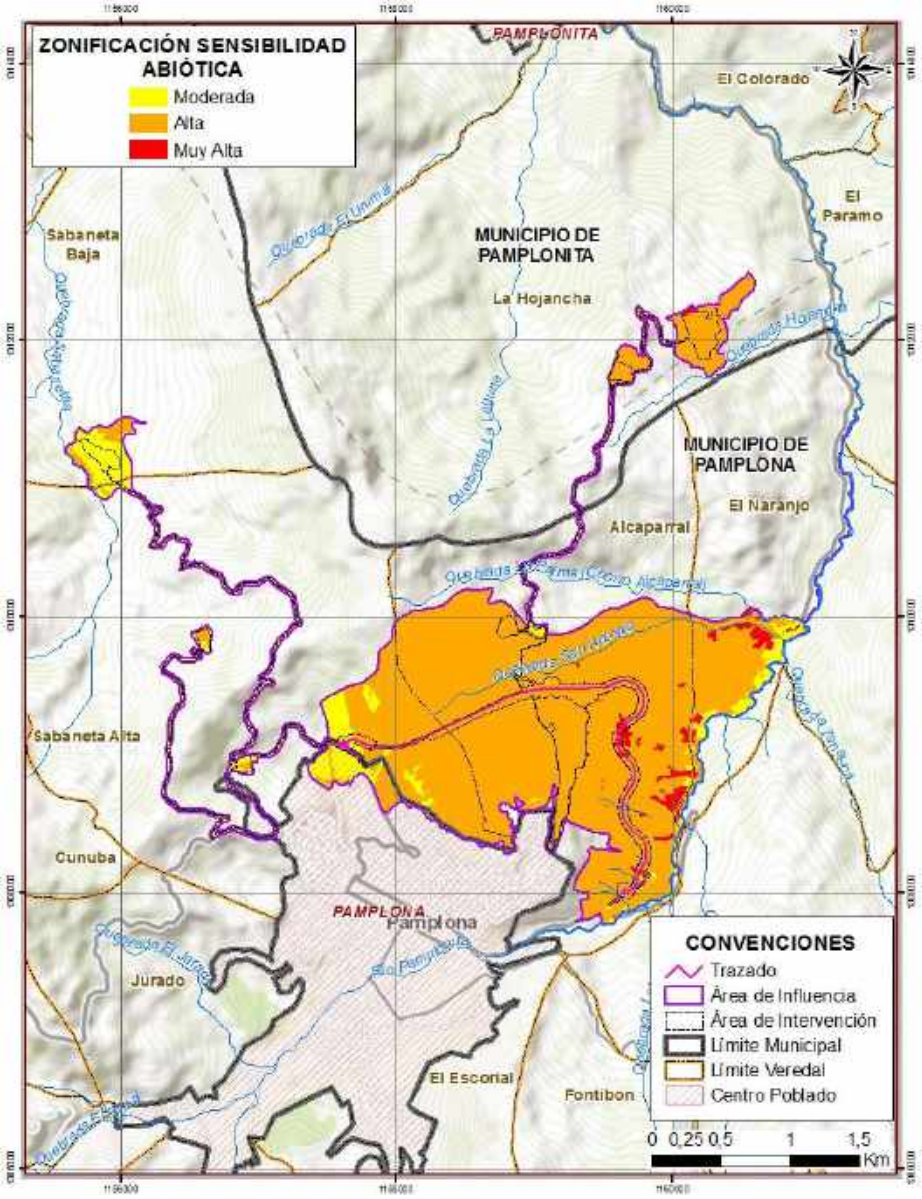
Tabla 6.108 Representatividad de la sensibilidad para el medio abiótico

Categoría de Sensibilidad	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	75,47	13,80%	12,90	23,69%
Alta	453,92	83,00%	40,08	73,62%
Muy Alta	17,49	3,20%	1,47	2,70%
Total	**546,89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa en la Figura 6.3, la mayor parte del área de influencia la ocupan elementos del medio abiótico, que presentaron una sensibilidad alta.

Figura 6.3 Sensibilidad del medio Abiótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

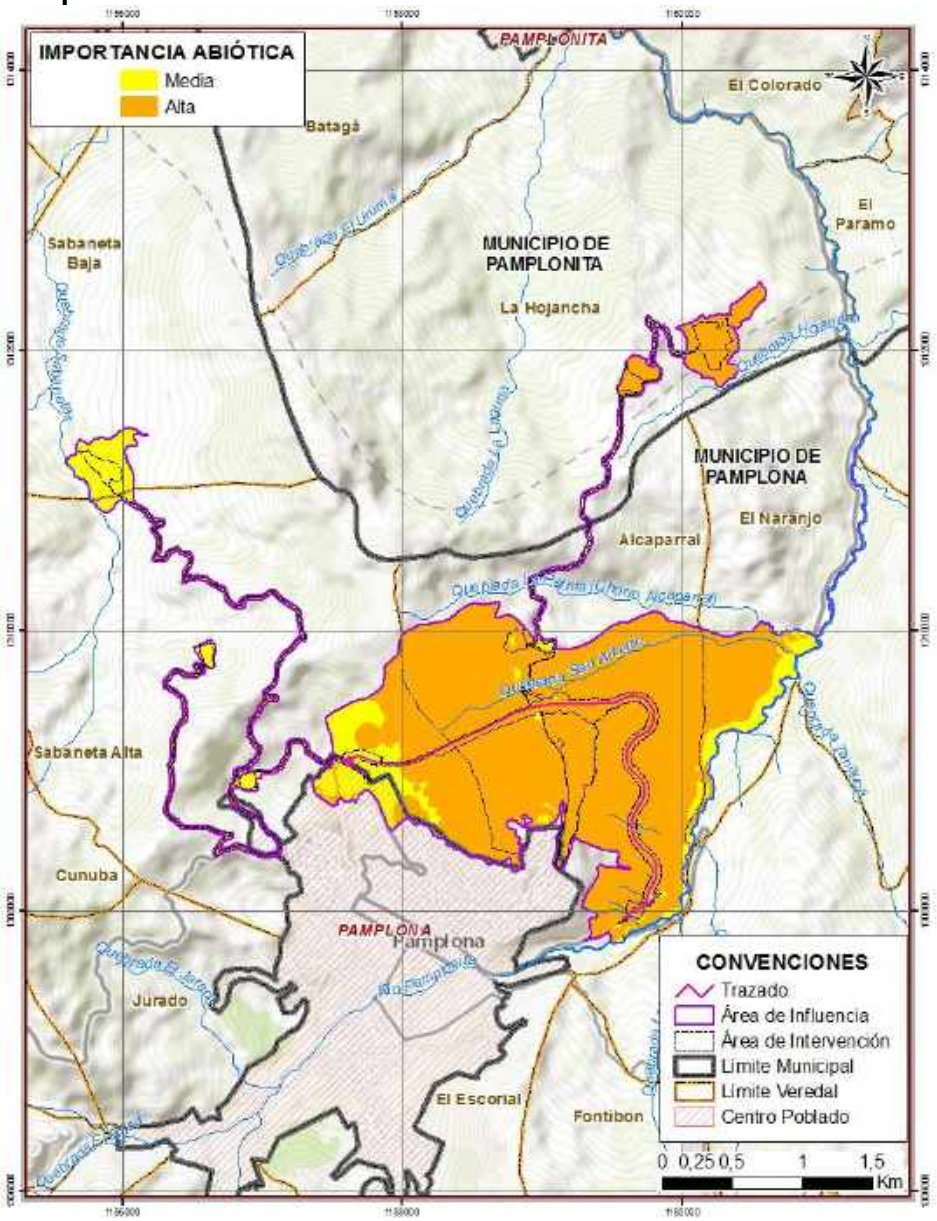
En la Tabla 6.109 y la Figura 6.4, se consolidan los niveles de importancia establecida para el medio abiótico a través de la evaluación de elementos estructurales de recurso suelo, agua y vegetación y su interacción. Se observa que la totalidad del área de influencia como de intervención se encuentran en su gran mayoría (casi su totalidad) en áreas clasificadas con importancia alta, y algunas pequeñas zonas de importancia moderada.

Tabla 6.109 Representatividad de la importancia para el medio abiótico

Categoría de Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	86.65	15.84%	12,87	23,63%
Alta	460.24	84.16%	41,58	76,37%
Total	**546.89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Figura 6.4 Importancia del medio Abiótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Como se observa el 84,16% del área de influencia presenta una importancia alta para el medio abiótico, ocupando la mayor parte del área con 460,24 hectáreas, igual comportamiento se presenta en el área de intervención donde el 76,37% correspondiente a 41,58 hectáreas presenta esta misma categoría de importancia.

De esta manera, la zonificación para el medio abiótico en el área de influencia muestra que las áreas con una relación sensibilidad/importancia (S/I) alta son las más representativas haciendo parte del 78,22% del área de influencia, seguida por la zonas con S/I moderada con el 19,08% y las de S/I muy alta con el 2,71% (Ver Tabla 6.110).

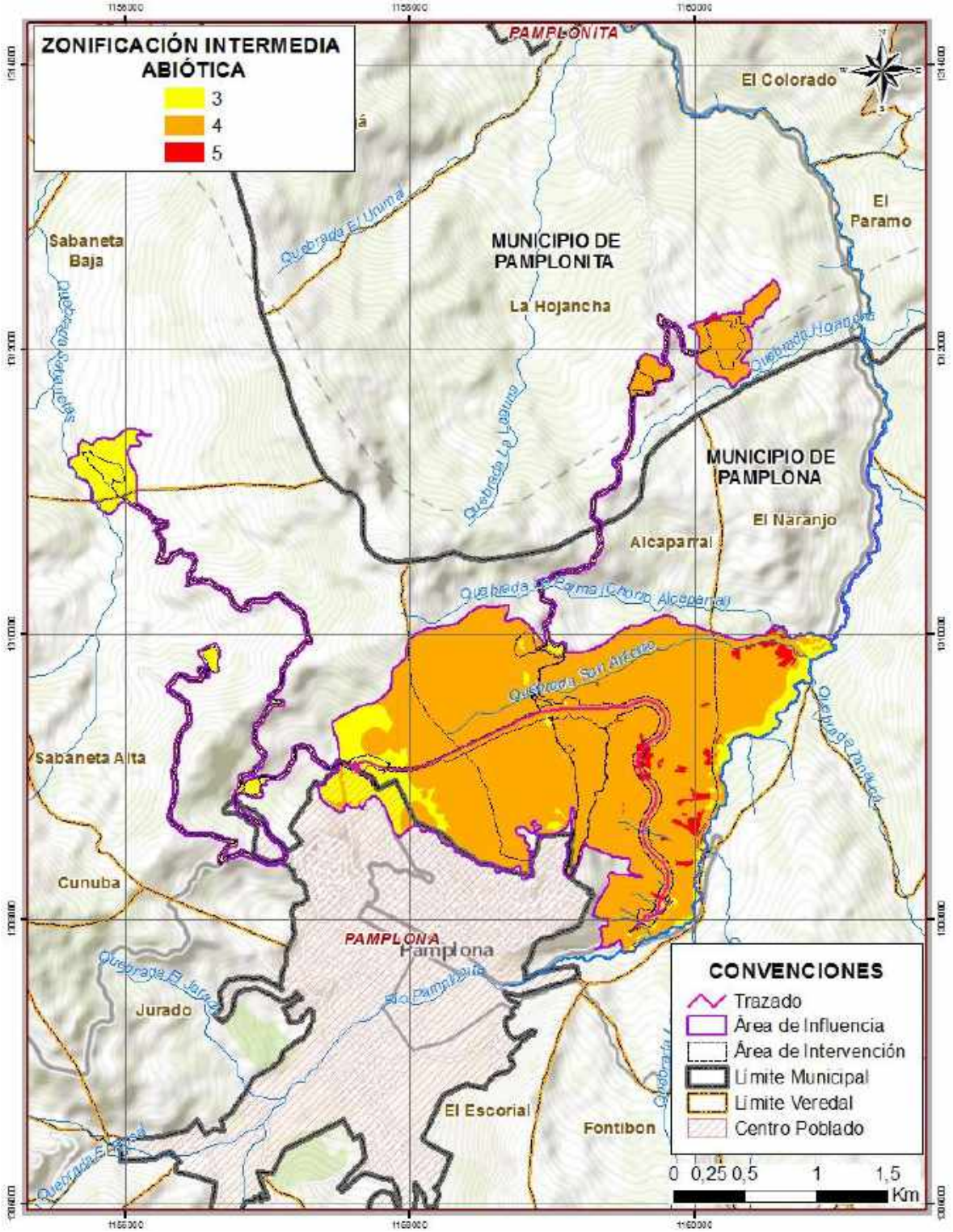
Tabla 6.110 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio abiótico

Relación Sensibilidad - Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	104,32	19,08%	17,03	31,27%
Alta	427,77	78,22%	35,95	66,03%
Muy Alta	14,80	2,71%	1.47	2,70%
Total	**546.89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el área de intervención, como se observa en la Tabla 6.110 las áreas más extensas corresponden a las de S/I alta con el 66,03%, es decir, 35,95 hectáreas, seguida de la S/I moderada con 17,03 hectáreas (31,27%), mientras que las de calificación muy alta hacen parte del 2,70% (1,47 hectáreas). Lo anterior se muestra en la Tabla 6.110 y en la Figura 6.5.

Figura 6.5 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Abiótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.6.2 Síntesis Medio Biótico

En cuanto a la sensibilidad del componente biótico, para el área de influencia del proyecto se evidencia un mayor porcentaje para la sensibilidad baja, con 52,47%. Por otra parte, se reportan el 30,19% con sensibilidad moderada, 8,15% de sensibilidad muy baja, 6,19% con sensibilidad alta y 3,00% de sensibilidad muy alta, como se observa en la Tabla 6.111 y la Figura 6.6.

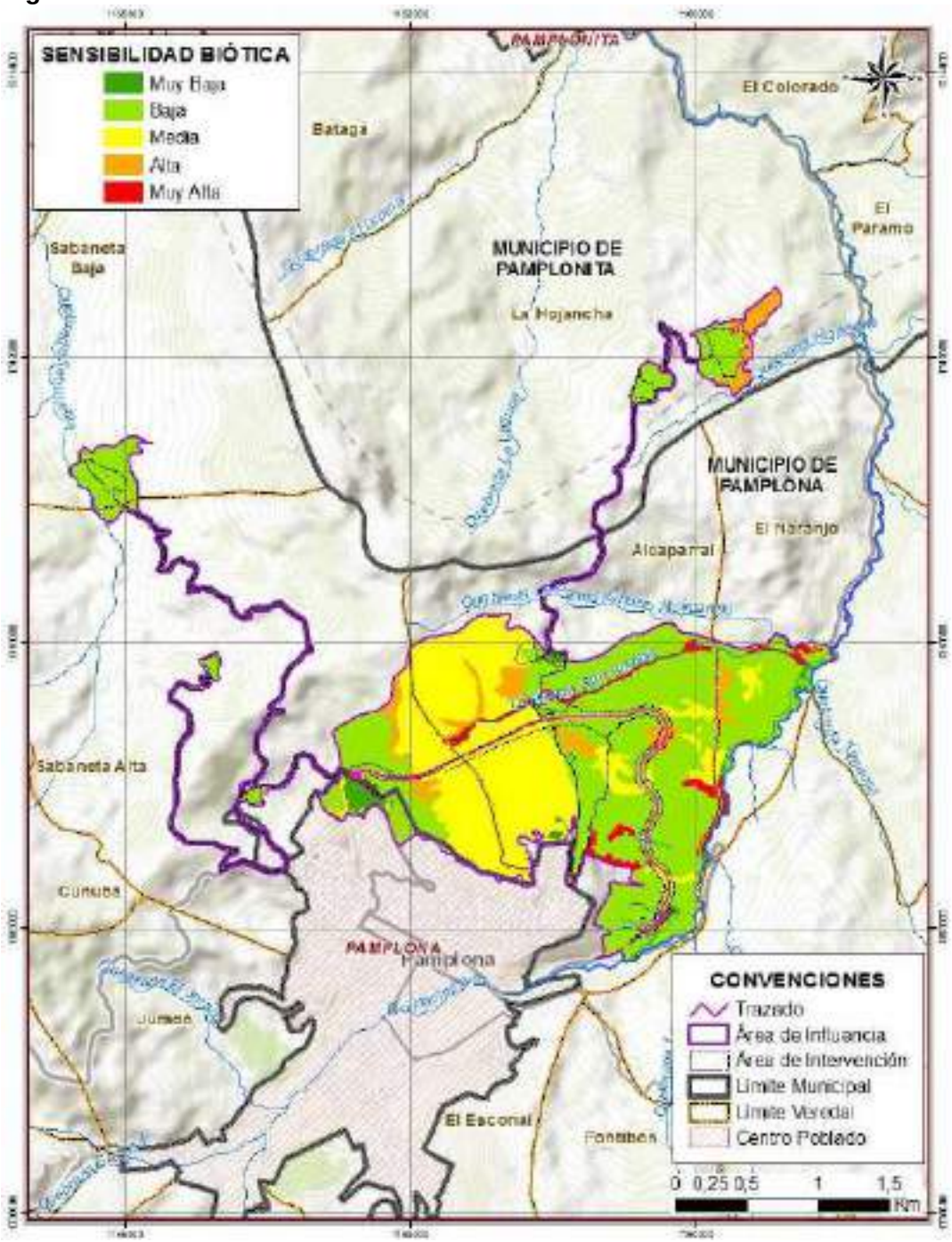
Tabla 6.111 Representatividad de la sensibilidad para el medio biótico

Categoría de Sensibilidad	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Muy Baja	44,57	8,15%	8,48	15,57%
Baja	286,95	52,47%	35,46	65,14%
Moderada	165,12	30,19%	7,87	14,46%
Alta	33,85	6,19%	2,53	4,64%
Muy Alta	16,39	3,00%	0,10	0,19%
Total	**546,89**	**100%**	54,44	100,00%

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En cuanto a la sensibilidad de este medio para el área de intervención, la más extensa es la de sensibilidad baja con el 65,14% (35,46 hectáreas), seguida por las de sensibilidad muy baja con el 15,57% (8,48 hectáreas), la sensibilidad moderada corresponden con el 14,46% (7,87 hectáreas), la sensibilidad alta se presenta en 2,53 hectáreas, correspondientes a 4,64% y por último con la menor área se presenta la sensibilidad muy alta, ocupando 0,10 hectáreas (0,19%).

Figura 6.6 Sensibilidad del medio Biótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Hablando ahora de la importancia para el medio biótico, la que tuvo una mayor representatividad en el área de influencia es la de calificación moderada con el 88,02%,

seguida por las de importancia baja con el 8,98% y las de alta importancia con el 3,00% (Tabla 6.112).

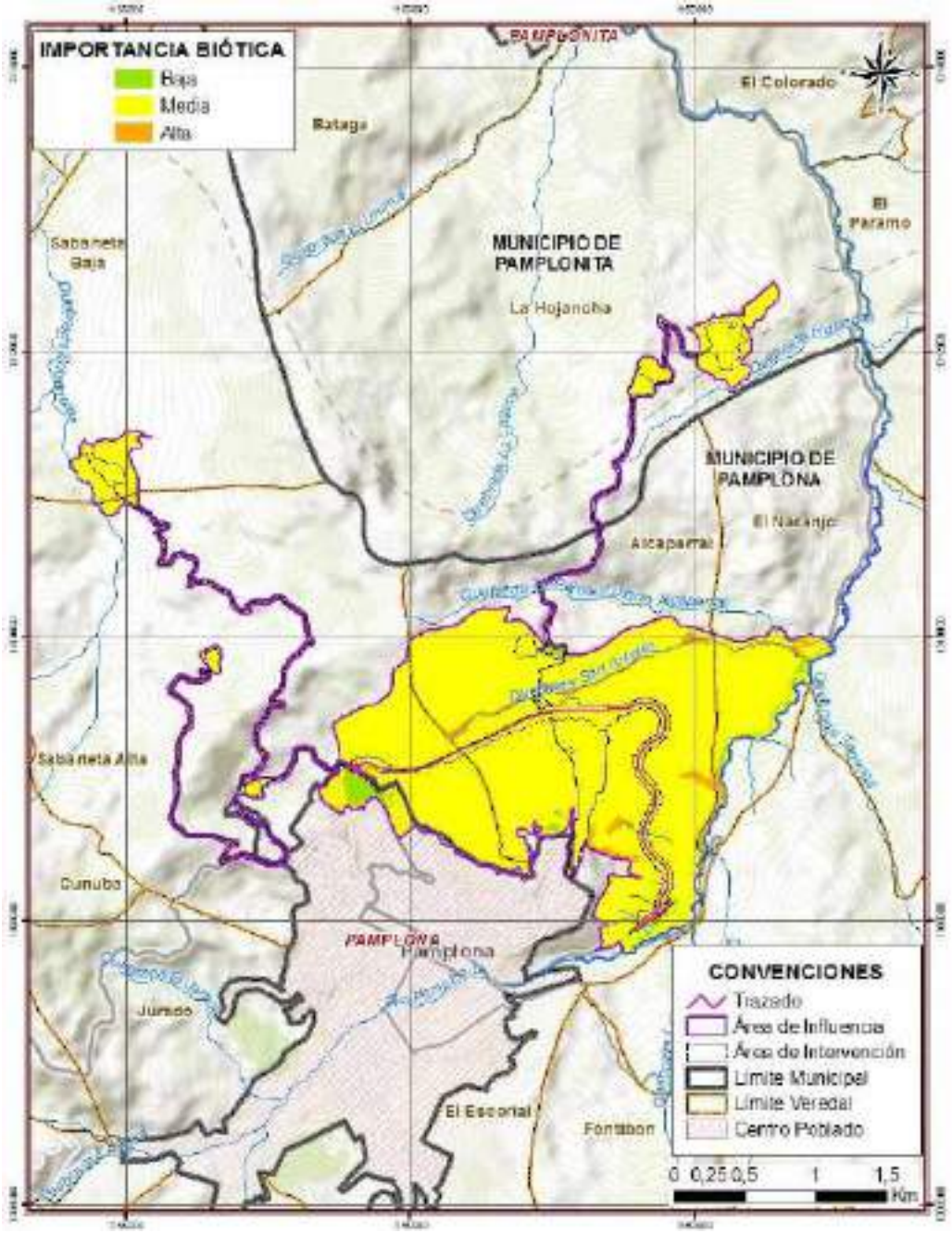
Tabla 6.112 Representatividad de la importancia para el medio biótico

Categoría de Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Baja	49,13	8,98%	8,48	15,58%
Moderada	481,37	88,02%	45,86	84,23%
Alta	16,39	3,00%	0,10	0,19%
Total	**546.89**	**100%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención las zonas de importancia moderada representan la mayor extensión con el 84,23% (45,86 hectáreas). Las áreas de importancia baja corresponden al 15,58% (8,48 hectáreas), mientras que las de importancia alta representan el 0,19% (0,10 hectáreas) del área de intervención. La zonificación de la importancia para el medio biótico se presenta en la Figura 6.7.

Figura 6.7 Importancia del medio Biótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La zonificación del medio biótico muestra que las zonas con una mayor relación sensibilidad/importancia (S/I) baja tienen la mayor extensión, siendo de 286,95 hectáreas, lo que corresponde al 52,47% del área de influencia del proyecto. Le sigue el área con un S/I moderada con una representatividad del 36,38%, con 8,15% se encuentran las de S/I

muy baja y finalmente las de S/I muy alta con el 3,00%. No se identificaron áreas con calificación alta. (Tabla 6.113).

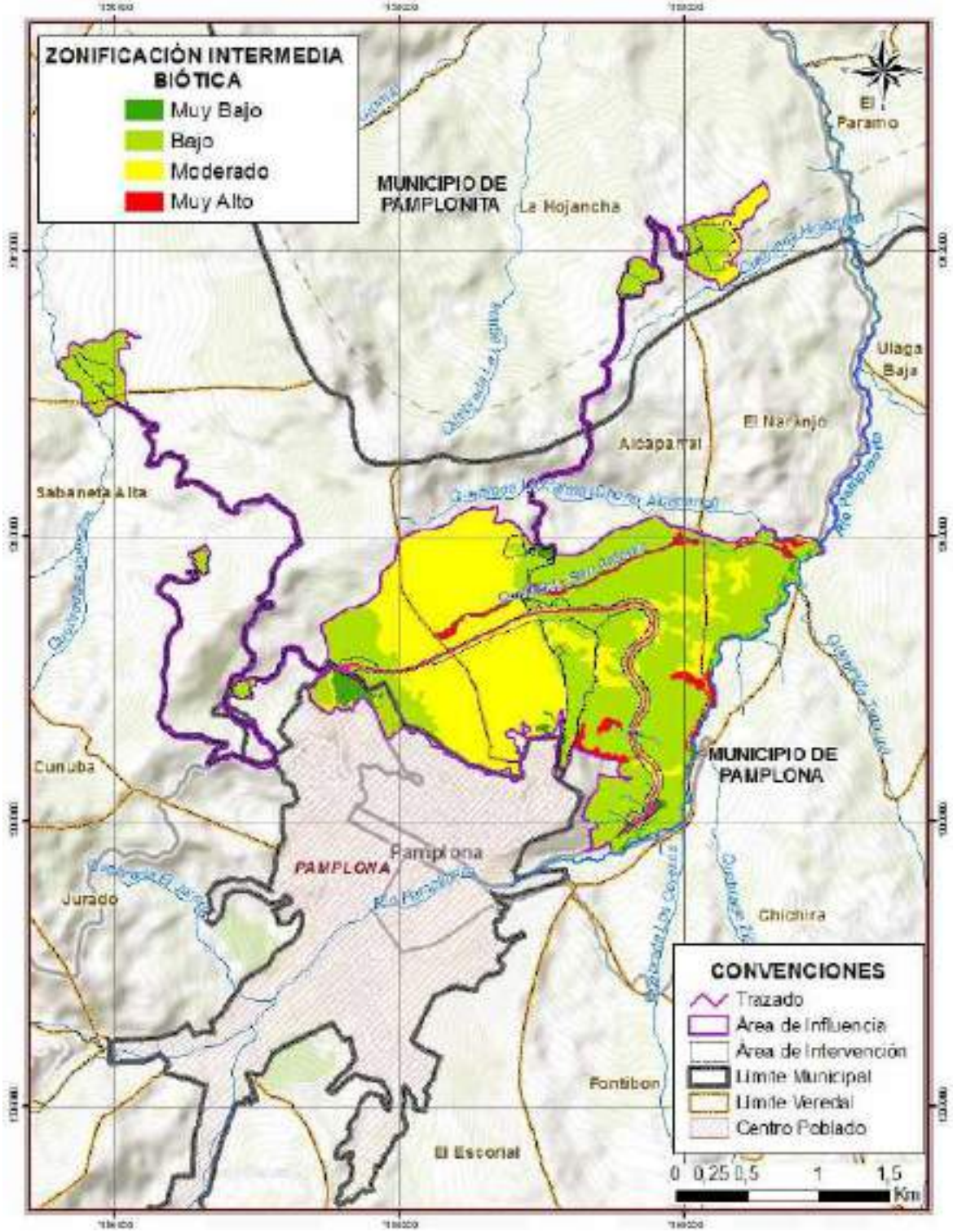
Tabla 6.113 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio biótico

Relación Sensibilidad - Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Muy Baja	44.57	8.15%	8,48	15,57%
Baja	286.95	52.47%	35,46	65,14%
Moderada	198.97	36.38%	10,40	19,10%
Muy Alta	16.39	3.00%	0,10	0,19%
Total	**546.89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, las áreas con S/I muy alta corresponden al 0,19% de su extensión, las de moderada al 19,10, las de baja al 65,14% y muy baja con el 15,57%. La Figura 6.8 presenta dichas áreas en el área de influencia del proyecto.

Figura 6.8 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Biótico



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.6.3 Síntesis Medio Socioeconómico

En el medio socioeconómico, para el área de influencia del proyecto se evidencia un mayor porcentaje para la sensibilidad moderada con 63,12%, seguida por la de sensibilidad baja con el 23,40%, finalmente la de sensibilidad alta con el 10,30%, como se observa en la Tabla 6.114.

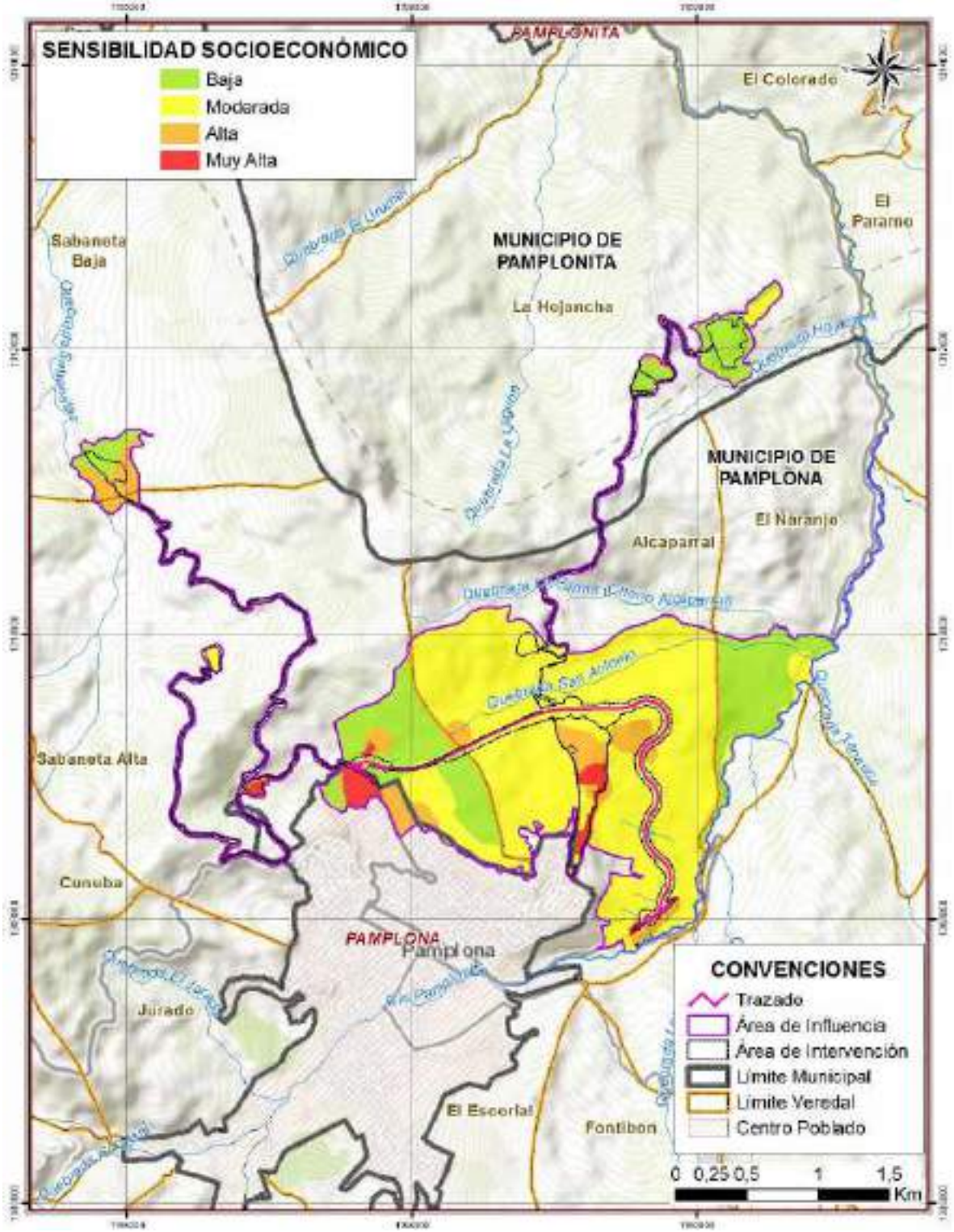
Tabla 6.114 Representatividad de la sensibilidad para el medio socioeconómico y cultural

Categoría de Sensibilidad	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Baja	127,97	23,40%	13,28	24,40%
Moderada	345,22	63,12%	32,75	60,16%
Alta	56,33	10,30%	5,90	10,83%
Muy Alta	17,37	3,18%	2,51	4,61%
Total	**546,89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En cuanto a la representatividad de la sensibilidad del medio socioeconómico y cultural en el área de intervención, la mayor extensión se presenta para la categoría moderada con el 60,16% (32,75 hectáreas), seguida del área de intervención baja con el 24,40% (13,28 hectáreas), continua la de sensibilidad alta con el 10,63% y finalmente sensibilidad muy alta con el 4,61% (2,51 hectáreas). En la Figura 6.9 se presenta la zonificación de la sensibilidad de este medio.

Figura 6.9 Sensibilidad del medio Socioeconómico y Cultural



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En cuanto a la importancia en el área de influencia, la mayor representatividad fue para la calificación alta con el 88,96% (491,97 hectáreas), seguida por la calificación moderada con el 9,80% (53,59 hectáreas) y la de importancia moderada con el 0,24% (1,32 hectáreas) (Tabla 6.115).

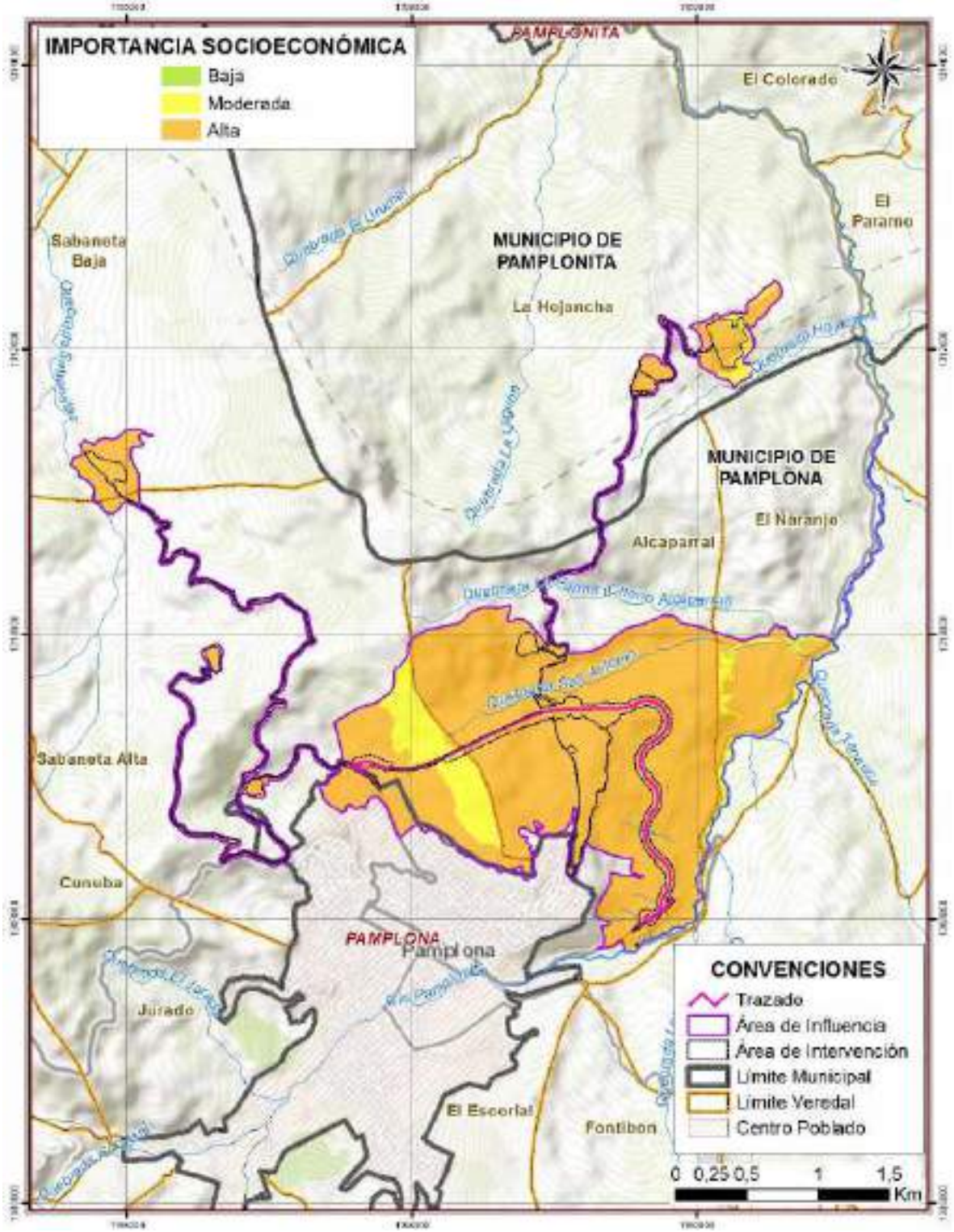
Tabla 6.115 Representatividad de la importancia para el medio socioeconómico y cultural

Categoría de Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Baja	1,32	0,24%	0,00	0,00%
Moderada	53,59	9,80%	1,78	3,27%
Alta	491,97	89,96%	52,67	96,73%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención las áreas de importancia alta representan el 96,73% de la extensión total con 52,67 hectáreas, seguida por las de importancia alta con el 3,27% (1,78 hectáreas). En la Figura 6.10 se muestra gráficamente los resultados de la zonificación de la importancia para el medio socioeconómico y cultural.

Figura 6.10 Importancia del medio Socioeconómico y Cultural



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el área de influencia, la relación sensibilidad/importancia (S/I) está mayormente representada por la categoría moderada, en donde se encuentra el 76,81% (420,04 hectáreas), seguida por la baja con el 9,74% (53,25 hectáreas) y alta con el 10,28% (56,22 hectáreas) (Ver Tabla 6.116).

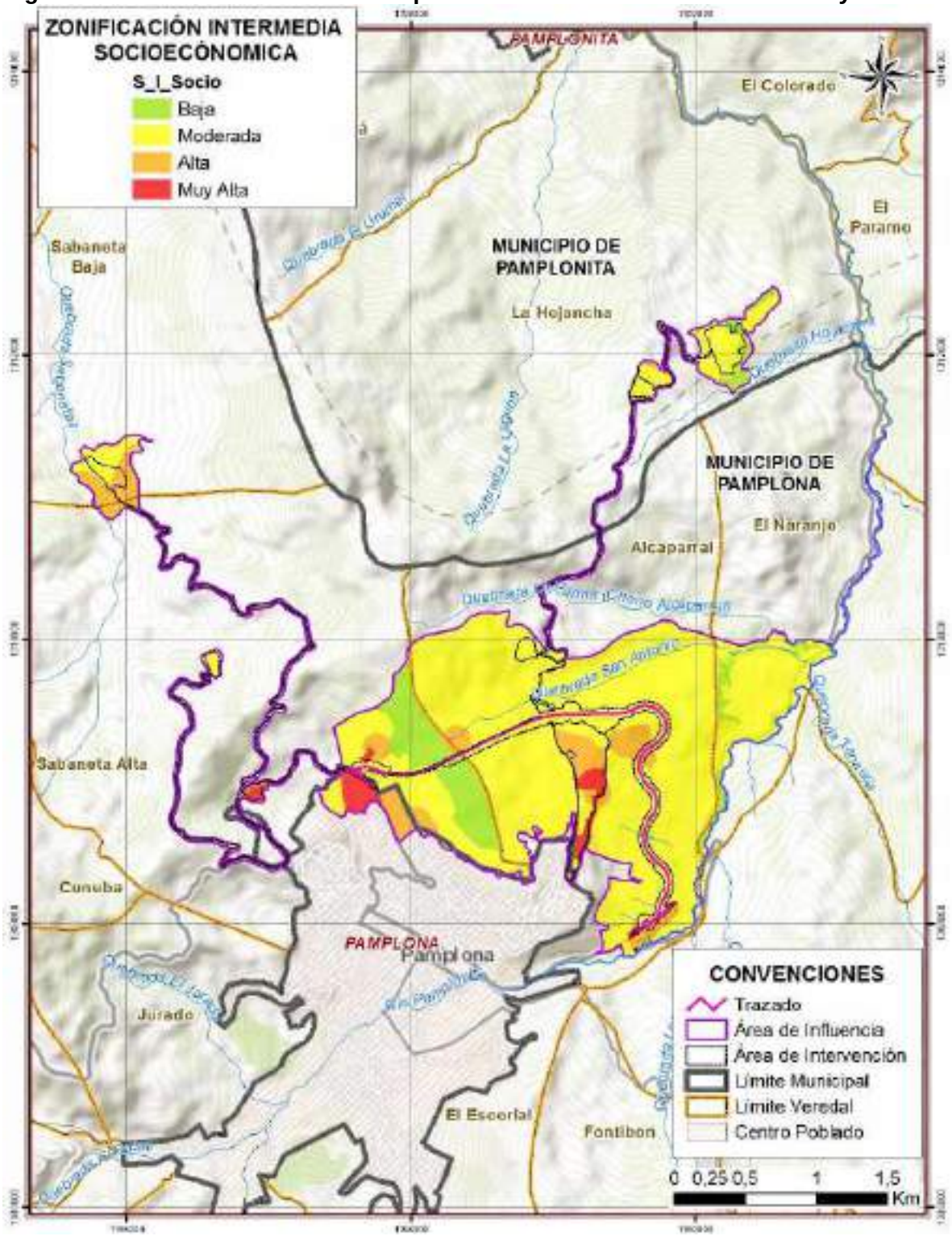
Tabla 6.116 Representatividad de la relación sensibilidad/importancia para el medio socioeconómico y cultural

Relación Sensibilidad - Importancia	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Baja	53,25	9,74%	1,78	3,27%
Moderada	420,04	76,81%	44,27	81,31%
Alta	56,22	10,28%	5,89	10,81%
Muy alta	17,37	3,18%	2,51	4,61%
Total	**546,89**	**100%**	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

En el área de intervención, las áreas de S/I moderada son las más extensas con 44,27 hectáreas, es decir, el 81,31%, seguida por la categoría alta con el 10,81% (5,89 hectáreas), continua la muy alta con el 4,61% (2,51 hectáreas) y finalmente las S/I con menor área, las ocupan la categoría baja con porcentaje de 3,27%. La salida gráfica de la zonificación del medio socioeconómico y cultural se muestra en la Figura 6.11.

Figura 6.11 Relación Sensibilidad/Importancia del medio Socioeconómico y Cultural



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.7 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL FINAL

La síntesis ambiental del área analiza la sensibilidad e importancia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, y los aspectos normativos y reglamentarios existentes en el área de influencia. Una vez son valorados de forma independiente, se integran a través de la relación sensibilidad/importancia para definir la zonificación ambiental del territorio.

6.7.1 Sensibilidad ambiental del proyecto

La Tabla 6.117 consolida la sensibilidad ambiental del territorio, definida a través de la integración de la sensibilidad de los medios.

Tabla 6.117 Representatividad de la sensibilidad ambiental

Sensibilidad Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	48,02	8,78%	7,65	14,05%
Alta	448,17	81,95%	42,73	78,48%
Muy Alta	50,69	9,27%	4,07	7,47%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de influencia del proyecto, las áreas más representadas fueron las de sensibilidad alta con el 81,95%, es decir, 448,17 hectáreas. A su vez, las áreas de sensibilidad moderada se extienden por 48,02 hectáreas, representando el 8,78%, mientras que las de sensibilidad muy alta representan el 9,27% del área, es decir, 50,69 hectáreas. No se presentan áreas de sensibilidad baja ni muy baja.

Para el área de intervención, las zonas con una sensibilidad alta representan el 78,48% del total (42,73 hectáreas), seguida por la de sensibilidad moderada con el 14,72% (8,17 hectáreas), y finalmente con menor área se encuentra con sensibilidad muy alta con el 7,30%, correspondiente a 4,05 hectáreas.

6.7.2 Importancia ambiental del proyecto

Para determinar la importancia ambiental total del área de influencia se partió de la importancia de cada uno de los medios y la importancia de los aspectos normativos y reglamentarios, la Tabla 6.118 muestra el resultado de la superposición temática, que arroja la totalidad del área con importancia ambiental alta.

Tabla 6.118 Representatividad de la importancia ambiental

Importancia Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	0,01	0,00%	0,00	0,00%

Importancia Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Alta	546,88	100,00%	54,44	100,00%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de influencia del proyecto, toda se clasifica con importancia alta 546,88 hectáreas. El área de intervención presenta el mismo comportamiento y toda se encuentra en la categoría de importancia alta, por lo que no se presentaron zonas con clasificación de importancia moderada y baja.

6.7.3 Síntesis ambiental global del área del proyecto

La zonificación ambiental para el área de influencia corresponde al resultado de la relación de la sensibilidad total con la importancia total, y se presentan de forma consolidad en la Figura 6.12 y en la Tabla 6.119 Zonificación ambiental del área del proyecto, donde se indican los diferentes grados de S/I.

En general, el área de influencia presenta un grado de relación S/I alto, con un 81,95%, que corresponde a 448,17 hectáreas, seguida relación S/I muy alta que representa el 9,27% del área de influencia (50,69 hectáreas) y con la menor área se encuentra la relación S/I moderada, ocupando 48,02 hectáreas, que corresponden a 8,78% de esta área.

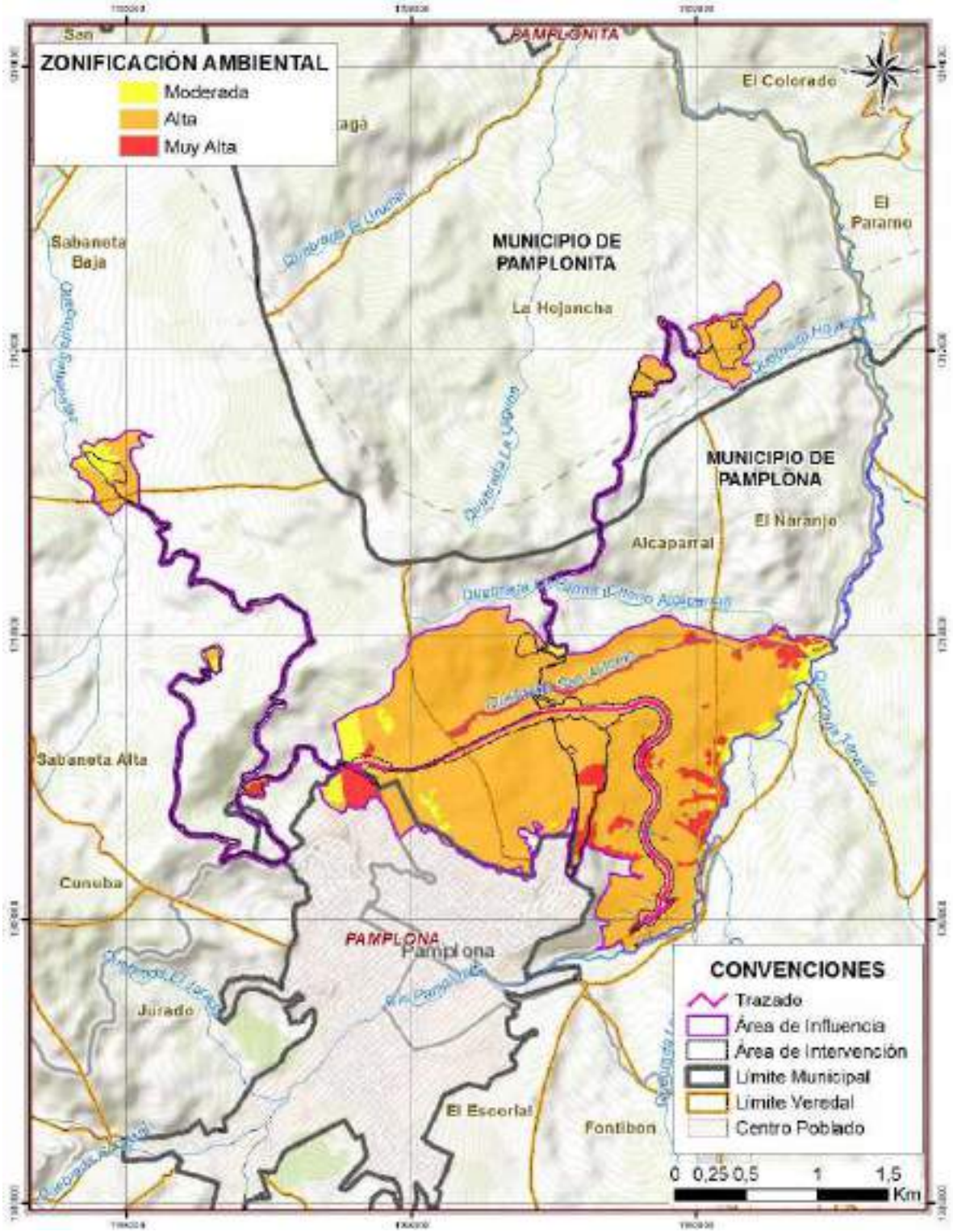
Tabla 6.119 Representatividad de la zonificación ambiental

Zonificación Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	48,02	8,78%	7,65	14,05%
Alta	448,17	81,95%	42,73	78,48%
Muy Alta	50,69	9,27%	4,07	7,47%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para el área de intervención, las zonas con grado de relación S/I alta representan el 78,48% del total (42,73 hectáreas), seguida por la de sensibilidad moderada con el 14,05% (7,65 hectáreas), y finalmente con menor área se encuentra con sensibilidad muy alta con el 7,47%, correspondiente a 4,07 hectáreas.

Figura 6.12 Zonificación Ambiental



Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS — Unión Vial Río Pamplonita, Una Compañía de Sacyr Concesiones — ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 1
7.1 AGUAS SUPERFICIALES 3
7.1.1 Demanda de agua para el proyecto 4
7.1.2 Fuente de abastecimiento 4
7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar 5
7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución 7
7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos . 9
7.1.5.1 Análisis de frecuencia de eventos extremos 11
7.1.5.1.1 Análisis de frecuencia de caudal máximo y mínimo 13
7.1.5.2 Estimación de caudales en los sitios de captación y vertimiento 15
7.1.5.3 Método de la curva de duración de caudales 18
7.1.5.3.1 Estimación de caudales ecológicos 21
7.1.5.3.2 Oferta hídrica disponible 22
7.1.5.4 Inventario y Cuantificación de usos y usuarios 22
7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS 25
7.3 VERTIMIENTOS 25
7.3.1 Vertimientos en cuerpos de agua 25
7.3.1.1 Determinación de caudales de fuentes receptoras 28
7.3.1.1.1 Caudal Receptor en el Río Pamplonita 28
7.3.1.1.2 Caudal Receptor en la Quebrada San Antonio 28
7.3.1.1.3 Capacidad Hidráulica de la Quebrada San Antonio 34
7.3.1.2 Determinación de caudal ambiental 40
7.3.1.2.1 Río Pamplonita (V-10) 40
7.3.1.2.2 Quebrada San Antonio (V13_1 y V13_2) 41
7.3.1.3 Actividades generadoras 42
7.3.1.4 Sistemas de tratamiento para vertimientos 43
7.3.1.4.1 Sistema de tratamiento del vertimiento V10 44
7.3.1.4.2 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-1 46
7.3.1.4.3 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-2 47
7.3.1.4.4 Aguas residuales domésticas 48
7.3.1.5 Caudal a verter, frecuencia y tiempo de descarga 48
7.3.1.6 Tipo de flujo de la descarga 49
7.3.1.7 Caracterización del vertimiento 49

7.3.1.8 Calidad de agua en la fuente receptora del vertimiento 53
7.3.1.8.1 Criterios de calidad del agua para diversos usos 53
7.3.1.8.2 Calidad de agua en el Río Pamplonita (V-10) 53
7.3.1.8.3 Calidad de agua en la Quebrada San Antonio (V13_1 y V13_2) 54
7.3.1.9 Modelación de los vertimientos (ADZ - Quasar) – Río Pamplonita 61
7.3.1.9.1 Prueba de trazadores 61
7.3.1.9.2 Longitud de influencia del vertimiento 62
7.3.1.9.3 Obtención de parámetros del modelo 64
7.3.1.10 Modelación del vertimiento (QUAL2KW) – Río Pamplonita 66
7.3.1.10.1 Segmentación del cuerpo de agua 67
7.3.1.10.2 Escenarios de modelación 68
7.3.1.10.3 Constantes cinéticas 69
7.3.1.10.4 Calibración 69
7.3.1.10.5 Modelación de parámetros hidráulicos 70
7.3.1.10.6 Modelación de parámetros fisicoquímicos 72
7.3.1.11 Modelación de los vertimientos (ADZ - Quasar) – Quebrada San Antonio 81
7.3.1.11.1 Pruebas de trazadores 81
7.3.1.11.2 Longitud de influencia del vertimiento 85
7.3.1.12 Modelación del vertimiento (QUAL2KW) – Quebrada San Antonio 90
7.3.1.12.1 Segmentación del cuerpo de agua 90
7.3.1.12.2 Modelación 92
7.3.1.13 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos – PGRMV 97
7.3.1.14 Evaluación Ambiental del vertimiento –EAV 98
7.3.2 Vertimiento en suelo 98
7.4 OCUPACIONES DE CAUCE 98
7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras 100
7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL 100
7.5.1 Área de aprovechamiento forestal 101
7.5.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos 103
7.5.1.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos por tipo de infraestructura 103
7.5.1.1.2 Ecosistemas terrestres intervenidos por Accesos a Zodmes 103
7.5.1.1.3 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de almacenamiento 104
7.5.1.1.4 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de Bahía 105
7.5.1.1.5 Ecosistemas terrestres intervenidos por Diseño de vía 106
7.5.1.1.6 Ecosistemas terrestres intervenidos por Polvorín 107
7.5.1.1.7 Ecosistemas terrestres intervenidos por Portales 107
7.5.1.1.8 Ecosistemas terrestres intervenidos por Vías industriales 108
7.5.1.1.9 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zodmes 108
7.5.1.1.10 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zonas de lavado 109
7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales 113
7.5.2.1 Estadígrafos por Ecosistema 116
7.5.2.2 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención 120
7.5.3 Censo forestal de ecosistemas antrópicos 121
7.5.3.1 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de ecosistema 121
7.5.3.2 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura 123
7.5.3.2.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes 123

7.5.3.2.2 Volumen de aprovechamiento forestal en Área de almacenamiento 124
7.5.3.2.3 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía 125
7.5.3.2.4 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín 126
7.5.3.2.5 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales 126
7.5.3.2.6 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales 126
7.5.3.2.6.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes 128
7.5.3.2.7 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía 129
7.5.3.3 Solicitud volumen de aprovechamiento forestal total 129
7.5.3.4 Volumen y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles a aprovechamiento forestal 130
7.5.3.5 Especies en amenaza, veda y/o endemismo en las áreas de intervención del proyecto 131
7.5.4 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal 132
7.5.5 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura) 132
7.5.5.1 Medidas de seguridad e higiene 132
7.5.5.2 Demanda de recursos 133
7.5.5.3 Planificación y orientación del aprovechamiento forestal 134
7.5.6 Destinación de Productos 136
7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES 136
7.6.1 Justificación 136
7.6.2 Metodologías de recolección 137
7.6.2.1 Fauna silvestre 137
7.6.2.1.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo 139
7.6.2.1.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ* 142
7.6.2.2 Especies de flora de hábito epífito, terrestre y/o rupícola 146
7.6.2.2.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo 147
7.6.2.2.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ* 150
7.6.3 Perfil de los profesionales 151
7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS 152
7.7.1 Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción 152
7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 154
7.8.1 Cantidades estimadas por la obra 155
7.8.2 Balance de masas para materiales de construcción 155
7.8.3 Localizacion de fuentes e materiales a utilizar en la UF1 156

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos 1
Tabla 7.2 Demanda de agua UF1 4
Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones 4
Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua 5
Tabla 7.5 Franja propuesta para la captación y caudal a solicitar 5
Tabla 7.6 Características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF1 8
Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua 9
Tabla 7.8 Características generales de la estación IDEAM, Don Juana Automática – 16017020 10
Tabla 7.9 Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno sobre el Rio Pamplonita 13
Tabla 7.10 Caudales mínimos en el rio Pamplonita para diferentes periodos de retorno 14
Tabla 7.11 Estimación de caudales máximos (m^3/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento 16
Tabla 7.12 Estimación de caudales mínimos (m^3/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento 17
Tabla 7.13 Estación hidrométrica de la zona de estudio 19
Tabla 7.14 Características morfométricas de la cuenca objeto de aprovechamiento 20
Tabla 7.15 Resumen de oferta de agua superficial en la franja objeto de aprovechamiento 22
Tabla 7.16 Inventario de vertimientos puntuales sobre el río Pamplonita 24
Tabla 7.17 Sitios Propuestos para Vertimientos 26
Tabla 7.18 Métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales máximos, medios y mínimos - Cuenca San Antonio (sector aferente a punto de vertimiento V13) 28
Tabla 7.19 Caudal máximo (L/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio) 29
Tabla 7.20 Caudal medio (L/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio) 29
Tabla 7.21 Caudal mínimo (L/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio) 29
Tabla 7.22 Aforos de caudal en la quebrada San Antonio – Punto V13 31
Tabla 7.23 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico 41
Tabla 7.24 Caudal Ambiental supuesto en el punto de vertimiento V13 teniendo en cuenta solo escorrentía superficial. 42

Tabla 7.25 Caudal Ambiental supuesto en el punto de vertimiento V13 teniendo en cuenta aporte de aguas subterráneas. 42
Tabla 7.26 Vertimientos UF1 43
Tabla 7.27 Características de la trampa de grasa 44
Tabla 7.28 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción) 48
Tabla 7.29 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra 50
Tabla 7.30 Datos de muestreo de parámetros in situ para aguas de infiltración del túnel de Pamplona. 50
Tabla 7.31 Parámetros representativos in situ para aguas de infiltración del túnel de Pamplona. 51
Tabla 7.32 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1 52
Tabla 7.33 Parámetros in Situ en corriente receptora – Río Pamplonita 53
Tabla 7.34 Parámetros in Situ en corriente receptora – Quebrada San Antonio 54
Tabla 7.35 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos 55
Tabla 7.36 Resultados de laboratorio para el Río Pamplonita 56
Tabla 7.37 Resultados de laboratorio complementarios para el Río Pamplonita 58
Tabla 7.38 Resultados de laboratorio para la quebrada San Antonio 59
Tabla 7.39 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del rio Pamplonita 61
Tabla 7.40 Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores 62
Tabla 7.41 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada Cesp aguas abajo del vertimiento 63
Tabla 7.42 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita 64
Tabla 7.43 Resultados de longitud de influencia del vertimiento sobre el río Pamplonita. 66
Tabla 7.44 Escenarios de modelación para el Río Pamplonita 68
Tabla 7.45 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita 75
Tabla 7.46 Registros de Prueba de Trazadores en el Punto 3 82
Tabla 7.47 Registros de Prueba de Trazadores en el Punto 8 83
Tabla 7.48 Velocidades de sedimentación medidas para diferentes tipos y tamaños de partículas 86
Tabla 7.49 Cálculo de la fracción dispersiva a partir de prueba de trazadores. 87
Tabla 7.50 Puntos de Control Quebrada San Antonio 91
Tabla 7.51 Valores de entrada al modelo en la cabecera para Escenario 1. 92
Tabla 7.52 Segmentación del cauce para modelación 93
Tabla 7.53 Escenarios de modelación para la quebrada San Antonio 94
Tabla 7.54 Listado de obras menores – UF1 99
Tabla 7.55 Infraestructura proyectada 101
Tabla 7.56 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto 103
Tabla 7.57 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes 104
Tabla 7.58 Ecosistemas intervenidos por Área de almacenamiento 105
Tabla 7.59 Ecosistemas intervenidos por Área de Bahía 105
Tabla 7.60 Ecosistemas intervenidos por Diseño de vía 107
Tabla 7.61 Ecosistemas intervenidos por Polvorín 107

Tabla 7.62 Ecosistemas intervenidos en Portales 107
Tabla 7.63 Ecosistemas intervenidos por Vías industriales 108
Tabla 7.64 Ecosistemas intervenidos por Zodmes 108
Tabla 7.65 Ecosistemas intervenidos por Zonas de lavado 109
Tabla 7.66 Área de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura por tipo de ecosistema 110
Tabla 7.67 Parámetros estadísticos 113
Tabla 7.68 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto 114
Tabla 7.69 Unidades de parcelas de muestreo 114
Tabla 7.70 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 116
Tabla 7.71 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 117
Tabla 7.72 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 118
Tabla 7.73 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 119
Tabla 7.74 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 120
Tabla 7.75 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención 121
Tabla 7.76 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados 122
Tabla 7.77 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes 123
Tabla 7.78 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento 124
Tabla 7.79 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía 125
Tabla 7.80 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín 126
Tabla 7.81 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales 126
Tabla 7.82 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales 128
Tabla 7.83 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes 128
Tabla 7.84 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía 129
Tabla 7.85 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado 129
Tabla 7.86 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles de aprovechamiento forestal 130
Tabla 7.87 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto 131
Tabla 7.88 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre 137
Tabla 7.89 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación 139
Tabla 7.90 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular 146
Tabla 7.91 Especies de flora epífita, terrestre y/o rupícola en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado 147
Tabla 7.92 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares 150
Tabla 7.93 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes 151
Tabla 7.94 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción 153
Tabla 7.95 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo con la legislación

colombiana 153
Tabla 7.96 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo.... 154
Tabla 7.97 Cantidades estimadas para la unidad funcional 155
Tabla 7.98 Balance de masas fuentes de materiales de terceros 155

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque 7
Figura 7.2 Ubicación de áreas de almacenamiento temporal del agua y tratamiento 8
Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas 11
Figura 7.4 Caudales máximos en el rio Pamplonita para diferentes Tr 14
Figura 7.5 Caudales mínimos en el rio Pamplonita para diferentes Tr 15
Figura 7.6 Caudales máximos para diferentes Tr -sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita 17
Figura 7.7 Caudales máximos para diferentes Tr – sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita 18
Figura 7.8 Curva de duración de caudales de corrientes 19
Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana 20
Figura 7.10 CDC sitio de aprovechamiento sobre río Pamplonita 21
Figura 7.11 Localización de los puntos de vertimiento UF1 27
Figura 7.12 Cuenca aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio) 29
Figura 7.13 Planta perfil hidrogeológica del área aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio) 33
Figura 7.14 Tramo asociado a punto de vertimiento V13 (1 y 2) – Quebrada San Antonio 35
Figura 7.15 Caudales (m^3/s) para los escenarios de caudal mínimo, medio y máximo (Tr.100años) con y sin vertimiento, Quebrada San Antonio – Punto de vertimiento V13 .. 35
Figura 7.16 Sección transversal "20" 36
Figura 7.17 Sección transversal “19” 36
Figura 7.18 Sección transversal "16" 37
Figura 7.19 Sección transversal "12" 37
Figura 7.20 Sección transversal "10" 38
Figura 7.21 Sección transversal "4" 38
Figura 7.22 Sección transversal "2" 39
Figura 7.23 Lámina de agua y profundidad Escenario: Qmax(Tr100) + Caudal V13 40
Figura 7.24 Esquema de secado de lodos 45
Figura 7.25 Sitio de tratamiento del vertimiento V10 45
Figura 7.26 Sitio de Tratamiento del agua de industriales de túnel- V13 47
Figura 7.27 Unidades Sanitarias Portátiles 48
Figura 7.28 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V10 65
Figura 7.29 Segmentación del Cuerpo de Agua 68
Figura 7.30 Esquematización del modelo hidráulico de Manning 69
Figura 7.31 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita 70
Figura 7.32 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita 71

Figura 7.33 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita..... 71
Figura 7.34 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita..... 73
Figura 7.35 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita..... 74
Figura 7.36 Detritus para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita 76
Figura 7.37 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita 77
Figura 7.38 DBO ultima para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita 78
Figura 7.39 Nitrogeno total kjeldahl para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita.. 79
Figura 7.40 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita..... 80
Figura 7.41 Gráfico de pruebas de trazadores en la quebrada San Antonio punto V13 ... 85
Figura 7.42 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V13_1 88
Figura 7.43 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V13_2 89
Figura 7.44 Esquema de medición del cuerpo agua superficial 91
Figura 7.45 Vista de datos ingresados al software Qual2Kw..... 93
Figura 7.46 Esquema de segmentación del cauce presentado en base de Google Earth 94
Figura 7.47 Gráficos de corrida del Qual2Kw para principales parámetros de la quebrada San Antonio. 95
Figura 7.48 Área de intervención del proyecto..... 102

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C11 6
Fotografía 7-2.. Aforo de caudal en el Punto V-13 sobre la quebrada San Antonio 30
Fotografía 7-3. Prueba de trazadores 82
Fotografía 7-4. Toma de muestras para laboratorio 84
Fotografía 7-5. Segundo y tercer aforo de Caudales 90

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En el presente capítulo se relacionan los permisos, autorizaciones y/o concesiones que se requieren para construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona. Los respectivos permisos serán tramitados por la Concesión Unión Vial Río pamplonita S.A.S ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Adicionalmente y de acuerdo con la Ley 373 de 1997, "Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico" y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, en el presente Estudio de Impacto Ambiental se presenta el programa de ahorro y uso eficiente del agua, teniendo en cuenta que se solicitaran concesiones de agua superficial para el proyecto (Ver Anexo 7, A - Captaciones - Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua – PAUEA).

La Tabla 7.1 muestra el resumen de los permisos por uso o aprovechamiento de recursos que requiere la construcción de la doble calzada Pamplona Cúcuta. En el desarrollo de este capítulo se presenta una caracterización detallada de los recursos naturales que demandará el proyecto y los cuales serán utilizados, aprovechados o afectados durante todas las fases de este, con el fin de solicitar los respectivos permisos, los cuales se presentan diligenciados en el Anexo 7 Permisos ambientales.

Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte				
Captación del recurso hídrico						
C11	1159590,269 1159593,987 1159592,450 1159588,108 1159584,653 1159589,421 1159590,269	1307799,218 1307796,500 1307794,503 1307788,464 1307790,887 1307797,914 1307799,218	Alcaparral	Lote el Naranjo	Río Pamplonita	2,57
Vertimientos en cuerpos de agua						
ID	**Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá**		**Vereda**	**Predio**	**Fuente**	**Caudal (l/s)**
	Este	**Norte**				
V10	1159590,60	1307798,65	Alcaparral	Lote el Naranjo	Río Pamplonita	0,6
V13-1	1159173,78	1309627,90	Alcaparral	Alcaparral	Quebrada San Antonio	2,2
V13-2	1159161,94	1309618,69	Alcaparral	Alcaparral	Quebrada San Antonio	23,0
Ocupaciones de cauce						

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte				
Tipo de obra: Alcantarilla						
ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		PK	Vereda	Predio	Fuente	Caudal adoptado (l/s)
	Este	Norte					
OC_00+100	1159615,94	1307972,55	K0+100	Alcaparral	Predio Rural Lote No 2	NN-25	1,442
	1159615,67	1307972,22					
	1159624,77	1307964,6					
	1159625,01	1307964,89					
	1159628,61	1307961,87					
	1159628,48	1307961,71					
	1159626,4	1307961,11					
	1159626,28	1307960,95					
	1159623,6	1307963,2					
	1159623,84	1307963,5					
	1159614,74	1307971,12					
	1159614,46	1307970,79					
	1159612,93	1307972,07					
	1159614,41	1307973,83					
OC_56+325	1159707,51	1308028,26	K56+325	Alcaparral	Los Adioses	NN-25-1	0,449
	1159707,12	1308028,04					
	1159717,35	1308009,83					
	1159717,7	1308010,03					
	1159720,4	1308005,23					
	1159718,73	1308004,29					
	1159716,04	1308009,09					
	1159716,39	1308009,29					
	1159706,15	1308027,5					
	1159705,77	1308027,29					
	1159704,79	1308029,03					
	1159706,54	1308030,01					
OC_57+030	1159649,87	1308639,95	K57+030	Alcaparral	El Pedregal Alcaparral	NN-27-1-1	1,894
	1159650,07	1308640,27					
	1159652,78	1308638,57					
	1159651,62	1308636,7					
	1159648,91	1308638,39					
	1159649,11	1308638,72					
	1159638,08	1308645,61					
	1159638,03	1308645,34					
	1159636,06	1308645,7					
	1159636,47	1308647,96					
	1159638,44	1308647,61					

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda		Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte					
	1159638,35	1308647,14					
OC_56+840	1159700,99	1308473,13	K56+840	Alcaparral	El Pedregal Alcaparral	NN-27	2,261
	1159700,76	1308473,43					
	1159705,83	1308477,25					
	1159707,06	1308475,42					
	1159702,09	1308471,68					
	1159701,86	1308471,99					
	1159684,00	1308458,54					
	1159684,23	1308458,23					
	1159684,07	1308458,11					
	1159683,73	1308457,17					
	1159683,55	1308457,24					
	1159680,74	1308459,58					
	1159680,72	1308459,78					
	1159682,72	1308459,91					
	1159682,88	1308460,03					
	1159683,13	1308459,69					
OC_V156	1155899,32	1311068,14	-	Pamplona	Sabaneta Baja	Sabanetas-14	1,417
TIPO DE ÁREA						**Aprovechamiento Forestal (m^3)**	
Áreas Naturales							
Área (Ha)			2,48			55,69	
Áreas Antrópicas						**Aprovechamiento Fo1restal (m^3)**	
No árboles			1367			699,94	
TOTAL						**745,93**	

Fuente: Sacyr, 2018

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

Las actividades por desarrollar en el proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, requieren del aprovechamiento del recurso hídrico para el abastecimiento de agua de consumo industrial, así:

Riego de vías en época de sequía, compactación de terraplenes, obras civiles, lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto.

Es importante aclarar que durante la etapa constructiva no se prevé la instalación de zonas de campamentos, plantas de trituración/asfalto, por lo tanto, no se relaciona consumo de agua para uso doméstico y/o para otros usos industriales de origen superficial. Se utilizarán sanitarios portátiles.

Teniendo en cuenta lo anterior, se solicita permiso de captación el cual se describirá en el numeral 7.1.1 y siguientes.

7.1.1 Demanda de agua para el proyecto

El recurso hídrico captado para obras civiles no será empleado en aquellas actividades u obras en las que la calidad influya. Es de anotar que las obras serán ejecutadas bajo especificaciones técnicas aplicables.

Con base en la información relacionada en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto del presente estudio, se realizó el cálculo de la demanda de agua para el proyecto, tal como se presenta en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Demanda de agua UF1

Unidad Funcional	Demanda de agua			
	Tipo	Uso	m^3/s	l/s
UF1 36 meses de etapa constructiva	Industrial	Riego de vías, compactación de terraplenes, uso industrial (obras civiles), lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto, obras civiles relacionadas con el túnel.	0,00257	2,57

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La captación de agua se solicita para la etapa constructiva que tendrá una duración de 3 años aproximadamente, por lo tanto, el consumo de agua para uso industrial será de 2,57 l/s, teniendo en cuenta que se prevé captar durante 18 horas del día y por 25 días al mes.

A continuación, se especifica la destinación del uso del agua solicitada a captar por el proyecto, en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones

Tipo de uso	Caudal destinado (l/seg)	Porcentaje de destinación
Riego de vías y humectación de material vegetal	1,67	65%
Compactación de Terraplenes	0,22	8.5%
Obras civiles	0,33	12.8%
Obras civiles relacionadas con el Túnel UF 1	0,35	13.7%
Total	**2,57**	**100%**

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.1.2 Fuente de abastecimiento

Se estima captar del río Pamplonita, el volumen de agua necesario para uso industrial; por lo cual, en el marco del presente estudio de impacto ambiental, se solicita permiso de captación según la información que se presenta en los siguientes numerales.

En la Tabla 7.4 se presenta la información relacionada con la fuente de abastecimiento de agua y la cuenca a la cual pertenece.

Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica
Caribe (1)	Catatumbo (16)	Río Pamplonita (1601)

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar

Como se mencionó anteriormente, se solicita captación del río pamplonita para uso industrial, en una franja de 0,004961 ha. En la Tabla 7.5 se especifica el polígono de captación.

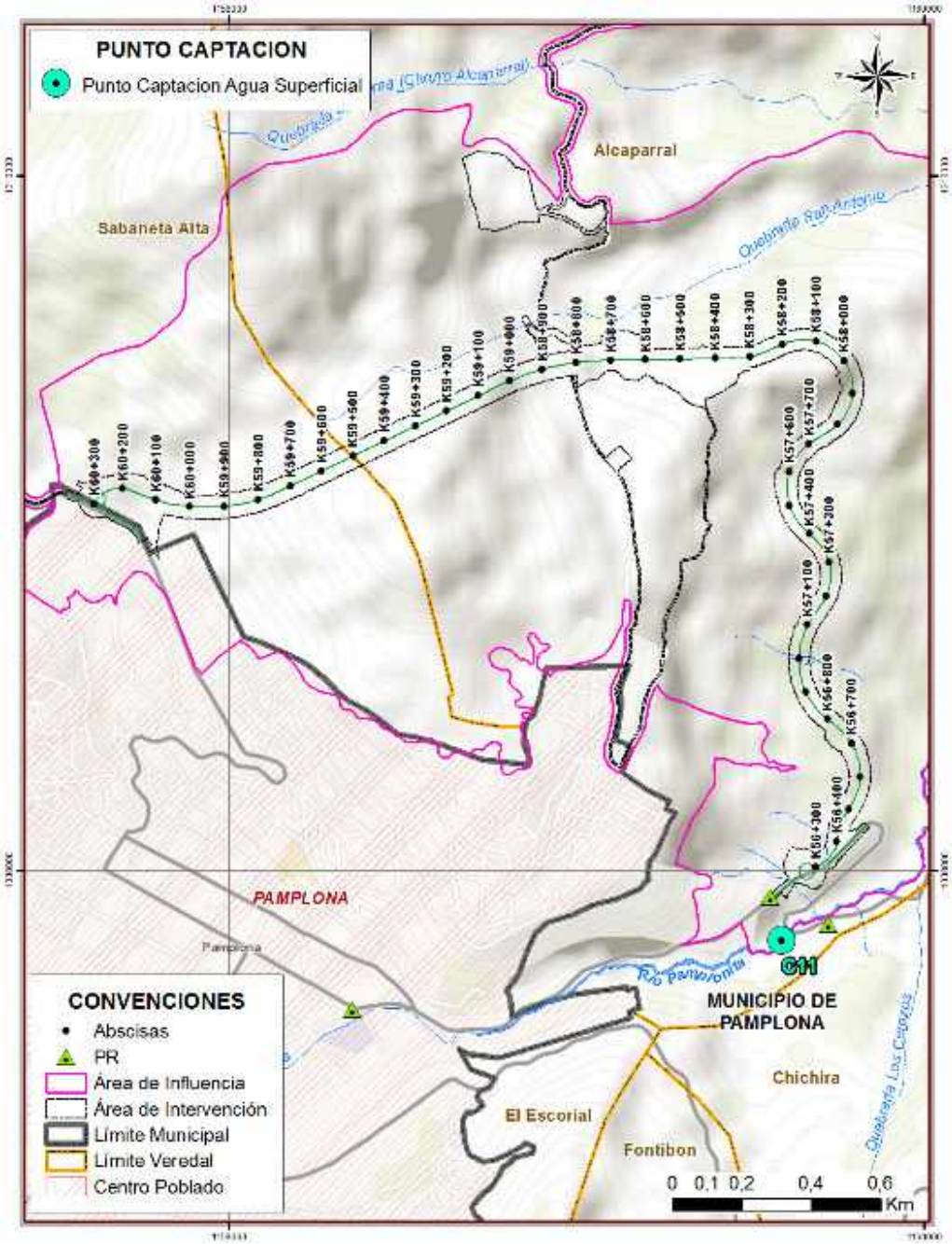
Tabla 7.5 Franja propuesta para la captación y caudal a solicitar

Id	Nombre de la fuente pues	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Municipio	Uso	Caudal a Solicitar (l/s)
		Este	Norte		Industrial	Industrial
C11	Río Pamplonita	1159590,269	1307799,218	Pamplona	X	2,57
		1159593,987	1307796,500			
		1159592,450	1307794,503			
		1159588,108	1307788,464			
		1159584,653	1307790,887			
		1159589,421	1307797,914			
		1159590,269	1307799,218			

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El acceso a la franja de captación C11 (Fotografía 7.1), localizada sobre el río Pamplonita, se hará a través del predio Lote El Naranjo, propiedad de Belsy Contreras Parada, localizado en la vereda Alcaparral del municipio de Pamplona.

Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C11

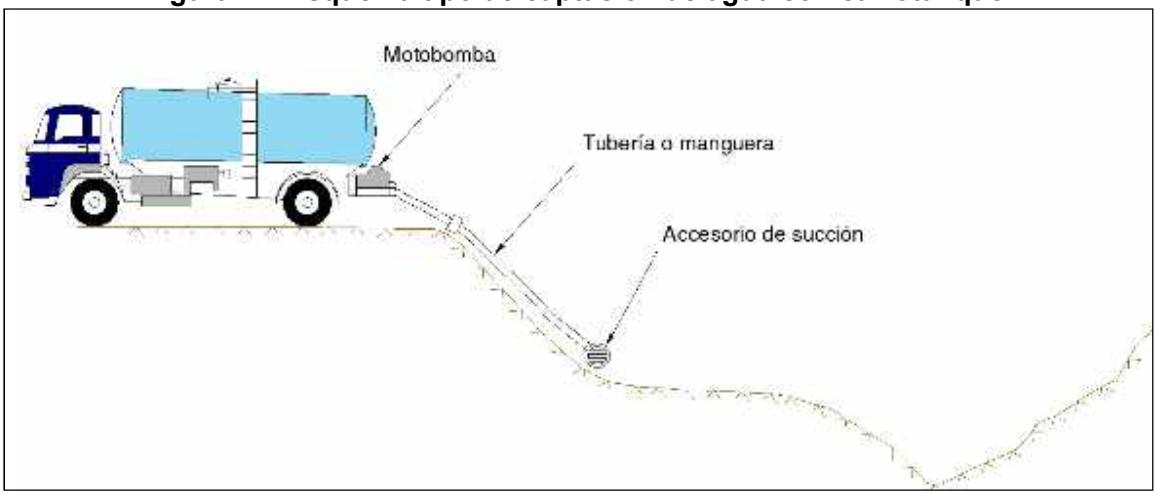


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución

La captación de agua se realizará a través de carrotanque y/o cisterna (Figura 7.1), el cual tendrá una motobomba instalada y una manguera o tubería, la cual irá directamente a la corriente de agua. Dicha tubería o manguera contará con un accesorio en el extremo de succión que impedirá la entrada de material de arrastre.

Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque



Fuente: Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los carrotanques que se usen para el transporte de agua hasta los sitios de utilización o frentes de obra no ingresarán por ningún motivo a la fuente superficial en la cual se solicita el permiso. Durante el proceso de captación, los vehículos se ubicarán fuera del cauce con el fin de prevenir la alteración de las características del recurso hídrico y afectación del talud de cauce (ver Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-9 Manejo de Fuentes Hídricas).

Los sistemas de conducción o transporte llevarán el agua directamente a los frentes de trabajo que requieran su uso y al punto de almacenamiento temporal que se ubicará en la zona de lavado y parqueo y/o área de almacenamiento (Figura 7.2).

Previa a la iniciación de actividades de captación se deberá realizar la limpieza correspondiente al tanque, una vez limpio se procederá al llenado para hacer el transporte hasta el almacenamiento temporal.

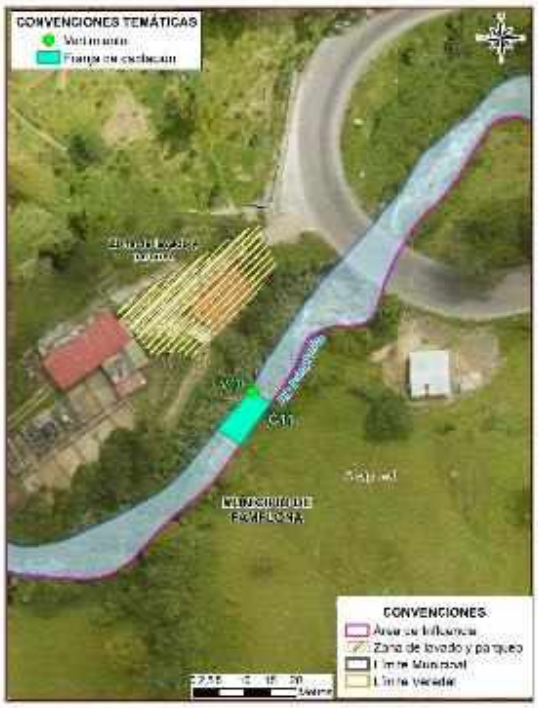
Los carrotanques utilizados para el transporte de agua no podrán realizar cargue de otras sustancias (químicos, agua residual doméstica y no domésticos, combustibles, entre otros), que pueda causar deterioro de la calidad del agua o contaminación de esta.

Se captará estrictamente el caudal requerido para cada actividad. Esto se realizará a través de una bitácora en la cual se registrará el volumen captado por día. Cabe anotar que el agua que no sea utilizada se almacenará para posterior uso.

A continuación, en la Figura 7.2 se presenta la ubicación de las áreas establecidas para el almacenamiento temporal del agua. En la figura se visualizan en achurado amarillo.

De esta manera, el tanque de almacenamiento de la C11 tiene prevista su localización dentro de la zona de lavado y parqueo y el tanque asociado a las aguas producto de la infiltración del túnel estará localizado dentro del área de almacenamiento del portal norte del túnel. También en estas áreas están ubicados los sistemas de tratamiento.

Figura 7.2 Ubicación de áreas de almacenamiento temporal del agua y tratamiento



Zona de lavado y parqueo en el V10

Área de almacenamiento en el V13

Fuente: Sacyr, 2018.

Para el almacenamiento temporal del agua se instalarán tanques de almacenamiento debidamente señalizados y cumplirán las siguientes características.

Tabla 7.6 Características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF1

Característica	Descripción
Seguridad	El tanque debe estar localizado en terrenos no susceptibles de deslizamientos o inundaciones. Además, debe ser estable con respecto a la calidad del suelo de cimentación y a fallas de origen geotécnico o geológico.

Facilidad de mantenimiento	El tanque debe estar de tal forma que se puedan realizar labores de mantenimiento con el mínimo de interrupciones, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones: • Para el nivel bajo de complejidad puede tener un solo compartimiento. • El tanque debe estar provisto de válvulas para el cierre de las tuberías de entrada, de las tuberías de salida. • Los dispositivos para el cierre de las tuberías de entrada y salida deben estar señalizados de acuerdo con el código de colores para tubería y válvulas. • El tanque debe prever la forma y facilidad de mantenimiento
Restricción de acceso	Deben tomarse las medidas de seguridad necesarias mediante cercados, vías de acceso restringidas, vigilancia o cualquier otra forma, para evitar el acceso de personas extrañas.
Localización del tanque	La ubicación de los tanques debe tener en cuenta lo siguiente: Si el tanque es enterrado o semienterrado, debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, tales como tanques sépticos, depósitos de basuras, letrinas, sumideros, entre otros. Todos los tanques deben tener cubierta.
Materiales	El material del tanque debe resistir las fuerzas causadas por el empuje de tierra y de flotación, en el caso de tanques enterrados o semienterrados, cuando el tanque se encuentre desocupado.
Impermeabilización	Las paredes y el fondo deben ser impermeables y el material expuesto al agua debe ser resistente a los ataques químicos y a la corrosión.
Ventilación	Deben proveerse ductos de ventilación que permitan la entrada y salida fuente de aire, con una malla de 5 mm para evitar la entrada de insectos; en caso de que éstos sean de PVC, debe usarse la norma técnica NTC 1260.

Fuente: (Sacyr, 2016)

Los tanques de almacenamiento que se usarán corresponden a tanques multiuso que permitirán tener constante flujo de agua, de fácil limpieza, resistentes a la exposición solar y a impactos. A continuación, se presentan algunas características del tanque mencionado.

Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua

Características	Tanque agua industrial
Capacidad	5000 L
Diámetro	228 cm
Altura	174 cm
Peso	113,6 kg

Fuente: (Sacyr, 2016)

7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos

Análisis de caudales máximos y mínimos para diferentes periodos de retorno en el punto y franja donde se realizará el vertimiento y la captación para el desarrollo de las actividades de la UF1

Las características físicas de las cuencas hidrográficas condicionan, junto con las variables hidroclimatológicas el comportamiento de su régimen de escorrentía, que se manifiesta en las características de los hidrogramas anuales y de crecientes. En consecuencia, el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que

gobiernan las relaciones entre precipitación y escorrentía en una cuenca en particular (Chow, et al, 1988). Los modelos empleados en las estimaciones hidrológicas se apoyan en esta relación causal y por consiguiente en los parámetros morfométricos de las cuencas. Estas características están referidas a la forma, relieve y red de drenaje de la corriente principal que drena la zona los que permiten conocer la variación en el espacio del régimen hidrológico de las quebradas en estudio.

Dando cumplimiento a los lineamientos de los términos de referencia para elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, para el sitio propuesto para la captación de agua y vertimiento en el río Pamplonita, fueron determinadas las características necesarias para definir los caudales mínimos y máximos de la cuenca hasta el punto para los periodos de retorno (1.33, 2 y 5, 10, 25, 50 y 100 años). La cuenca hasta el sitio propuesto no cuenta con instrumentación. La estación hidrológica más cercana corresponde a Don Juana Automática, código 16017020 ubicadas aguas abajo en el río Pamplonita a una distancia aproximada de 36,85 km, cuenta con registros desde el año 1972 hasta la actualidad, las características generales de la estación se muestran en la Tabla 7.8

Tabla 7.8 Características generales de la estación IDEAM, Don Juana Automática – 16017020

Nombre	LA DONJUANA AUTOMATICA
Altitud	730
Tipo	AUT
Clase	HMT
Categoría	HA
Estado	ACT
Corriente	PAMPLONITA
Departamento	NORTE DE SANTANDER
Municipio	CHINÁCOTA
Fecha instalación	15/08/1972
Este	1162420,394
Norte	1342189,712

Fuente: Aecom - ConCol. 2018, Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá

En la Figura 7.3 se muestra la localización de las estaciones hidrométricas de la zona de estudio.

Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas

Fuente: Google Earth. 2018

7.1.5.1 Análisis de frecuencia de eventos extremos

Este método está basado en el hecho de que la magnitud de un evento hidrológico puede expresarse como la media de la serie de observaciones realizadas más un cierto valor el cual está en función de la desviación estándar de la serie, es decir:

$$x_T = \mu + K_T \sigma$$

Donde,

x_T = magnitud del evento hidrológico
μ = media de la serie hidrológica
σ = desviación estándar de la serie hidrológica
K_T = factor de frecuencia

De esta forma se puede determinar fácilmente la magnitud x_T de un evento hidrológico extremo y su periodo de retorno asociado T.

El factor de frecuencia K_T depende del periodo de retorno T y de la distribución que sigue la serie hidrológica. A continuación, se describe como se debe calcular dicho parámetro.

- *Distribución Normal*

El valor de K_T correspondiente a una probabilidad de excedencia de p ($p = \frac{1}{T}$) puede calcularse encontrando el valor de una variable intermedia w:

$$w = \left[\ln\left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (0 < p \leq 0.5)$$

y luego calculando K_T utilizando la aproximación

$$K_T = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Cuando p>0.5, 1-p es utilizado en lugar de p y al valor de K_T se le asigna un signo negativo.

– *Distribución LogNormal*

Para la distribución LogNormal, se aplica el mismo procedimiento excepto que este se aplica a los logaritmos de la serie hidrológica.

$$y_T = \mu_y + K_T \sigma_y$$

Donde:

y_T = log x_T
μ_y = media de la serie hidrológica de logaritmos
σ_y = desviación estándar de la serie hidrológica de logaritmos
K_T = factor de frecuencia

El factor de frecuencia se calcula de la misma manera que para la distribución normal.

Una vez se conozca el valor de y_T, este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– *Distribución Log Pearson Tipo III*

En esta distribución también se trabaja con los logaritmos de la serie original.

$$K_T = z + \left(z^2 - 1\right)k + \frac{1}{3}\left(z^3 - 6z\right)k^2 - \left(z^2 - 1\right)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Con

$$k = \frac{C_s}{6}$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

$$w = \left[\ln\left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (0 < p \leq 0.5)$$

$$p = \frac{1}{T}$$

Donde

C_s = coeficiente de asimetría de la serie hidrológica de logaritmos
T = Periodo de retorno en consideración (años)

Una vez se conozca el valor de y_T, este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– *Distribución de Valor Extremo o Gumbel*

Para este tipo de distribución se tiene lo siguiente:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left\{ 0.5772 + \ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

Donde

T = Periodo de retorno en consideración (años) (Chow et al., 1994)

7.1.5.1.1 Análisis de frecuencia de caudal máximo y mínimo

La información de caudales máximos anuales de cada estación fue procesada mediante software especializado, con los resultados que se indican en la Tabla 7.9 y Tabla 7.10.

De acuerdo con los resultados de la prueba Chi-cuadrado, la función teórica de probabilidad que más se ajustó para los caudales máximos fue la distribución Gumbel, cuyos resultados para los periodos de retorno de 1,33, 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años se resumen en la Tabla 7.9.

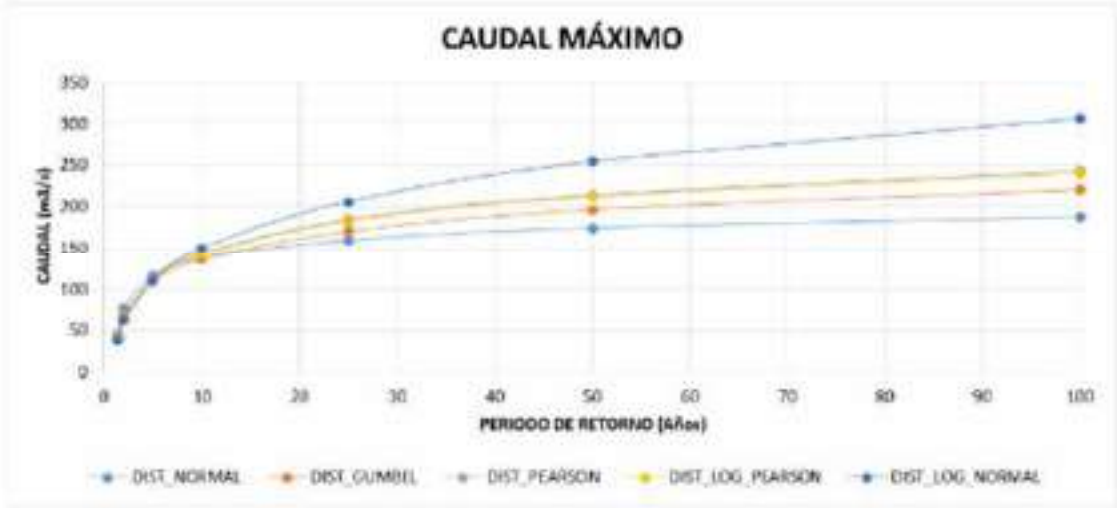
Tabla 7.9 Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno sobre el Rio Pamplonita

Periodo de retorno - Tr	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1.33	44,5	43,1	39,5	39,3
2	76,6	68,3	64,7	62,5
5	116	109	112	111
10	137	136	144	150
25	159	170	184	206
50	174	196	214	254
100	187	221	243	306
PRUEBA CHI CUADRADO	10	4,68	5,09	5,91

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Con base en los resultados obtenidos, se graficaron los caudales máximos calculados según la distribución de probabilidad de mayor ajuste versus el tiempo de retorno (T) para cada una de las estaciones de la zona de estudio. En la Figura 7.4 se muestran las gráficas de los caudales máximos calculados.

Figura 7.4 Caudales máximos en el rio Pamplonita para diferentes Tr



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

De igual manera para los caudales mínimos, el procedimiento generó los resultados que se indican en la Tabla 7.10. En este caso el método finalmente adoptado corresponde al que genera resultados con la distribución Tipo Gumbel, la representación gráfica se muestra en la Figura 7.5.

Tabla 7.10 Caudales mínimos en el rio Pamplonita para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1,33	3,25	3,15	3,16	3,3
2	2,48	2,31	2,36	2,55
5	1,53	1,51	1,54	1,52
10	1,03	1,17	1,17	1,06
25	0,495	0,855	0,816	0,661
50	0,151	0,67	0,615	0,467
100	-0,158	0,516	0,449	0,332
PRUEBA CHI CUADRADO	6,73	5,5	5,91	11,23

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.5 Caudales mínimos en el rio Pamplonita para diferentes Tr

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.2 Estimación de caudales en los sitios de captación y vertimiento

En la mayoría de los proyectos que se requiere evaluar variables hidrológicas no se tiene un buen cubrimiento de la red hidrometereológica, por lo que es necesario recurrir a métodos de proyección o extensión de caudales a partir de información pluviométrica e hidrométrica.

- **Transposición de caudales (INVIAS, 2009)**

Es posible que la estación hidrométrica sobre la corriente objeto de aprovechamiento no se

encuentre exactamente en el sitio de proyecto de la obra de drenaje vial, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación. Se pueden transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje, así:

$$Q_{SP} = Q_{EH} \times \left(A_{SP} / A_{EH} \right)^{\times}$$

Donde:

Q_{SP}: Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).
Q_{EH}: Caudal en la estación hidrométrica, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).
A_{SP}: Área hoya hidrográfica hasta el sitio de proyecto, en kilómetros cuadrados (km^2).
A_{EH}: Área hoya hidrográfica hasta la estación hidrométrica, en kilómetros cuadrados (km^2).

El exponente x es un valor que fluctúa usualmente entre 0.5 y 0.75. A falta de datos de investigación, se toma un valor igual a 0.5.

- **Cálculo de caudales - Transposición**

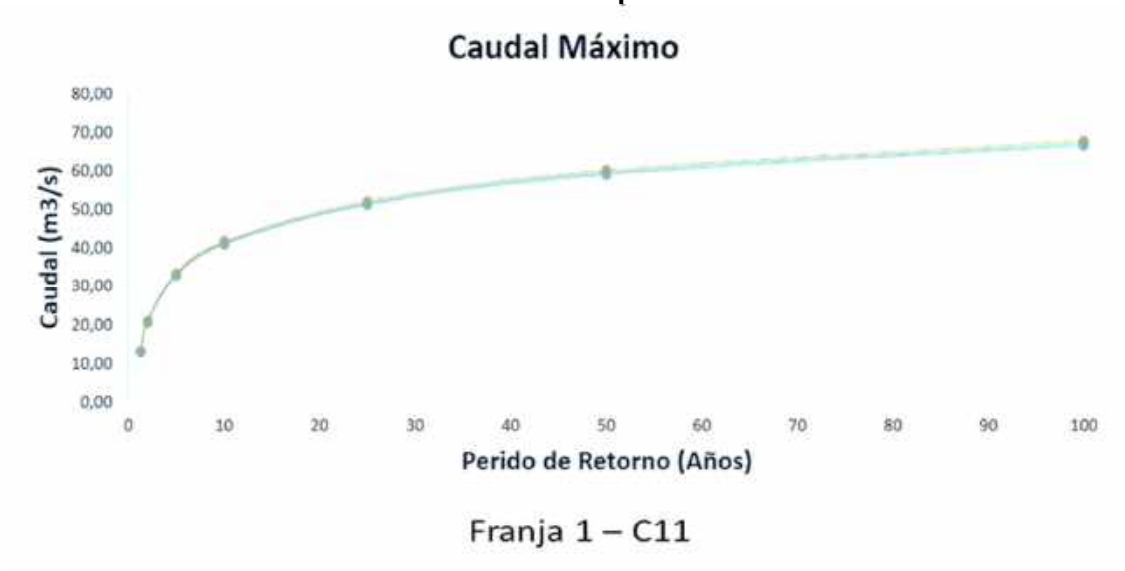
Aplicando el método anteriormente descrito, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 7.11 y Tabla 7.12, para caudales máximos y caudales mínimos en el sitio de captación y vertimiento sobre el río Pamplonita respectivamente. De igual manera las Figura 7.6 y Figura 7.7 representan los resultados de probabilidad transpuestos para el sitio de captación y vertimiento en esta corriente.

Tabla 7.11 Estimación de caudales máximos (m^3/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación (Km2)	Estación	Área (Km2)	Transposición de caudales (Tr, años)						
				1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1-C11	38.22	La Donjuana	422	13,01	20,61	32,90	41,05	51,31	59,16	66,70

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.6 Caudales máximos para diferentes Tr -sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.12 Estimación de caudales mínimos (m^3/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación (Km2)	Estación	Área (KM2)	Transposición de caudales (Tr, años)						
				1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1 – C11	38.22	La Donjuana	422	0,95	0,70	0,46	0,35	0,26	0,20	0,16

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.7 Caudales máximos para diferentes Tr – sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.3 Método de la curva de duración de caudales

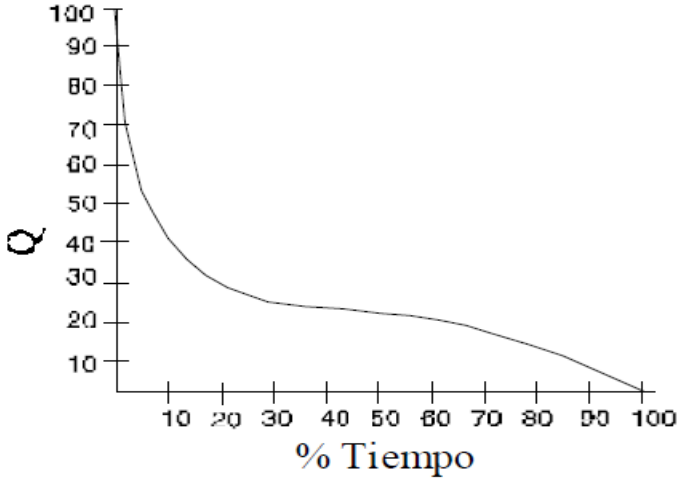
La curva de duración de caudales CDC resulta del análisis de frecuencias de la serie histórica de caudales medios diarios en un sitio determinado de una cuenca. La curva de duración (CDC) es un procedimiento gráfico para el análisis de la frecuencia de los datos de caudales y representa la frecuencia acumulada de ocurrencia de un caudal determinado. Es una gráfica que tiene el caudal, Q, como ordenada y el número de días del año (generalmente expresados en % de tiempo) en que ese caudal, Q, es excedido o igualado, como abscisa. La ordenada Q para cualquier porcentaje de probabilidad, representa la magnitud del flujo en un año promedio, que espera que sea excedido o igualado un porcentaje, P, del tiempo.

Los datos de caudal medio anual, mensual o diario se pueden usar para construir la curva. Los caudales se disponen en orden descendente, usando intervalos de clase si el número de valores es muy grande. Si N es el número de datos, la probabilidad de excedencia, P, de cualquier descarga (o valor de clase), Q, es:

$$P = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{N}} * \ 100$$

Siendo m el número de veces que se presenta en ese tiempo el caudal. Si se dibuja el caudal contra el porcentaje de tiempo en que éste es excedido o igualado se tiene una gráfica como la mostrada en la figura siguiente.

Figura 7.8 Curva de duración de caudales de corrientes



A lo largo del trazado de la línea se identificó una estación de hidrometría, que reportan registros de caudales medios a lo largo de un período mayor a los 25 años.

La estación empleada para el análisis es la que se indica en la Tabla 7.13.

Tabla 7.13 Estación hidrométrica de la zona de estudio

Estación					Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		elev. m.s.n.m.
Código	**Estación**	**Municipio**	**Depto.**	**Corriente**	**Norte**	**Este**	
16017020	La Donjauna	La Donjuana	N. Santander	Río Pamplonita	1162420,39	1342189,71	730

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de los registros de esta estación se elaboró la Curva de Duración de Caudales medios mensuales, como se ilustra en la Figura 7.9.

Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir la información del registro de la estación limnimétrica, se procedió a realizar un proceso de extensión de la curva de duración de caudales (CDC) de estaciones pivote, en función del área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de toma de agua y vertimiento para el proyecto. La aplicación de la Curva de Duración se hace según criterios de proximidad y/o que correspondan a cuencas con rendimiento hídrico similar.

En la Tabla 7.14 se indica el área de la cuenca aferente al punto objeto de aprovechamiento; se incluye la CDC aplicada este punto.

Tabla 7.14 Características morfométricas de la cuenca objeto de aprovechamiento

ID	Nombre	Estación Pivote CDC	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Área Cuenca De Captación (Km^2)
			ESTE	NORTE	
C11	Franja 1 captación río Pamplonita	La Donjuana	1159590	1307799	38,22
			1159593	1307796	
			1159592	1307794	
			1159588	1307788	
			1159584	1307790	
			1159589	1307797	
			1159590	1307799	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de las estimaciones hidrológicas anteriores y mediante técnicas de extensión de la Curva de Duración de Caudales (CDC) se obtuvieron los datos de caudal en el sitio requerido, como se presenta en la Figura 7.10.

Figura 7.10 CDC sitio de aprovechamiento sobre río Pamplonita

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.3.1 Estimación de caudales ecológicos

En Colombia, la metodología para la estimación del caudal ecológico de cuencas se encuentra definida en la Resolución No. 0865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el cual el caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Este método fue desarrollado por el IDEAM y acogido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como procedimiento general en el territorio nacional.

Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos:

i. Hidrológicas: Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
ii. Hidráulicas: Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.
iii. Simulación de los hábitats: Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.
iv. Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el **97,5%** del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2,33 años.
v. Método de Descuento del IDEAM. El caudal mínimo ecológico estimado mediante este procedimiento corresponde al caudal medio mínimo mensual multianual.

Para el caso se aplicará el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta

que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de duración de caudales.

7.1.5.3.2 Oferta hídrica disponible

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Para efectos de establecer un margen adecuado de conservación en la microcuenca de las corrientes objeto de captación, observando las condiciones de cada una y los usos económicos predominantes de tipo agrícola y pecuario que tiene en la actualidad.

Método Estudio Nacional de Agua

Caudal medio de CDC extendida para la cuenca del Río Pamplonita, Franja 1 = 6.92 m^3/s
Caudal del 97,5% de la CDC extendida (Caudal ecológico) = 0.59 m^3/s
Caudal ofertado (Método ENA) = Caudal medio – Caudal ecológico
Caudal ofertado (Método ENA) = 6.92 m3/s – 0.59 l/s
Caudal ofertado (Método ENA) = 6.33 m3/s

Tabla 7.15 Resumen de oferta de agua superficial en la franja objeto de aprovechamiento

Captación	Vereda	Municipio	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá (Coordenadas polígono)		Caudal medio		Oferta de agua			
							Caudal ecológico		Caudal disponible	
							Método ENA			
			Este	Norte	m^3/l	l/s	m^3/s	l/s	m^3/s	l/s
Franja 1 – Captación C11	Alcaparral	Pamplona	1159590	1307799	6,92	6920	0,59	590	6,33	6330
			1159593	1307796						
			1159592	1307794						
			1159588	1307788						
			1159584	1307790						
			1159589	1307797						
			1159590	1307799						

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El caudal solicitado para las actividades del proyecto en la UF 1 es de 2,57 L/s; y el caudal disponible en el río Pamplonita es de 633 L/s (tomando el caudal más bajo disponible del río debido a que el punto de captación y vertimiento se encuentra cerca). Con esta captación, aún quedaría disponible 630,78 L/s.

7.1.5.4 Inventario y Cuantificación de usos y usuarios

Para la identificación de usos y usuarios del agua cercanos al punto propuesto para la captación C11 y vertimiento V10, localizados sobre el río Pamplonita, se realizó un

reconocimiento aguas arriba y abajo de la franja propuesta para las captaciones y se tuvo como resultado que no existen captaciones sobre el río Pamplonita ya que según lo expuesto por los habitantes que se entrevistaron en el sector, el agua que requieren para las diferentes actividades es captada directamente de puntos hidrogeológicos cercanos, porque el agua del río Pamplonita no la consideran apta para ningún tipo de consumo, entre ellos, riego de cultivos o consumo de animales.

Respecto a vertimientos sobre este cuerpo lótico se identificaron tres vertimientos (Tabla 7.16), todos sin tratamiento previo a la descarga, ni permiso.

Por otra parte, no se pudo incluir información de usos y usuarios registrados por CORPONOR, ya que la información entregada por la entidad no contenía los datos suficientes para realizar el análisis correspondiente, tal como se expuso en el numeral 5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR.

Para el caso del vertimiento V_13, a la fecha de la verificación más reciente (marzo de 2019) no se evidencian usos dependientes de la quebrada San Antonio desde el sitio del vertimiento hacia aguas abajo hasta el lugar de su desembocadura en el río Pamplonita, toda vez que las mangueras existentes vienen de las bocatomas existentes en la parte alta de la quebrada y otras vienen a partir de los distritos de riego o acueductos rurales existentes en la zona.

Tabla 7.16 Inventario de vertimientos puntuales sobre el río Pamplonita

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción	Registro Fotográfico
	Este	Norte		
V_3	1159712,18	1307870,55	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	
V_4	1159787,9	1307899,29	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales producto de montallantas y vivienda	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para el desarrollo del proyecto de construcción Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona no se realizará extracción directa de aguas subterráneas.

7.3 VERTIMIENTOS

Se solicita la disposición de aguas residuales industriales sobre el río Pamplonita y la quebrada San Antonio, previamente tratadas y dando cumplimiento a la normatividad vigente (Decreto 1076 de 2015), generadas durante las etapas de construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona.

La selección de los puntos de vertimiento se realizó teniendo en cuenta la proximidad a los sitios de generación, la facilidad de acceso, la mínima afectación a la vegetación existente, la estabilidad en las márgenes de los cauces y la no afectación a la comunidad según inventario de usos y usuarios del recurso. Los vertimientos se definieron teniendo en cuenta la capacidad de mezcla, transporte y asimilación (reaireación).

El decreto 1076 del 2015 (MADS) define el procedimiento para hacer la solicitud de un vertimiento y las calidades mínimas de la fuente receptora para efectos de consumo, mientras que la resolución 631 del 2015 (MADS) define la calidad mínima del agua del vertimiento. Esto se presenta en la Tabla 7.32 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1 y la Tabla 7.36 Resultados de laboratorio para el Río Pamplonita (Artículos Decreto 1076)". Por otra parte, para los objetivos de calidad en la cuenca se colocan los parámetros dados por la "Resolución 0118 de 2007 de CORPONOR los cuales se presentan simultáneamente con otra normatividad de referencia, en la Tabla 7.41 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada Cesp aguas abajo del vertimiento

7.3.1 Vertimientos en cuerpos de agua

A continuación, en la Tabla 7.17 se muestra la ubicación georreferenciada de los puntos de vertimiento y adicionalmente en la Figura 7.11 se puede apreciar su ubicación espacial en el área de influencia del proyecto. Es necesario aclarar que el V13 corresponde a una misma zona localizada sobre la quebrada San Antonio que tiene asociado dos caudales de vertimiento, correspondientes por una parte a las aguas residuales del túnel como tal, y por otra parte a las aguas industriales tratadas.

De acuerdo con la tabla descrita, en el punto V10, localizado en el río Pamplonita, se verterán las aguas industriales producto del lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto o lavado de mixer y al mismo lavado de la zona dispuesta para estas actividades.

Por otra parte, en el punto V13 (1 y 2), ubicado en la quebrada San Antonio, se verterán las aguas producto de las aguas de infiltración del túnel. Sin embargo, estas serán divididas durante la etapa constructiva, de manera que se separarán las aguas residuales industriales

(las cuales presentan algún grado de aporte de contaminantes a causa de las actividades constructivas del túnel) y las aguas naturales producto de la infiltración del túnel que no presentan ningún grado de contaminación. Ver anexo 7F, estrategia de manejo de separación de aguas del túnel.

Así, el mismo punto V13 recibirá dos vertimientos sobre la quebrada San Antonio. Las aguas industriales dispondrán un caudal de 2,2 L/s y las aguas no contaminadas procedentes de la infiltración verterán 23,0 L/s. Para efectos de ayudar a reforzar la capacidad de asimilación en la quebrada San Antonio antes de realizar el vertimiento de las aguas industriales tratadas, se verterán los 23 L/s de aguas naturales de infiltración, aproximadamente 15 metros (Punto V13-2) aguas arriba del vertimiento de los 2.2 L/s de aguas industriales tratadas (Punto V13-1).

El valor del caudal estimado del V13-2 corresponde al valor máximo de infiltración de agua subterránea del túnel UF1 según el modelo hidrogeológico, el cual establece que, bajo el escenario más desfavorable, el caudal es de 23 L/s, de acuerdo con lo formulado en el Estudio hidrogeológico del túnel de Pamplona. (ver caracterización Area de Influencia, Cap. 5.1.8 Hidrogeología).

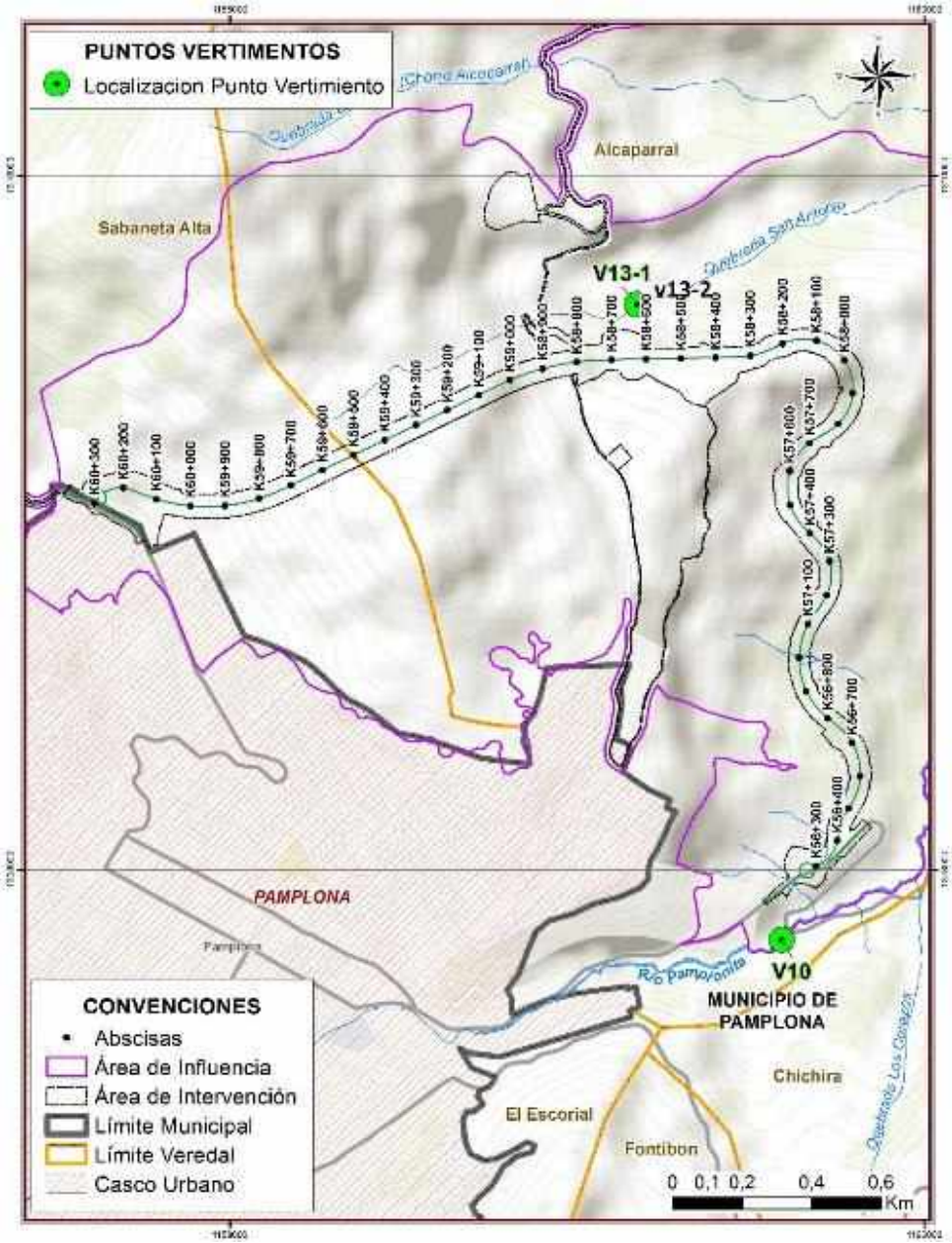
De acuerdo con el manejo propuesto para las obras del túnel, se estima un caudal de 2.2L/s en aguas industriales asociadas a las actividades constructivas del mismo, las cuales generan algún grado de contaminación en sus aguas remanentes.

Tabla 7.17 Sitios Propuestos para Vertimientos

Id	Nombre fuente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Municipio	Vereda	Caudal (L/s)	Caudal Total (L/s)
		Este	Norte				
V10	Río Pamplonita	1159590,60	1307798,65	Pamplona	Alcaparral	0,6	0,6
V13-1	Quebrada San Antonio	1159173,78	1309627,90	Pamplona	Alcaparral	2,2	25,20
V13-2	Quebrada San Antonio	1159161,94	1309618,69	Pamplona	Alcaparral	23,0	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.11 Localización de los puntos de vertimiento UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.1 Determinación de caudales de fuentes receptoras

7.3.1.1.1 Caudal Receptor en el Río Pamplonita

El punto de vertimiento V10 se ubica geográficamente dentro de la franja de captación C11, por lo tanto, los caudales y oferta hídrica del río Pamplonita para ese sector corresponden a los definidos para dicho punto de captación (ver numeral 7.1 Aguas superficiales).

7.3.1.1.2 Caudal Receptor en la Quebrada San Antonio

En cuanto a la quebrada San Antonio, al no ser una corriente instrumentada, se requiere el cálculo de los caudales a partir del análisis hidrológico. Sin embargo, como se mostrará más adelante, se hace necesario considerar un caudal base originado a partir de aguas subterráneas debido a la interacción corriente – acuífero, ya que los caudales observados y aforados no corresponden al simple balance hídrico por escorrentía superficial, sino que los almacenamientos en la cuenca subterránea que se extiende hacia el costado noroeste alimentan la quebrada drenándose a través de la falla por la que transcurre ésta.

Caudales máximos, medios y mínimos de la quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13

Los caudales fueron definidos mediante diferentes métodos a los aplicados para la caracterización del río Pamplonita (punto de captación – C11 y vertimiento – V10) debido que la cuenca San Antonio cuenta con un área pequeña respecto al sector instrumentado de la cuenca del río Pamplonita, estación La Don Juana (ver Tabla 7.8). De acuerdo con los lineamientos del INVIAS la aplicabilidad de dicho método depende que el área de las cuencas no puede ser mayor ni menor al 50% de la cuenca instrumentada; el área del sector de la cuenca Pamplonita instrumentada es 422 km^2, el área de la cuenca San Antonio aferente al punto de vertimiento es 0.86 km^2, por lo tanto, dicha área corresponde al 0.20% de la cuenca instrumentada, por lo tanto, no es viable la aplicación de dicho método.

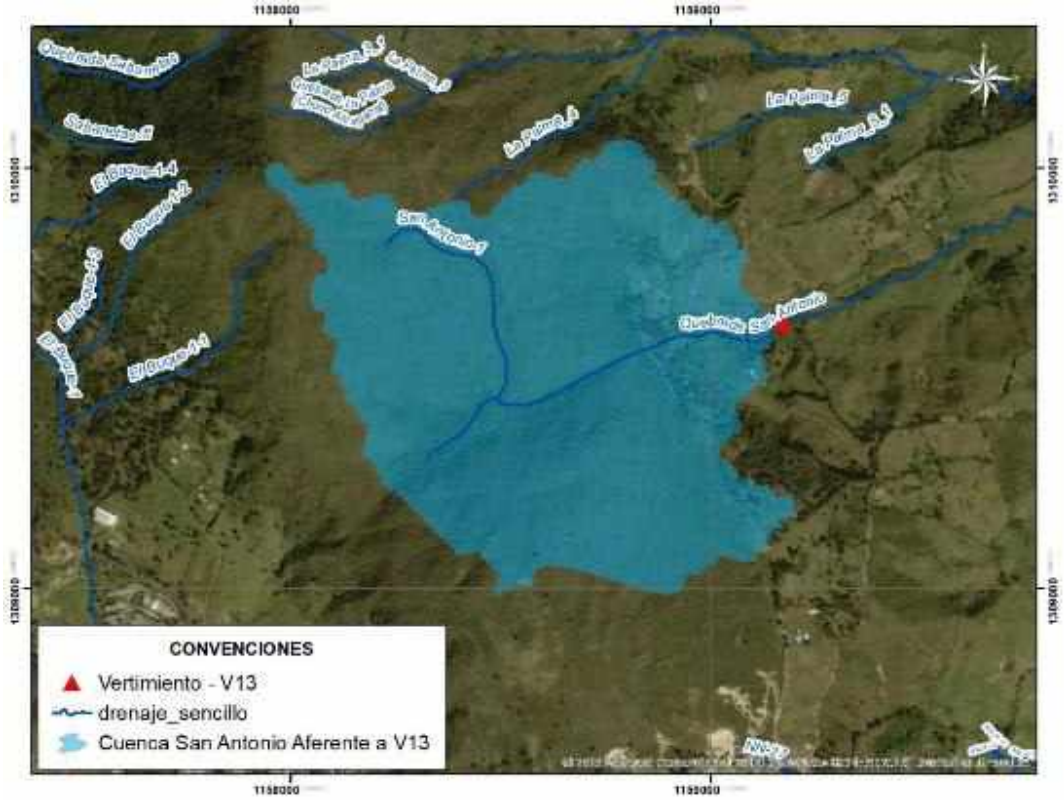
Los métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales fueron los siguientes:

Tabla 7.18 Métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales máximos, medios y mínimos - Cuenca San Antonio (sector aferente a punto de vertimiento V13)

Cuenca	Caudal Máximo	Caudal Medio	Caudal Mínimo
San Antonio (sector aferente al punto de vertimiento V13	Método Racional y SCS de Abstracciones de precipitación	Método SCS de Abstracciones	Método SCS de Abstracciones

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.12 Cuenca aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio)



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.19 Caudal máximo Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

$Cuenca/_{Tr}$	SCS de Abstracciones (m^3/s)				Método Racional (m^3/s)				Media (Caudal Máximo) (m^3/s)			
	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100
V13	0,67	0,87	1,43	5,23	1,60	2,10	3,11	7,67	1,14	1,48	2,27	6,45

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.20 Caudal medio (L/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
V13	0,00	0,01	1,90	10,02	6,68	1,93	0,64	1,38	4,35	11,15	5,81	0,08	3,66

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.21 Caudal mínimo (L/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
V13	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,000	0,000	0,001

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Realización de aforos en la quebrada San Antonio

Debido a la necesidad de verificar los datos obtenidos numéricamente por cálculos hidrológicos ante la evidencia de la existencia de un caudal permanente tanto en el punto de vertimiento como en la parte media y baja de la quebrada, así como por la necesidad de conocer el caudal existente en el momento de las pruebas de trazadores y los muestreos de la calidad del agua, se efectuaron tres aforos de caudal en el sitio de vertimiento V13 los días 10, 11 y 12 de marzo de 2019, respectivamente.

Fotografía 7-2.. Aforo de caudal en el Punto V-13 sobre la quebrada San Antonio

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Debido a la irregularidad y reducido tamaño de la sección transversal de la corriente de agua, los aforos se realizaron mediante el método volumétrico efectuando la instalación de tubos tipo vertedero a través de una micro presa temporal en material del mismo lecho, para poder medir todo el flujo superficial que transcurría al interior del cauce.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 7.22 Aforos de caudal en la quebrada San Antonio – Punto V13

Fecha	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)
Marzo 10 de 2019			
Tubo 1	26.0	5.0	0.19
Tubo 2	2.0	16.9	8.45
Tubo 3	5.3	18.4	3.48
TOTAL			12.12
Marzo 11 de 2019			
Tubo 1	25.0	5.0	0.20
Tubo 2	2.4	20.2	8.42
Tubo 3	5.2	19.5	3.75
TOTAL			12.37
Marzo 12 de 2019			
Tubo 1	24.0	5.0	0.21
Tubo 2	2.4	19.9	8.29
Tubo 3	5.5	20.5	3.73
TOTAL			12.23
PROMEDIO			12.24

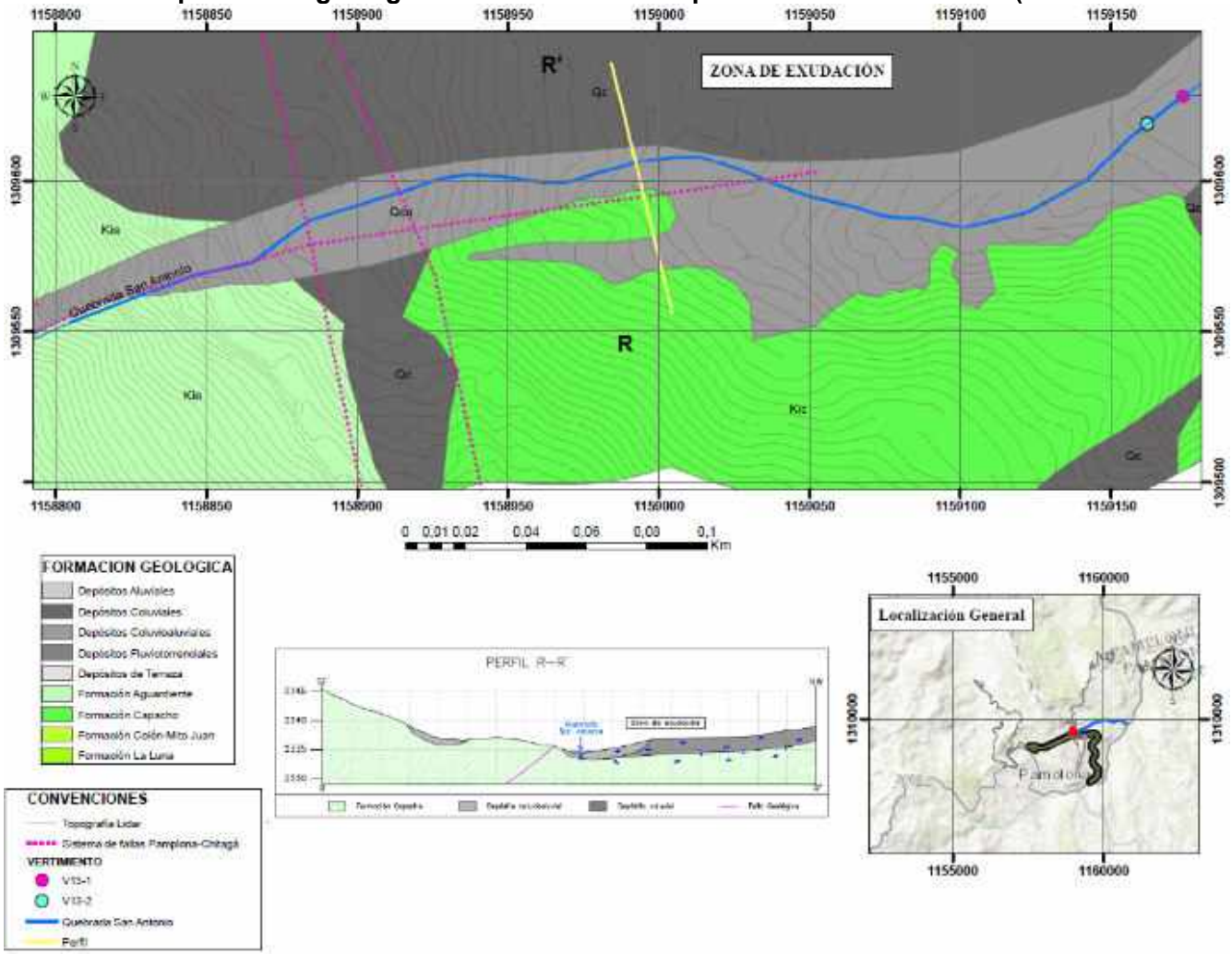
Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Los valores obtenidos para los aforos realizados en tres días consecutivos, sin presencia de lluvias, se promedian para obtener un valor más representativo del caudal existente en la quebrada.

Teniendo en cuenta estos resultados, se evidencia que existe un caudal base generado por aguas que no corresponden a escorrentía superficial, por la diferencia entre el cálculo hidrológico por escorrentía superficial, y el caudal medido mediante aforos. Para explicar este fenómeno, se realizó el análisis hidrogeológico de la zona circundante a la quebrada San Antonio, aguas arriba del punto de vertimiento, encontrando que existe un flujo generado por aguas subterráneas (interacción quebrada – acuífero) que se filtran hacia la quebrada desde el flanco noroccidental del macizo rocoso a través del cuerpo coluvial presente (zona de exudación). La descripción gráfica de este fenómeno se presenta en la Figura 7.13 donde se observa la zona de exudación, la cual está asociada a la presencia de un depósito coluvial (Qc) que funciona como un acuífero libre y es alimentado por la cercanía a una zona de recarga directamente relacionada a la presencia de fallas menores o fallas

conjugadas del sistema principal de fallas de Pamplona y Chitagá. El depósito coluvial (Qc) es un depósito matriz-soportado con clastos predominantemente de areniscas provenientes de la Fm Aguardiente y matriz areno-arcillosa de permeabilidad media que le da el carácter hidrogeológico a esta unidad. Por otra parte, la estratificación de la unidad infrayacente del depósito coluvial (Qc), la cual corresponde a la Fm Capacho (Kic) está buzando hacia el SE facilitando de esta manera que la dirección del flujo alimente el cauce de la quebrada San Antonio convirtiendo el mismo en un cauce de tipo efluente, es decir alimentado por el nivel freático circundante.

Figura 7.13 Planta perfil hidrogeológica del área aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio)



Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Como conclusión de lo anterior, la quebrada cuenta con un caudal base por aporte de aguas subterráneas, equivalente a la diferencia entre el caudal medido y el caudal esperado, lo cual corresponde a 12.24 L/s que es el remanente entre el total aforado (12.24 L/s) y el total calculado por hidrología mediante balance de escorrentía superficial (0.00L/s) para la fecha de estudio. Es de anotar que en dicha fecha se evidenciaba un período de sequía en la zona con más de 2 meses sin lluvias y por otra parte, el flujo aguas arriba de la zona de fallas geológicas perpendiculares era nulo, (parte más alta de la cuenca con la totalidad el flujo en el cauce tomado para uso humano) con lo cual la quebrada se encontraba en condiciones de flujo mínimo.

7.3.1.1.3 Capacidad Hidráulica de la Quebrada San Antonio

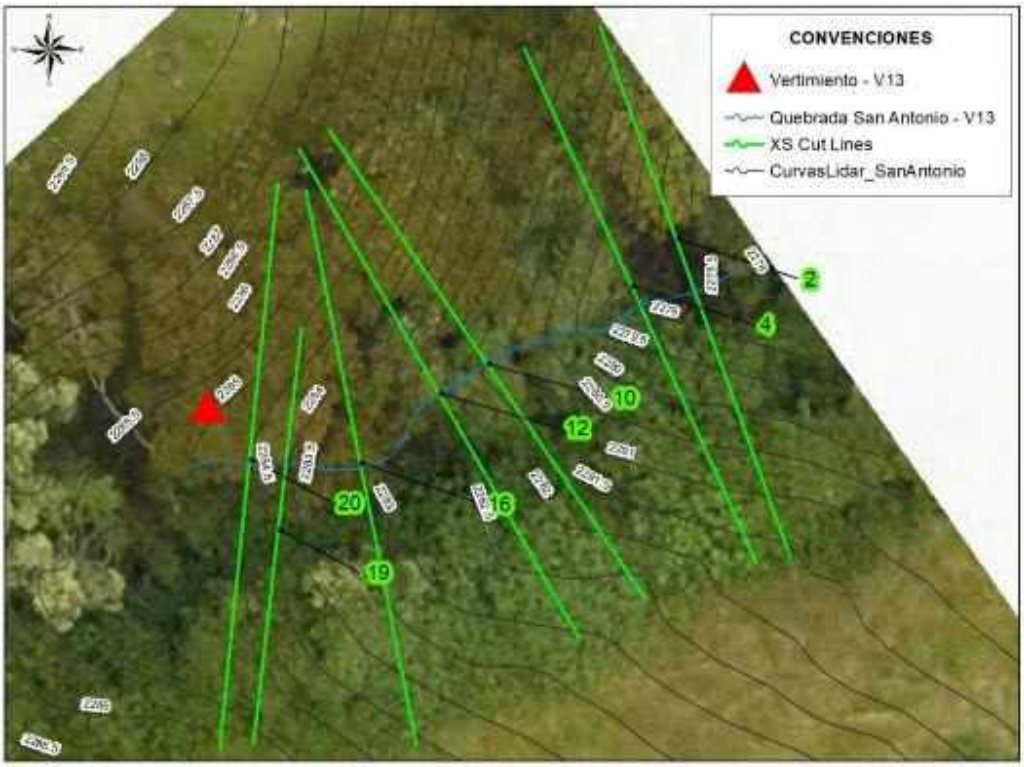
La capacidad hidráulica de la quebrada San Antonio se estudia debido a la necesidad de comprobar que este cauce está en la capacidad de transportar no solo las aguas que transcurren por el mismo ante diferentes periodos de retorno de eventos lluviosos, sino también las aguas de los vertimientos que se plantean.

Esta capacidad hidráulica, se definió a partir de la modelación hidráulica teniendo como insumos el caudal medio anual (m^3/s), el mínimo medio anual (m^3/s) y los máximos (m^3/s) para periodos de retorno 1,33, 2, 5 y 100 años, valores tomados como base para posteriormente modelar un segundo escenario, el cual incluye dichos caudales más el caudal de agua de infiltración producto de la perforación del túnel que se pretende verter. Ambos escenarios fueron modelados como flujo permanente, condición del límite “profundidad crítica” y régimen de flujo “subcrítico”.

El objetivo de la modelación pretende valorar la respuesta en el cauce ante el vertimiento. Por lo tanto, se evaluó la quebrada San Antonio en el área del punto V13 para determinar si cuenta con la capacidad hidráulica necesaria para transportar dicho caudal tanto para garantizar su transporte, como para no generar aún en temporada extrema de precipitación (Tr. 100 años) desbordamientos e inundaciones.

El estudio se realizó con base en curvas de nivel cada 25cm producto del vuelo LIDAR; a partir de estas se construyó un modelo de elevación digital y TIN del tramo cubierto por dichas curvas, las cuales cubren un trayecto de 22 m aguas abajo del punto de vertimiento V13. El montaje se realizó en el aplicativo HEC-RAS.

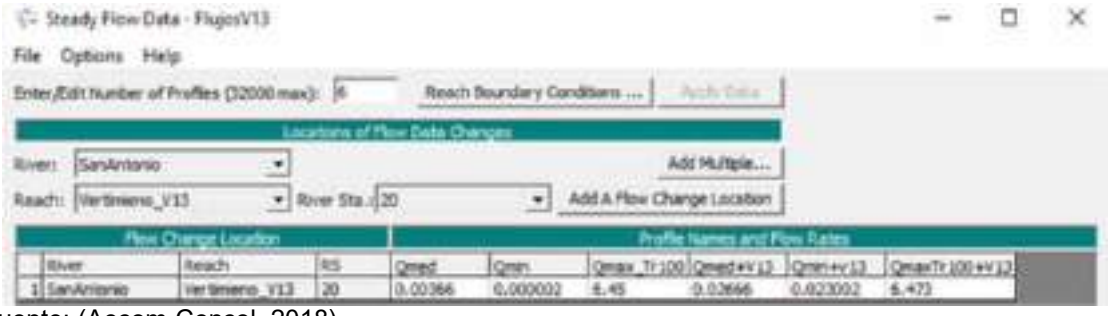
Figura 7.14 Tramo asociado a punto de vertimiento V13 (1 y 2) – Quebrada San Antonio



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

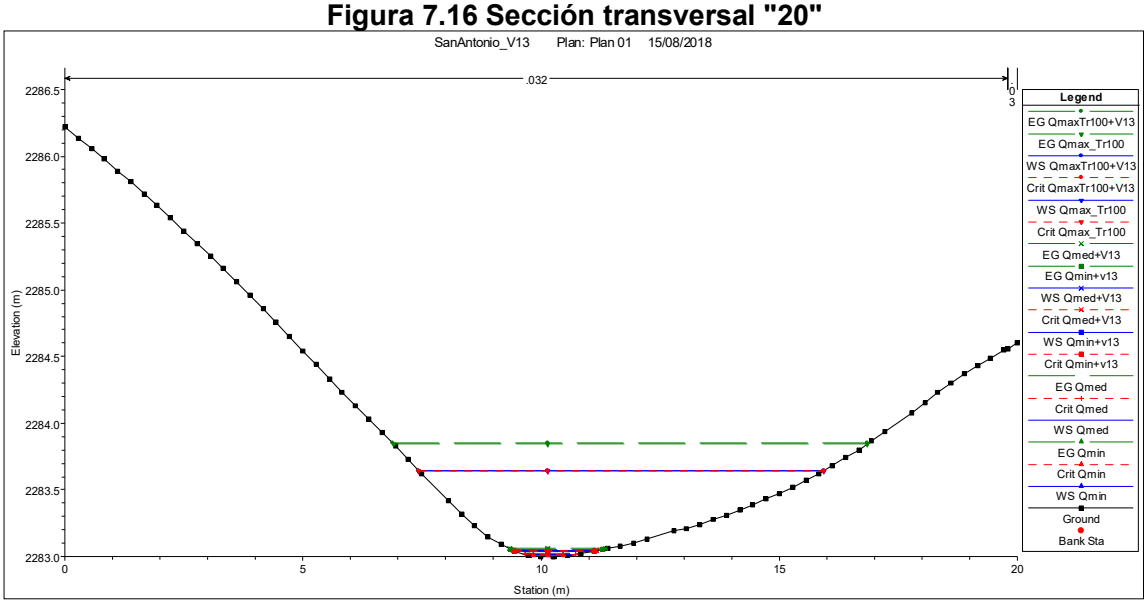
La geometría del cauce se definió a partir del modelo de elevación digital, el ancho cauce y las rutas de flujo se determinaron de acuerdo con observaciones en campo, dichas dimensiones se asumieron para todo el tramo de 22m, posteriormente fueron ajustadas en el software. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 7.15 Caudales (m^3/s) para los escenarios de caudal mínimo, medio y máximo (Tr.100años) con y sin vertimiento, Quebrada San Antonio – Punto de vertimiento V13



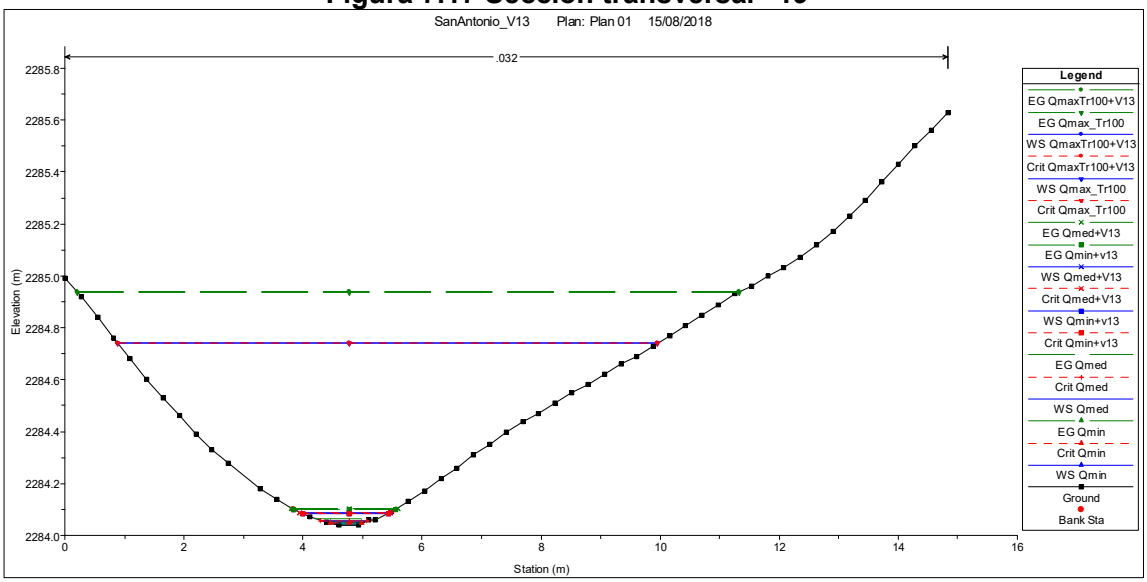
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.16 Sección transversal "20"



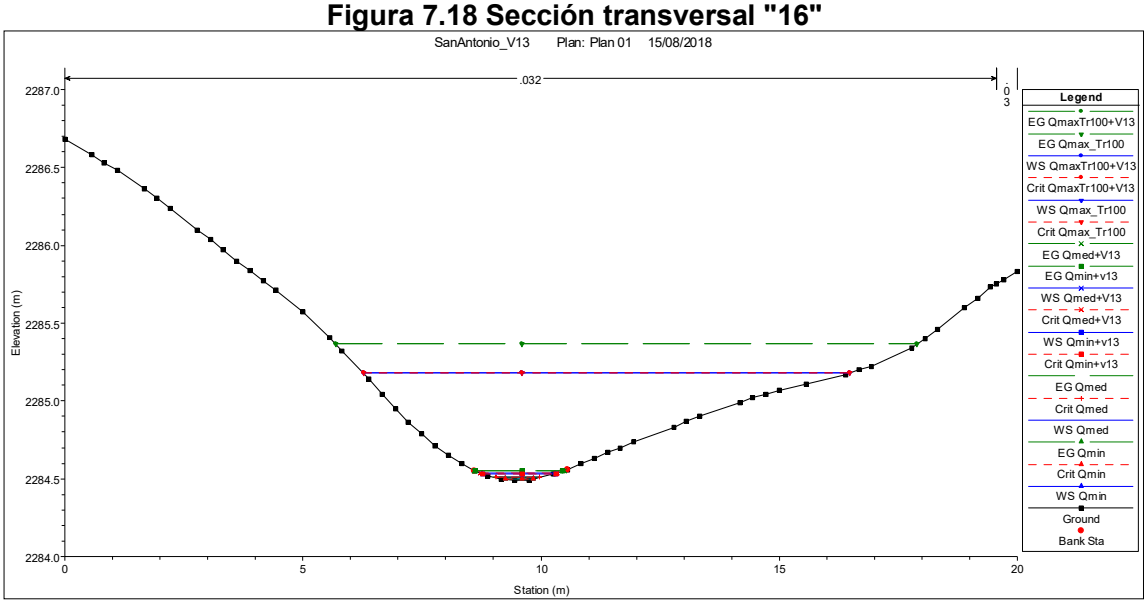
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.17 Sección transversal "19"



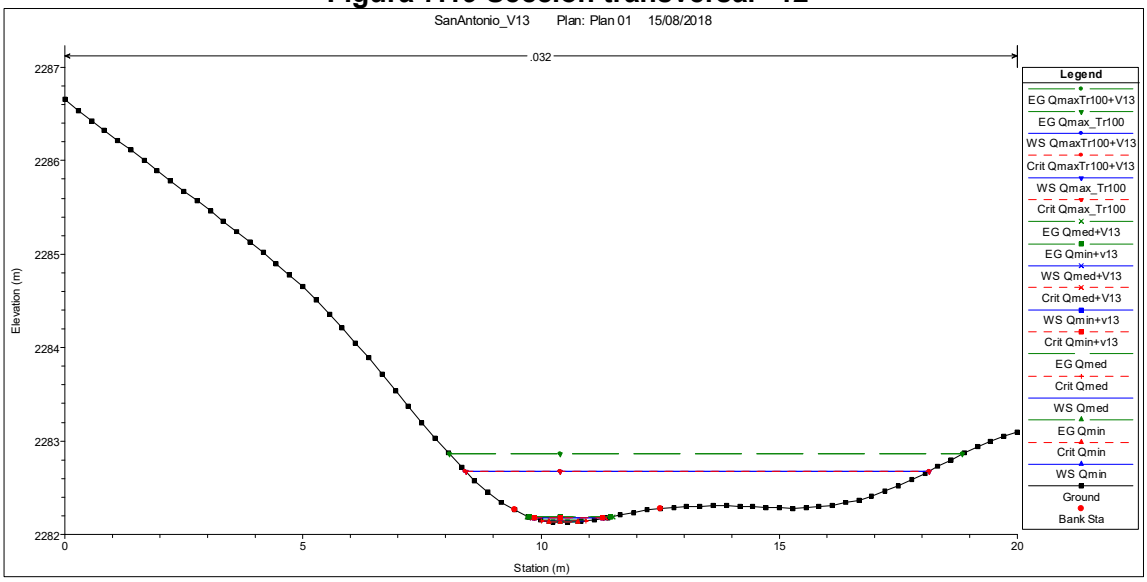
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.18 Sección transversal "16"



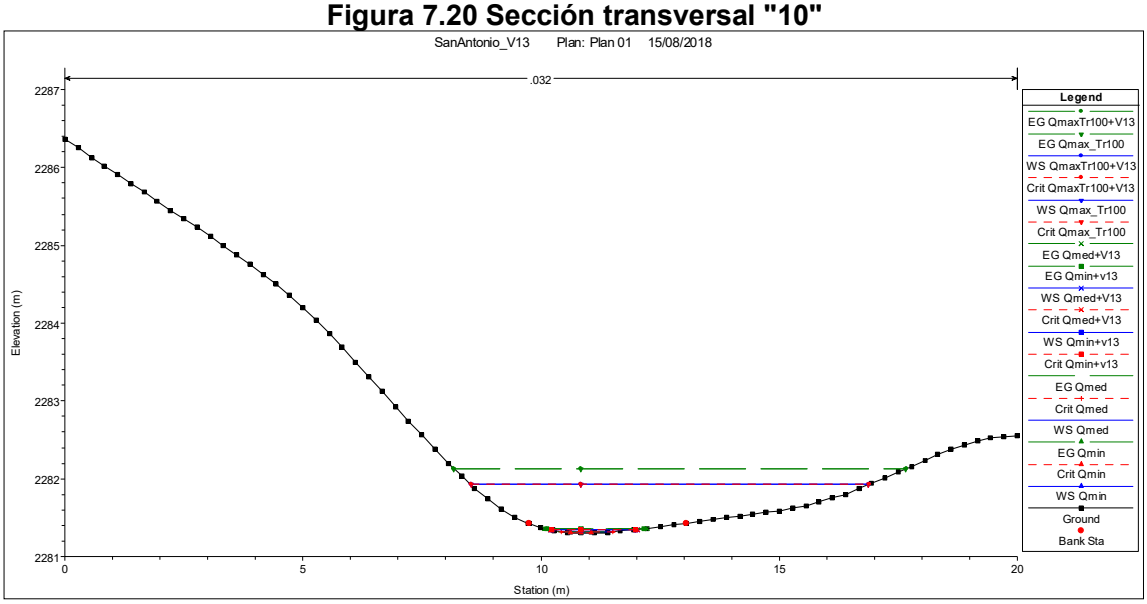
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.19 Sección transversal "12"



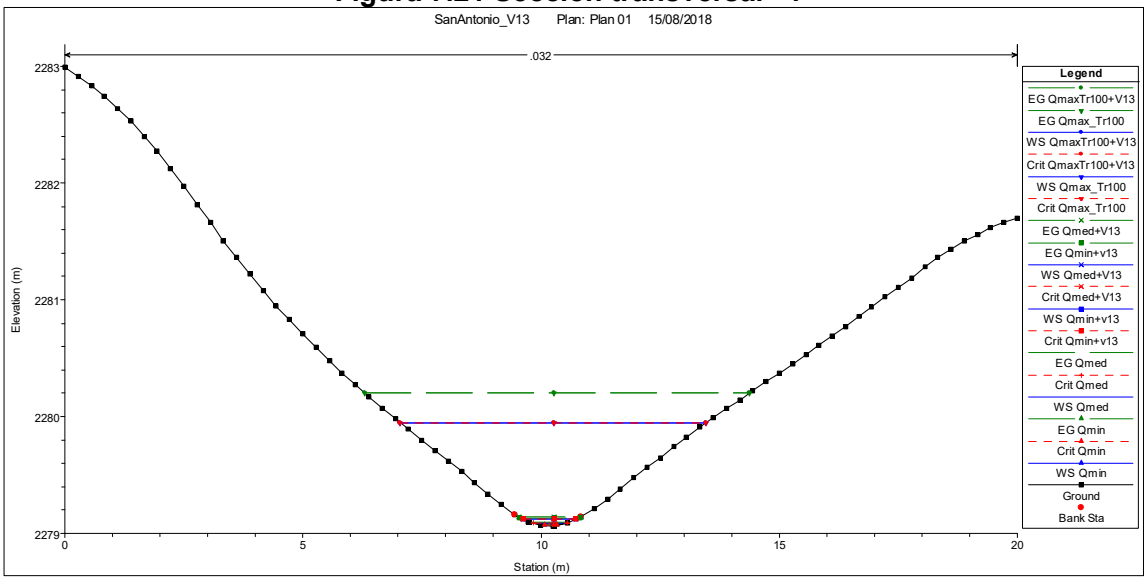
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.20 Sección transversal "10"



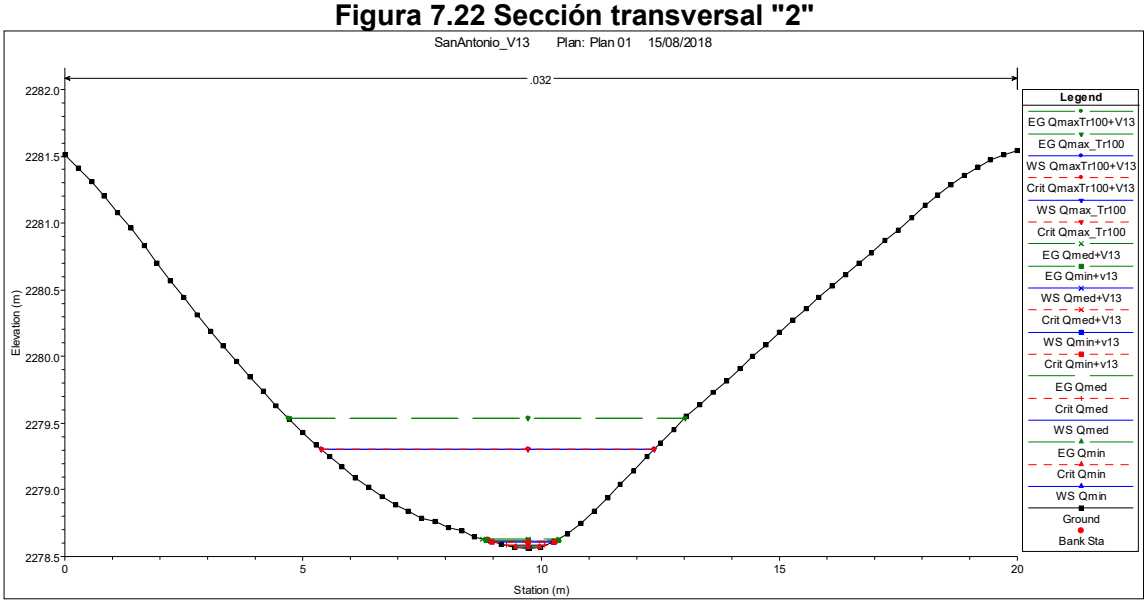
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.21 Sección transversal "4"



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.22 Sección transversal "2"

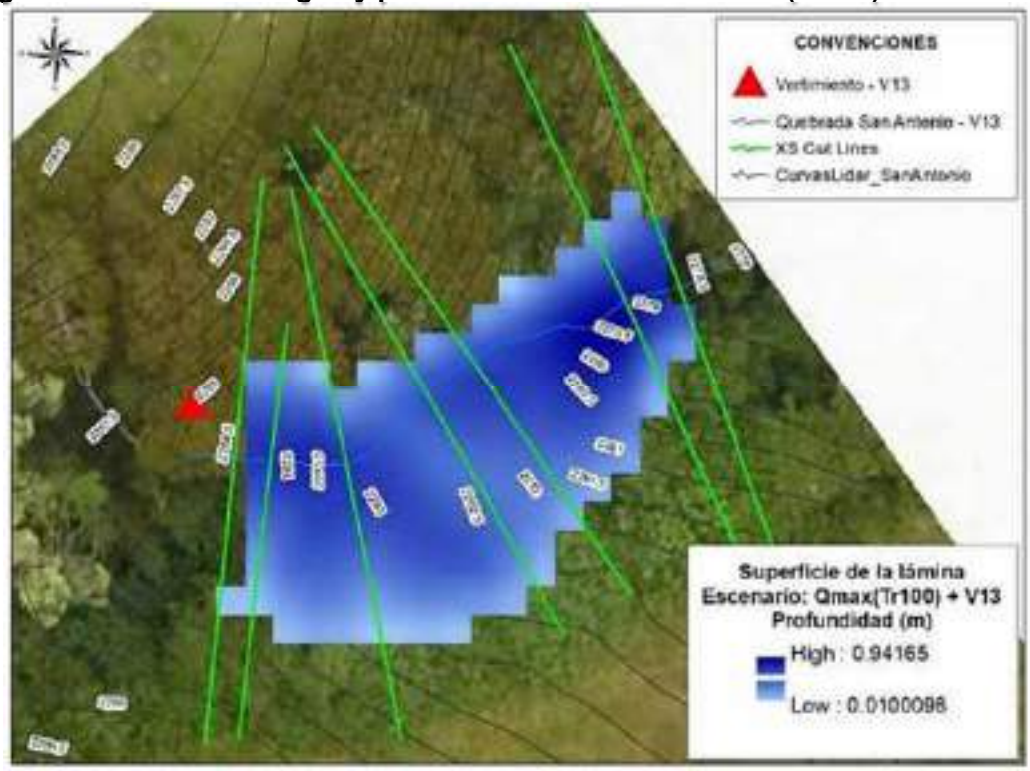


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

De acuerdo con los resultados se observa que los caudales modelados en los dos escenarios, donde se incluye el caudal máximo para un tiempo de retorno de 100 años no logran desbordar el cauce y causar inundación, incluso considerando el caudal base de 12 L/s aproximadamente. Es decir, que el cauce de la quebrada San Antonio en el tramo estudiado tiene suficiente capacidad para transportar el caudal del vertimiento de aguas de infiltración V13. Sin embargo, se complementó los resultados modelando la superficie de agua para el escenario más crítico el cual es el caudal máximo Q(Tr. 100) + 23 l/s (caudal máximo esperado de aguas de infiltración). En las anteriores gráficas, las capacidades hidráulicas se indican con la línea morada superior y la línea verde superior para los caudales de Tr-100 y de Q(Tr.100)+23 l/s respectivamente.

En la figura Figura 7.23 se presenta el aspecto del área del espejo de agua para la creciente máxima calculada, correspondiente a la situación más crítica con período de retorno de 100 años.

Figura 7.23 Lámina de agua y profundidad Escenario: Qmax(Tr100) + Caudal V13



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.2 Determinación de caudal ambiental

7.3.1.2.1 Río Pamplonita (V-10)

Para el caso se aplicó el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de duración de caudales.

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Tabla 7.23 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico

Aprovechamiento	Vereda	Municipio	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá (Centroide polígono)		Oferta de agua (m^3/s)		
					Caudal medio	Caudal ecológico	Caudal disponible
			Este	Norte		Método ENA	
Vertimiento – V10	Alcaparral	Pamplona	1159722	1307873	6,96	0,59	6,37

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.2.2 Quebrada San Antonio (V13_1 y V13_2)

El caudal ambiental o ecológico fue determinado mediante la metodología propuesta por el IDEAM mediante Resolución 865 de 2007 donde “El IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio”. Sin embargo, de acuerdo con el balance hídrico y observaciones en campo la corriente de la Quebrada San Antonio corresponde a una fuente hídrica intervenida en su parte alta (Efecto altamente incrementado por las acciones antrópicas en el área), por lo tanto, el caudal ecológico fue determinado con base al 25% del caudal medio de cada mes, debido a que, si se determinaba con base al medio más bajo, este sería de cero si sólo se considerara el caudal por escorrentía superficial, tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 7.24 Caudal Ambiental supuesto en el punto de vertimiento V13 teniendo en cuenta solo escorrentía superficial.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q Medio	0,00	0,01	1,90	10,02	6,68	1,93	0,64	1,38	4,35	11,15	5,81	0,08
(25%)*	0,00	0,00	0,47	2,51	1,67	0,48	0,16	0,35	1,09	2,79	1,45	0,02
OH**	0,00	0,00	1,42	7,52	5,01	1,45	0,48	1,04	3,27	8,36	4,36	0,06

** Caudal ambiental adoptado por el IDEAM – Resolución 865 de 2007 ** Oferta hídrica (l/s)*
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Como se explicó en el numeral 7.3.1.1.2 “Caudal Receptor en la Quebrada San Antonio”, existe un caudal base correspondiente a 12.24 L/s originado en flujos subterráneos, el cual no hace parte del análisis hidrológico superficial presentado en la tabla anterior. En la siguiente tabla se incluyen los valores correspondientes a caudal por infiltración subterránea para cada mes

Tabla 7.25 Caudal Ambiental supuesto en el punto de vertimiento V13 teniendo en cuenta aporte de aguas subterráneas.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q Medio	12,24	12,25	14,14	22,26	18,92	14,17	12,88	13,62	16,59	23,39	18,05	12,32
(25%)*	3,06	3,06	3,54	5,57	4,73	3,54	3,22	3,41	4,15	5,85	4,51	3,08
OH**	9,18	9,19	10,61	16,70	14,19	10,63	9,66	10,22	12,44	17,54	13,54	9,24

** Caudal ambiental adoptado por el IDEAM – Resolución 865 de 2007*
***Oferta hídrica (l/s)*
Fuente: (UVRP, 2019)

Utilizando el criterio del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo y considerando el caudal base existente, se encuentra que el caudal ambiental de la quebrada San Antonio en el punto V13 corresponde entonces a 3.06 L/s.

7.3.1.3 Actividades generadoras

La característica de los vertimientos durante la construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, está relacionada con las actividades generadoras de estas aguas.

De esta manera, en el punto V10, anteriormente descrito, se verterán las aguas industriales producto del: lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto o lavado de mixer y al mismo lavado de la zona dispuesta para estas actividades.

Por otra parte, en el punto V13 (1 y 2), ubicado en la quebrada San Antonio, se verterán las aguas procedentes de la construcción del túnel, que se mantienen separadas en aguas residuales industriales (las cuales presentan algún grado de aporte de contaminantes a

causa de las actividades constructivas del túnel) y aguas naturales producto de la infiltración del túnel que no presentan contaminación.

Las características de los vertimientos y las estructuras de tratamiento propuestas para las aguas residuales se sintetizan en la Tabla 7.26.

Tabla 7.26 Vertimientos UF1

Id Vertimiento	**V10**		**V13**	
Fuente hídrica	Río Pamplonita		Quebrada San Antonio	
Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	1159590,6 E	1307798,65 N	**V13-1** 1159173,78 E, 1309627,90 N	**V13-2** 1159161,94 E, 1309618,69 N
Municipio	Pamplona		Pamplona	
Vereda	Alcaparral		Alcaparral	
Caudal a verter (L/s)	0,6		**V13-1** 2,2	**V13-2** 23,0
Actividades generadoras	Lavado de Mixer (concreto / mortero) y el lavado de dichas zonas duras		Aguas industriales asociadas a la operación de maquinaria para la construcción del túnel	Aguas no contaminadas procedentes de la infiltración
Sistema de tratamiento	Trampa de grasas. Sedimentación Secado de lodos		Floculación. Decantación y separación de grasas. Ajuste de pH. Secado de lodos	Condicionado al cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 0631 de 2015. Desarenador según verificación de parámetros al inicio de obra.
Sistema de conducción	Manguera superficial		Manguera superficial	Manguera

Fuente: (Sacyr, 2018)

Es de destacar que se espera reducir el caudal de vertimiento solicitado en V10 y V13-1 mediante el uso eficiente del agua que sea obtenida durante el proceso, reincorporándolas a los procesos constructivos del proyecto vial, mediante estrategias como recirculación de aguas de excavación, actividades de humectación, entre otras.

7.3.1.4 Sistemas de tratamiento para vertimientos

Con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro de las aguas del río Pamplonita y del cauce de la quebrada San Antonio, se presenta a continuación la descripción del sistema de tratamiento propuesto para cada vertimiento. Asimismo, se describe en el capítulo.

11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-06 Manejo de Residuos Líquidos.

7.3.1.4.1 Sistema de tratamiento del vertimiento V10

Se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales proveniente de lavados- V10 cuya caracterización se describe a continuación:

i. Trampa de grasas

Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento V10 se determinó que la primera unidad del esquema sería una trampa de grasas, encargada de la retención, separación y posterior remoción de los materiales flotantes. Esta trampa tiene las características establecidas en la Tabla 7.27. Estos mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica. Por lo general se diseñan con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y con un volumen mínimo de 2,8 m^3 (Romero, 2002).

Tabla 7.27 Características de la trampa de grasa

Parámetro	Característica
Capacidad de almacenamiento (kg)	≥ [caudal de diseño (lts/min)] / 4
Área (m2)	= 0,25 m2 por cada lts/seg de caudal
Relación ancho/longitud	1:4 – 1:18
Velocidad ascendente	≥ 4 mm/seg
Ø entrada	≥ 50 mm
Ø salida	≥ 100 mm

Fuente: (Sacyr, 2018)

ii. Sedimentación

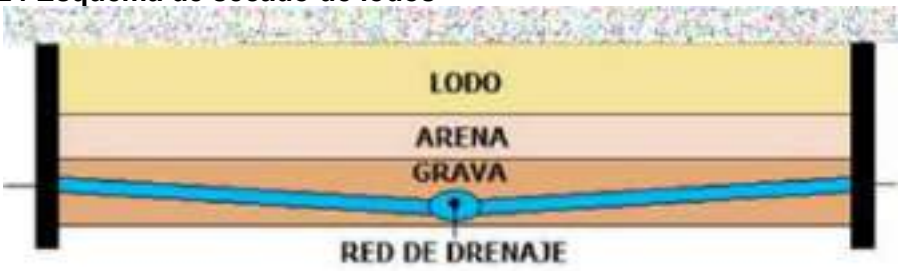
La unidad sedimentadora debe permitir una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002).

iii. Secado de lodos

Mediante el secado de los lodos se consigue reducir el peso de los lodos. El secado se crea mediante la evaporación del agua que existe en los lodos. El secado de los lodos es producido de forma natural.

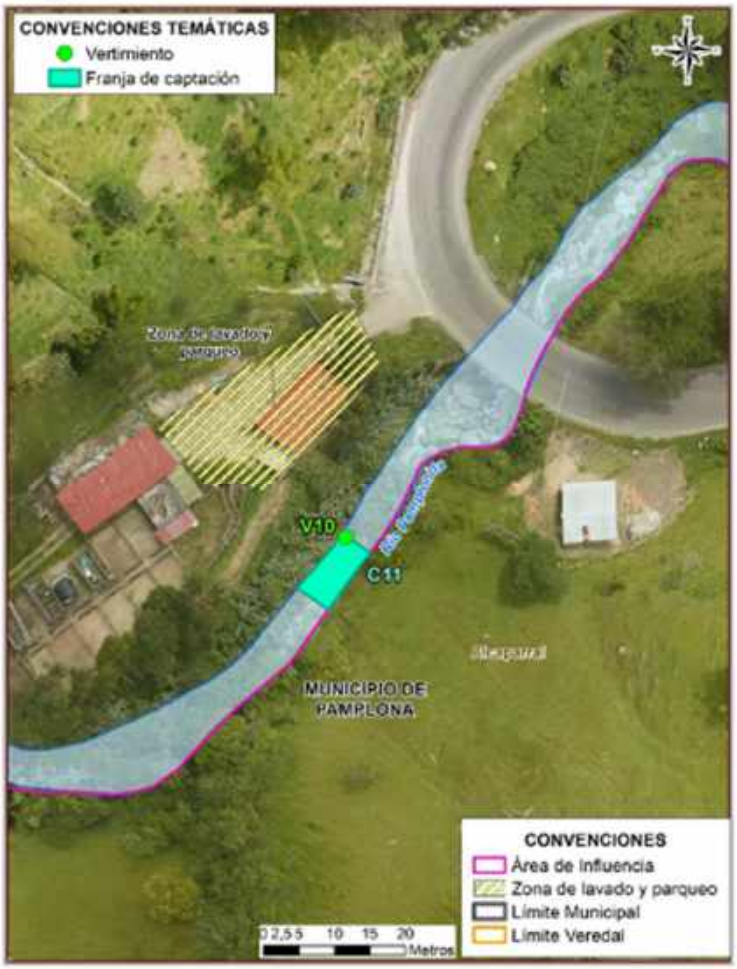
El proceso de deshidratación se produce por la filtración del agua a través de las capas filtrantes de arena y grava y su evacuación se hará mediante tuberías de drenaje de PVC instaladas en el fondo de lecho de secado. De igual manera, la acción de los rayos solares contribuirá al proceso de secado.

Figura 7.24 Esquema de secado de lodos



El sitio de tratamiento se dispone dentro de la zona de lavado y parqueo, definida al lado del río Pamplonita, tal como se ve en la Figura 7.25. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura 7.25 Sitio de tratamiento del vertimiento V10



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.4.2 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-1

El sistema de tratamiento para las aguas del vertimiento V13-1, producto de las aguas industriales asociadas a la construcción del túnel es el siguiente:

i. Floculación

El tratamiento fisicoquímico proyectado consiste en una dosificación de floculante. En el tratamiento se realizará la adición de un reactivo que desestabilizará y aglomerará la materia coloidal para posteriormente decantar los sólidos producidos.

La preparación del floculante se realiza en un depósito de preparación de 4.000 litros y equipado con un agitador. Se añade por un lado el reactivo puro y por otro, agua a tratar. La dosificación se realiza mediante una bomba dosificadora de tipo pistón. El funcionamiento de dicha bomba se regula mediante una temporización.

Los reactivos requeridos por la instalación no se pueden dosificar en el modo en que son suministrados, y requieren una preparación previa a la dosificación. El floculante dosificado es un producto líquido muy concentrado, este podría ser sulfato de aluminio.

ii. Decantación y separación de grasas

A la decantación llegan las aguas residuales con el floculante ya añadido. Dentro de la balsa de decantación, los fangos van decantando en su fondo mientras que el agua ya clarificada sale por una tubería hacia el ajuste de pH. La balsa está dividida en 5 departamentos, utilizándose los 3 primeros para decantación y separación de grasas. Las aguas entrarán en el primero de ellos e irán pasando sucesivamente por los otros dos, llegando finalmente al departamento de ajuste de pH. En este proceso quedarán los sólidos acumulados en la parte inferior de la balsa, mientras que las grasas se acumularán en la parte superior, pasando a la siguiente fase únicamente las aguas clarificadas.

iii. Ajuste de pH

La regulación de pH se realizará mediante la adición de sustancias ácidas, la dosificación se controlará a través de pH-metro.

El sitio de tratamiento se dispone dentro del área de almacenamiento definida en el portal del túnel, tal como se ve en la Figura 7.26. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

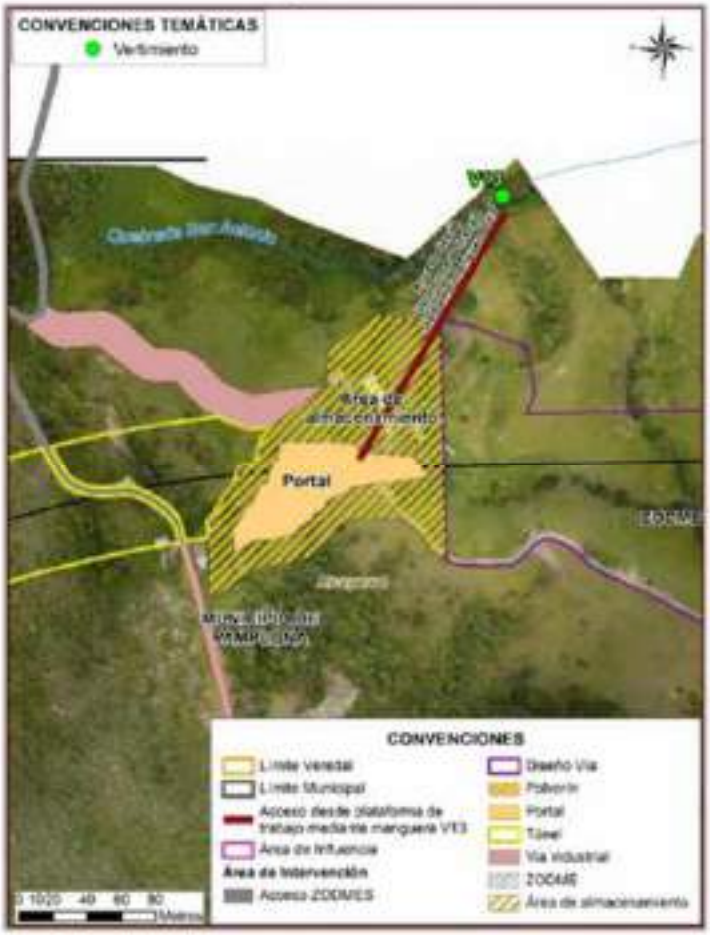
iv. Secado de lodos

El secado consiste en la misma unidad de tratamiento, el cual tiene las mismas características descritas en el secado de lodos del V10.

El sitio de tratamiento se dispone dentro del área de almacenamiento, cercana a la

quebrada San Antonio y ubicada en la entrada del portal norte del túnel, tal como se ve en la Figura 7.26. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura 7.26 Sitio de Tratamiento del agua de industriales de túnel- V13



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.4.3 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-2

Las aguas del vertimiento V13-2, producto de las aguas sin trazas, de la infiltración del túnel, en principio no estaría sujeta a sistema de tratamiento. Sin embargo, el agua producto del V13-2 será vertido sobre la quebrada San Antonio siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015. En caso de ser necesario, se someterá al tratamiento dispuesto para el V13-1, o algunos de sus sistemas. Eventualmente se implementaría un sistema de sedimentación si la calidad del agua de infiltración medida a la salida del túnel lo requiere.

7.3.1.4.4 Aguas residuales domésticas

Asimismo, durante la etapa de construcción se contará con baños portátiles para el personal (ver Figura 7.27), el manejo de las aguas de estos baños se realizará a través de unidades operativas de tratamiento (Ver Capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-08 Manejo de Residuos Líquidos).

Figura 7.27 Unidades Sanitarias Portátiles

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El manejo de las aguas de los baños portátiles estará a cargo de la empresa especializada que suministre los equipos; ésta realizará dos mantenimientos semanales a las unidas sanitarias en uso, de acuerdo con lo establecido por la Asociación Internacional de Sanidad Portátil (PSAI) y se encargará de la disposición final de los residuos allí generados. Por lo anterior, no habrá ningún tipo de vertimiento al medio, de aguas residuales negras en los frentes de obra. La empresa que preste este servicio acreditará los permisos para su funcionamiento y para la disposición de las aguas residuales producto de los mantenimientos.

7.3.1.5 Caudal a verter, frecuencia y tiempo de descarga

Los caudales por verter y para los cuales se solicita permiso de vertimiento se presenta en la Tabla 7.28

La frecuencia de la descarga dependerá de las conducciones en las cuales se ejecuten las actividades identificadas para generar vertimientos. No obstante, y teniendo en cuenta que las actividades solo se realizarán durante la etapa de construcción del proyecto vial, de manera general no excederán los 3 años.

Tabla 7.28 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción)

Vertimiento	Caudal a verter l/s	Tipo de agua	Cuerpo receptor	Frecuencia de descarga (d/mes)	Tiempo de descarga (h/día)
V10	0,60	Agua Industrial – Aguas de lavado	Río Pamplonita	25	18
V13-1	2,20	Agua Industrial – Operación de maquinaria para túnel	Quebrada San Antonio	25	18
V13-2	23,0	Agua industrial de perforación y asociados	Quebrada San Antonio	25	18

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El caudal propuesto para el vertimiento V13 de aguas industriales sobre la Quebrada San Antonio es susceptible de cambios por aumento o disminución, dependiendo de la operación de las actividades constructivas y del reúso del efluente tratado.

A modo opcional, se solicita permiso para el reúso del efluente del sistema de tratamiento de aguas industriales de los vertimientos V10 y V13-1. Éste caudal se destinará para el control, durante la época seca, de material particulado en aquellas vías de uso industrial del proyecto que cuenten con capa de rodadura en material afirmado.

Asimismo, se solicita permiso para el reúso del efluente del Sistema de decantación, el cual se podrá reincorporar al proceso constructivo a través de bombeo por tubería que las conduzca nuevamente al interior del túnel para uso en la perforación. También podría ser empleado para uso en riego en vías y compactación, refrigeración de equipos, entre otras, de tal forma que se reduzca el volumen a captar y el vertimiento a los cuerpos de agua que sean autorizados.

Se aclara que el agua para reúso cumplirá con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 1207 de 2014.

7.3.1.6 Tipo de flujo de la descarga

El tipo de flujo, por lo indicado anteriormente, se puede considerar como permanente (a largo plazo) e intermitente (a corto plazo) realizado sólo durante la etapa de construcción del proyecto, es decir, 36 meses.

7.3.1.7 Caracterización del vertimiento

Teniendo en cuenta que la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Sector Pamplona-Pamplonita no se ha construido, no se tienen datos directos de caracterización de las aguas industriales que se van a generar por las actividades ya indicadas, por lo tanto se tomaron como referencia los valores obtenidos de los estudios realizados para Ruta del Sol Tramo 1, Consorcio vial Helios, 2008, los cuales estiman que la generación de vertimientos asociados al lavado de maquinaria contienen una elevada cantidad de sólidos disueltos, suspendidos y residuos químicos, tales como se muestran en la Tabla 7.29.

Tabla 7.29 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra

Parámetro	Unidades	Resultado
Cloruros	mg Cl/l	58,8
pH	Unidades	11
Sólidos Totales	mg/l	499
Sulfatos	mgSO4/l	135
Solidos sedimentables	mg/l	332
DQO	PPM	216
Turbidez	FTU	50
Dureza	mgCaCO3/l	4220
Alcalinidad	mgCaCO3/l	3389
Arsénico	mg/l	0.5
Bario	mg/l	1.0
Cadmio	mg/l	0.01

Fuente (Helios Consorcio Vial, 2008)

En cuanto a las aguas residuales industriales del túnel, debido a la incertidumbre sobre la calidad de las mismas ya que no es posible conocer de antemano la caracterización de las aguas de uso industrial que se suministrarán para la obra, más allá de los resultantes del proceso constructivo como tal, se buscará que el sistema de tratamiento arroje un efluente de iguales o mejores condiciones que el efluente considerado para el vertimiento V10 (Tabla 7.26).

En cuanto a los valores esperados de los parámetros para aguas residuales industriales ya tratadas y listas para verter, en **Tabla 7.32** se presentan las características fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos, previstas para la UF1.

En lo que respecta a las aguas naturales de infiltración del túnel, se realizó un muestreo de parámetros in situ mediante la obtención de aguas del macizo a partir de los piezómetros realizando una campaña de bombeo a través de compresor de aire, con lo cual se logró obtener parámetros que se consideran representativos de las aguas que fluirán por el conducto a excavar.

Tabla 7.30 Datos de muestreo de parámetros in situ para aguas de infiltración del túnel de Pamplona.

	PIEZOMETRO 15A				
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
pH	6.69	7.01	7.11	7.11	7.14
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	92	150	66	84	70
Temperatura (°C)	18.0	19.7	19.6	18.6	18.6
Conductividad (uS)	175	194	132	167	138
mV	22	7	1	1	0

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Debido a que durante la prueba se requirió esperar a la estabilización de las propiedades del agua de tal manera que fuera "lavado" el piezómetro y las aguas resultantes fueran aquellas típicas del macizo rocoso, se descartaron los 2 primeros datos y se tomó el promedio de los últimos 3 datos como valores representativos de referencia para la calidad de aguas de infiltración del túnel, a nivel de parámetros in situ. Es de anotar que se presenta un exceso en sólidos debido a la turbulencia que genera el procedimiento, por lo que este parámetro requiere verificación al inicio del proceso.

Tabla 7.31 Parámetros representativos in situ para aguas de infiltración del túnel de Pamplona.

	PIEZOMETRO 15A			
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
pH	7.11	7.11	7.14	**7.12**
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	66	84	70	**73.3**
Temperatura (°C)	19.6	18.6	18.6	**18.9**
Conductividad (uS)	132	167	138	**145.7**
mV	1	1	0	**0.7**

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Tabla 7.32 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1

Parámetro	Calidad del efluente tratado		Calidad del efluente crudo		Fuente
	Concentración máxima	Unidad	Concentración	Unidad	
Solidos suspendidos totales	50	mg/l	372	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004) (CRUZ, 2015)
DBO_5	50	mg/l O2	151	mg/l O2	Resolución 631 (MADS, 2015), (CRUZ, 2015)
DQO	150	mg/l	216	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004), (Helios Consorcio Vial, 2008)
Temperatura	14,24	°C	14,24	°C	IDEAM/CIMA
Conductividad	376,656	ms	7980	ms	(CRUZ, 2015)
Oxígeno disuelto	2	mg/l	2	mg/l	(GOYENOLA, 2007)
Nitrógeno orgánico	2	mg/l	2	mg/l	Límite de detección CIMA
Nitrógeno amoniacal	1	mg/l	1	mg/l	Límite de detección CIMA
Nitrato	0,3	mg/l	0,3	mg/l	Límite de detección CIMA
fosforo inorgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	ttps://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA
fosforo orgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	ttps://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA
Alcalinidad	159,9608	mg/l CaCO3	3389	mg/l CaCO3	(CRUZ, 2015)
pH	9	AD	11	AD	(CRUZ, 2015)
Patógenos	6	CFU/100 ml	6,00E+00	CFU/100 ml	(CRUZ, 2015)
Arsénico	0,5	mg/l	0,5	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)
Bario	1,0	mg/l	1,0	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)
Cadmio	0,01	mg/l	0,01	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)

7.3.1.8 Calidad de agua en la fuente receptora del vertimiento

7.3.1.8.1 Criterios de calidad del agua para diversos usos

En la Tabla 7.35 se muestran los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso para consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de flora y fauna, estipulado en la legislación ambiental vigente en el (Decreto 1076 de 2015) y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del rio Pamplonita establecidos mediante la (Resolución 0118 de 2007) por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental "CORPONOR" (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, C – Usos del agua). También se muestran los criterios de calidad establecidos en el decreto único ambiental (Decreto 1076 de 2015).

7.3.1.8.2 Calidad de agua en el Río Pamplonita (V-10)

Los resultados de los parámetros in Situ para el Río Pamplonita en el punto de vertimiento V10 se presentan en la Tabla 7.33 y hacen parte del Anexo 7, Permisos ambientales, B-Vertimiento, B-1 Modelo.

Tabla 7.33 Parámetros in Situ en corriente receptora – Río Pamplonita

Parámetro	Unidades	LCM[1]	Resultado
T° Muestra	°C	> 5	14,24
pH	Unidades	0,00 a 14,00	7,91
Conductividad	µS/cm	NA	251
Sólidos disueltos totales	mg/l	1	125
Sólidos sedimentables	ml/l	0,01	0,4
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 a 50,00	7,39

Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

[1] LCM: Límite de cuantificación del método

Los resultados del análisis de laboratorio para el Río Pamplonita en el punto de vertimiento V10 se presentan en la Tabla 7.36 en donde también se muestran los criterios de calidad de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 para diversos usos. Además, en la Tabla 7.37 se muestran los parámetros adicionales monitoreados en la fuente receptora.

7.3.1.8.3 Calidad de agua en la Quebrada San Antonio (V13_1 y V13_2)

Los resultados de los parámetros in Situ para la quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13 se presentan en la **Figura 7.33** y hacen parte del Anexo 7, Permisos ambientales, B-Vertimiento, B-1 Modelo.

Tabla 7.34 Parámetros in Situ en corriente receptora – Quebrada San Antonio

Parámetro	Unidades	LCM[2]	Resultado
T° Muestra	°C	> 5	16.9
pH	Unidades	0,00 a 14,00	7.33
Conductividad	µS/cm	NA	145.7
Sólidos disueltos totales	mg/l	1	32
Sólidos sedimentables	ml/l	0,01	0,1
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 a 50,00	17,32

Fuente: AGQ Labs - 2019

Los resultados de análisis de laboratorio para la quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13 se presentan en la **Tabla 7.38**.

Se debe tener en cuenta que para la quebrada San Antonio la calidad de las aguas es bastante buena por lo que gran parte de los valores de los parámetros de calidad dan por debajo del límite de cuantificación de los métodos. Durante el análisis de parámetros in situ para el momento de los muestreos, se encontró una buena calidad del agua evidenciada en los bajos contenidos de material disuelto y de materia orgánica. Por esta razón se solicitan para el análisis de laboratorio los parámetros considerados más representativos, toda vez que tal como se esperaba, la mayoría de los parámetros se encuentran por debajo de los límites de cuantificación de los métodos. En la **Tabla 7.38** , en la columna "Resultado" se evidencia dicha condición.

[2] LCM: Límite de cuantificación del método

Tabla 7.35 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos

Decreto /Resolución	Articulo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O_2/l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Decreto 1076 de 2015). Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	N.E.[3]	N.E.	5,9 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	N.E.	6,5 - 8,5	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.	4,5 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
(Resolución 0118 de 2007), Por la cual se establecen los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	N.E.	≥4	5,0 - 9,0	N.E.	N.E.

Fuente: Adaptado de (CORPONOR, 2007) y (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

[3] N.E: No establecido

Tabla 7.36 Resultados de laboratorio para el Río Pamplonita

Parámetro	Unidad	LCM	LD[4]	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Articulo 2.2.3.3.9.3	**Articulo 2.2.3.3.9.4**	**Articulo 2.2.3.3.9.5**	**Articulo 2.2.3.3.9.6**
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Acidez	mg $CaCO_3$/l	5	2,993	33	---	---	---	---
Alcalinidad total	mg/l $CaCO_3$	4	<4	52	---	---	---	---
Arsenico total	mg Metal/l	0,0045	0,0012	<0,0045	0,05	0,05	0,1	0,2
Bario total	mg Ba/l	0,1	0,05	<0,1	1	1	---	
Cadmio total	mg Cd/l	0,005		<0,005	0,01	0,01	0,01	0,05
Cobre Total	mg Cu/l	0,015	0,01	<0,015	1	1	0,2	0,5
Coliformes fecales termotolerantes	NPM/100 ml	<1	N.A.	1374000	2000	---	---	---
Coliformes totales	NPM/100 ml	<1	N.A.	3654000	20000	1000	---	---
Color verdadero	UPC	4,97	2,78	131,1	75	20	---	---
Cromo total	mg Cr/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	0,1	1
DBO5	mgO_2/l	10		30	---	---	---	---
DQO	mgO_2/l	10	1	143	---	---	---	---
Dureza Cálcica	mg $CaCO_3$/l	5	1	38	---	---	---	---
Dureza Total	mg$CaCO_3$/l	5	1	40	---	---	---	---
Fenoles Totales	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,002	---	---
Fósforo Total	mg P/l	0,02	<0,02	2,9	---	---	---	---
Grasas y Aceites	mg/l	0,5	0	14,4	---	---	---	---
Mercurio total	mg Metal/l	0,0006	0,0002	<0,0006	0,002	0,002	---	0,01

[4] LD: Límite de detección del método

Parámetro	Unidad	LCM	LD[4]	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Articulo 2.2.3.3.9.3	**Articulo 2.2.3.3.9.4**	**Articulo 2.2.3.3.9.5**	**Articulo 2.2.3.3.9.6**
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Nitrógeno Orgánico	mg/l	2		2	---	---	---	---
Nitrógeno total Kjeldhal	mg N/l	2	0,56	14	---	---	---	---
Niquel Total	mg Ni/l	0,05		<0,05	---	---	0,2	---
Plata total	mg Ag/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	---	---
Plomo Total	mg Pb/l	0,05	0,05	<0,05	0,05	0,05	5	0,1
Selenio total	mg Metal/l	0,0055	0,0015	<0,0055	0,01	0,01	0,02	---
Sólidos suspendidos totales	mg/l	5	0,3619	79	---	---	---	---
Turbiedad	NTU	0,3	0,112	29,9	---	19	---	---
Zinc Total	mg Zn/l	0,01	0,005	0,04	15	15	2	25

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015)

Tabla 7.37 Resultados de laboratorio complementarios para el Río Pamplonita

Parámetro	Unidades	LCM	LD	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Articulo 2.2.3.3.9.3	Articulo 2.2.3.3.9.4	Articulo 2.2.3.3.9.5	Articulo 2.2.3.3.9.6
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Carbono orgánico disuelto	mg/l	5	N.R.[5]	**<5**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Cloruro	mg Cl^-/l	5	1,021	**27**	N.R.	250	N.R.	N.R.
Cromo Hexavalente	mg Cr/l	0,009	N.R.	**<0,009**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO20	N.E.	N.E.	N.E.	**106**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO5 Filtrada	mgO_2/l	10	N.R.	**33**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Inorgánico	mg/l P	0,02	N.R.	**1,49**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Orgánico	mg/l P	0,001	N.R.	**1,41**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Hidrocarburos Totales	mg/l	0,5	N.R.	**8**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Materia Orgánica	%	N.E.	N.E.	**4,53**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Nitratos	mg NO_3^- -N/l	0,3	0,007	**<0,3**	10	10	N.R.	100
Nitritos	mg NO_2^- -N/l	0,003	0,001	**0,005**	1	1	N.R.	10
Nitrógeno Amoniacal	mg NH_3-N/l	1	N.R.	**12**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Ortofosfatos	mg/l	0,05	<0,05	**6,82**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Redox	mV	N.R.	N.R.	**-18,3**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfatos	mg $SO_4^=$/l	2	N.R.	**15**	400	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfuros	mg/l	1	0,61	**1,262**	N.R.	400	N.R.	N.R.
Sólidos suspendidos inorgánicos	mg/l	5	N.R.	**72**	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Vanadio Total	mg V/l	0,3	N.R.	**<0,3**	N.R.	N.R.	0,1	N.R.

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 y Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

[5] N:R. No reportado

Tabla 7.38 Resultados de laboratorio para la quebrada San Antonio, conforme a resolución 631 de 2015 (MADS)

Parámetro	Resultado	Unidad	Límite de Cuantificación	Rango Máx.
Punto 1				
Aceites y Grasas	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Bicarbonatos	6,19	mg/L CaCO3	1,89	200,00
Calcio Total	10,5	mg/L	1,00	20,00
Carbonatos	< 5	mg/L CaCO3	5,00	1.000,00
Cloruros	< 5	mg/L	5,00	100,00
DBO5	< 2,1	mg/L	2,10	5.000,00
DQO	< 10	mg/L	10,00	1.000,00
Fenoles	< 0,1	mg/L	0,10	1,50
Hidrocarburos Totales	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Hierro Total	0,456	mg/L	0,10	2,00
Magnesio Total	< 1	mg/L	1,00	20,00
Nitratos	< 0,3	mg/L	0,30	7,00
Nitritos	< 0,03	mg/L	0,03	0,20
Potasio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Salinidad	< 0,02	‰	0,02	1.000,00
Sodio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Sólidos Sedimentables	< 0,1	mL/L	0,10	800,00
Sólidos Totales Disueltos	32	mg/L	10,00	20.000,00
Sólidos Totales Suspendidos	29	mg/L	5,00	1.000,00
Sulfatos	3,73	mg/L	0,80	100,00
Sulfuros	< 1	mg/L	1,00	1.000,00
Punto 2				
Aceites y Grasas	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Bicarbonatos	6,19	mg/L CaCO3	1,89	200,00
Calcio Total	4,17	mg/L	1,00	20,00
Carbonatos	< 5	mg/L CaCO3	5,00	1.000,00
Cloruros	< 5	mg/L	5,00	100,00
DBO5	< 2,1	mg/L	2,10	5.000,00
DQO	< 10	mg/L	10,00	1.000,00

Parámetro	Resultado	Unidad	Límite de Cuantificación	Rango Máx.
Fenoles	< 0,1	mg/L	0,10	1,50
Hidrocarburos Totales	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Hierro Total	0,567	mg/L	0,10	2,00
Magnesio Total	< 1	mg/L	1,00	20,00
Nitratos	< 0,3	mg/L	0,30	7,00
Nitritos	< 0,03	mg/L	0,03	0,20
Potasio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Salinidad	0,02	‰	0,02	1.000,00
Sodio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Sólidos Sedimentables	< 0,1	mL/L	0,10	800,00
Sólidos Totales Disueltos	41	mg/L	10,00	20.000,00
Sólidos Totales Suspendidos	31	mg/L	5,00	1.000,00
Sulfatos	3,84	mg/L	0,80	100,00
Sulfuros	< 1	mg/L	1,00	1.000,00
Punto 3				
Aceites y Grasas	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Bicarbonatos	43,1	mg/L CaCO3	1,89	200,00
Calcio Total	17,3	mg/L	1,00	20,00
Carbonatos	< 5	mg/L CaCO3	5,00	1.000,00
Cloruros	< 5	mg/L	5,00	100,00
DBO5	6	mg/L	2,10	5.000,00
DQO	15,43	mg/L	10,00	1.000,00
Fenoles	< 0,1	mg/L	0,10	1,50
Hidrocarburos Totales	< 4	mg/L	4,00	20.000,00
Hierro Total	2,28	mg/L	0,10	2,00
Magnesio Total	1,67	mg/L	1,00	20,00
Nitratos	< 0,3	mg/L	0,30	7,00
Nitritos	< 0,03	mg/L	0,03	0,20
Potasio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Salinidad	0,06	‰	0,02	1.000,00
Sodio Total	< 4	mg/L	4,00	50,00
Sólidos Sedimentables	0,4	mL/L	0,10	800,00
Sólidos Totales Disueltos	62	mg/L	10,00	20.000,00
Sólidos Totales	37	mg/L	5,00	1.000,00

Parámetro	Resultado	Unidad	Límite de Cuantificación	Rango Máx.
Suspendidos				
Sulfatos	8,49	mg/L	0,80	100,00
Sulfuros	< 1	mg/L	1,00	1.000,00

Fuente: AGQ Labs 2019

7.3.1.9 Modelación de los vertimientos (ADZ - Quasar) – Río Pamplonita

7.3.1.9.1 Prueba de trazadores

Esta prueba permite observar de modo grafico el comportamiento de la dispersión longitudinal de un vertimiento puntual instantáneo conservativo sobre el río Pamplonita, a través de los valores de conductividad y su equivalencia en TDS, estos últimos fueron obtenidos por el producto entre la conductividad y una constante equivalente a 0,64.

Las pruebas de trazadores se realizaron con base en los procedimientos formulados por la United States Geological Survey USGS (HUBBARD, 1982) con el objetivo de determinar tiempos de viaje en el río Pamplonita. Como trazador se utilizó Cloruro de Sodio (IDEAM, 2007) a una concentración aproximada de 0,313 Kg/L.

El análisis de los datos obtenidos durante la prueba de trazadores permite determinar variables del comportamiento hidráulico del rio Pamplonita, así como diferentes variables que determinan el comportamiento de la dispersión de contaminantes y sus coeficientes de dispersión advectiva. La Tabla 7.39 se presenta el resumen de resultados obtenido durante el análisis de la prueba de trazadores sobre el río Pamplonita.

Tabla 7.39 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del rio Pamplonita.

Prueba de trazadores km 0										
Estación	**Distancia (Km)**	**Arribo**	**Máximo**	**Centroide**	**Descole**	**Q**	**Cp**	**Concentración máxima producida por 1Kg de trazador**	**Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m^3/s del rio**	**Tiempo de paso de la nube del trazador**
No	**Desde el punto de inyección**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**(m3/s)**	**(mg/L)**	**(mg/L)*Kg**	**[(mg/L) (m^3/s)]/Kg**	**(s)**
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1	0,155	360,00	570,00	617,41	1020,00	0,4985	172,76	7,54	3,759094355	660
3	0,445	900,00	1230,00	1230,50	1710,00	0,4985	138,15	21,55	3,195512335	810
Prueba de trazadores km 9,4										
Estación	Distancia (Km)	Arribo	Máximo	Centroide	Descole	Q	Cp	Concentración máxima producida por 1Kg de	Cup Concentración máxima producida por	Tiempo de paso de la nube del

Prueba de trazadores km 0										
Estación	**Distancia (Km)**	**Arribo**	**Máximo**	**Centroide**	**Descole**	**Q**	**Cp**	**Concentración máxima producida por 1Kg de trazador**	**Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m^3/s del rio**	**Tiempo de paso de la nube del trazador**
No	**Desde el punto de inyección**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**Tiempo de viaje (s)**	**(m3/s)**	**(mg/L)**	**(mg/L)*Kg**	**[(mg/L) (m^3/s)]/Kg**	**(s)**
								trazador	1Kg de trazador en un m3/s del rio	trazador
No	Desde el punto de inyección	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	(m3/s)	(mg/L)	(mg/L)*Kg	[(mg/L) (m3/s)]/Kg	(s)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1	0,18	180,00	360,00	408,54	1200,00	1	80,67	5,18	5,179379125	1020
2	0,42	630,00	810,00	872,32	1800,00	1	51,50	14,57	3,53541215	1170

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Tabla 7.40 presenta el resumen de las principales características hidráulicas de dispersión obtenidas durante el ensayo de trazadores.

Tabla 7.40 Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores.

Variable	Símbolo	Valor (km 0)	Valor (km 9,4)
Tiempo de arribo	□ (s)	540	666
Tiempo medio de viaje	$\bar{t}$ (s)	613,10	1000,0
Tiempo de residencia	Tr (s)	73,10	333,33
Fracción dispersiva	DF	0,12	0,33
Coeficiente de difusión	D (m^2/s)	15,878	5,870
Longitud de mezcla	L_m (m)	152	258

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

7.3.1.9.2 Longitud de influencia del vertimiento

Los cálculos requeridos para hallar la longitud de influencia del vertimiento se basan principalmente en la guía que entrega la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) sobre el tema; sin embargo, también se utilizaron otras referencias como (BOWIE, 1985), EPA-600-3-78-105 (ZISON, 1978) y (ALLISON D, 2005). Para dar inicio, fue necesario conocer el caudal ambiental (Qamb), el caudal de vertimiento (Qv), el caudal total (Q), las velocidades medias (V) máxima (Vmax), y la longitud del cuerpo de agua (L).

Así mismo, entre los datos más importantes requeridos para el desarrollo de este cálculo están las concentraciones de los contaminantes en el vertimiento (Cv), en el cuerpo de agua (Co) y las esperadas (Cesp); cabe resaltar que los contaminantes seleccionados son los que componen el Grupo 1 presentado por la ANLA , es decir, Temperatura del agua, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Fósforo Total, Coliformes Fecales y Sólidos Suspendidos Totales (SST) Adicionalmente se analiza la longitud de influencia para Arsenico ,Cadmio, Bario, metales pesados para los cuales se proyectan concentraciones a nivel de trazas en los vertimientos de ARnD. (ALLISON D, 2005).

Se establecen como concentraciones de estiaje valores determinados en la Resolución 0118 de 2007 de CORPONOR. Los determinantes de calidad del agua no establecidos por los objetivos de calidad del agua se determinan tomando como referencia diferentes criterios técnicos adoptados de normas nacionales e internacionales. La Tabla 7.41 presenta los criterios de calidad del agua adoptados para el análisis de la longitud de influencia.

Tabla 7.41 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada Cesp aguas abajo del vertimiento

Determinante	Unidades	Valor	Fuente
DBO5	mg/L	15	Resolución 0118 de 2007, CORPONOR.
NTK	mg/L	1- 3	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Fósforo total	mg/L	0,5	Hipereutrofia
Coliformes fecales	NMP/100mL	2000	Resolución 0118 de 2007, CORPONOR Directiva
SST	mg/L	10	Resolución 0118 de 2007, CORPONOR
Oxígeno disuelto	mg/L	70% de OS o 5-8	Decreto 1594/84 Min agricultura, art 41 /Goyenola 2007
Arsénico	mg/L	0,1	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Bario	mg/L	1	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Cadmio	mg/L	0,005	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

7.3.1.9.3 Obtención de parámetros del modelo

Teniendo en cuenta los procesos de degradación y transformación considerados para los contaminantes a evaluar, fue necesario calcular la tasa de reacción de cada uno de ellos. Los resultados presentados en la Tabla 7.42 permitieron calcular los tiempos de viaje para cada contaminante estudiado.

Tabla 7.42 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita

Parámetro	Tasas de Reacción (d^{-1})	Valor de la tasa de reacción
DBO	kr	136,95
NTK	kn	6,70
Fósforo total	kp	0,80
Coliformes fecales	k'b	9,76
SST	ks	10,45
Arsénico	k_{As}	60,2
Bario	k_{Ba}	60,2
Cadmio	k_{Cd}	108.8
	ka	34,89
	kd	0,58
Oxígeno disuelto	kn	0,16

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

A partir de lo anterior, se calcularon las longitudes de influencia del vertimiento en el rio Pamplonita, arrojando como longitud final de influencia 25,45 km, valor referente al parámetro Fósforo, 5.19 Km para el parámetro SST, 0.61 Km para oxígeno disuelto y 6.02 Km para nitrógeno total.

En la **Figura 7.28** se muestra la memoria de cálculo para la longitud de influencia del vertimiento V10.

Figura 7.28 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V10

VERIFICACIÓN DE LA LONGITUD DE INFLUENCIA PARA EL VERTIMIENTO V10

Cálculo del factor de asimilación

Se utilizan los mismos criterios tenidos en cuenta para el cálculo de la longitud de influencia según manual vigente del Minsterio del Medio Ambiente.

Donde	Cv	Concentración de la sustancia contaminante vertida	C punto de mezcla	Concentración en el punto de mezcla
	Wv	Carga contaminante vertida	C esperada	Concentración esperada
	Co	Concentración de contaminantes en el rio	a	Factor de asimilación
	Wo	Carga contaminante del rio	W	Carga a la entrada del tramo

Fuente: [4] ANLA. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Colombia. 2013.

VERTIMIENTO		RIO			OBJETIVOS CALIDAD				
Cv (mg/L)	Wv (mg/s)	Co (mg/L)	Wo (mg/s)	W (mg/s)	Cpm (mg/L)	C esperada (mg/L)	a (L/s)	Qvert (L/s)	Qamb (L/s)
50.00	30	79.00	46610	46640	78.98	10	4664	0.6	590

Cálculo de la longitud de influencia

Se aplica la relación: $$a = \left[\left(1 + DF \cdot k\bar{t}\right) e^{(1-DF)k\bar{t}} \right] Q$$

A partir del tiempo calculado y la velocidad del agua en el río Pamplonita se calcula la longitud de influencia.

PARAMETRO	Corriente	DF	k	a (L/s)	t (d)	Qamb (L/s)	t (h)	t (s)	V(m/s)	L(m)	L(Km)
SST	Rio Pamplonita	0.12	10.45	4664.00	0.20	590	04:48	17318	0.3	5189.83	5.19

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Tabla 7.43 Resultados de longitud de influencia del vertimiento sobre el río Pamplonita.

Cálculo Longitud de Influencia				
Parámetro	**V (m/s)**	**t (d)**	**t (s)**	**L (m)**
DBO	0,300	0,00579202	500,4305674	***150,13***
NTK		0,232073222	20051,12638	6015,34
Fósforo total		0,982128783	84855,92681	25456,78
SST		0,200224845	17299,42659	***5189,83***
[6]As		-2,13E-02	-1839,452372	-551,84
Ba		-1,64E-02	-1419,193661	-425,76
Cd		-5,96E-02	-5150,787558	-1545,24
Oxígeno disuelto		0,023565236	2036,036392	610,81
Longitud de influencia seleccionada (m)				***5189***

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Se ha de tener en cuenta que el modelo ADZ - Quasar predice tales longitudes de influencia, dada la presencia de altos los niveles de constituyentes provenientes de los vertimientos de la ciudad de Pamplona; sin embargo, las características del vertimientos de la UF1 aporta solidos suspendidos, solidos disueltos trazas de metales y probablemente alguna carga de DBO, Por tal razón; si bien en la modelación se incluirán variables relacionadas con nutrientes y carga orgánica, en condiciones normales los vertimientos de la UF 1 no tendrían influencia directa sobre estos parámetros. De esta forma, la longitud de influencia del vertimiento es de 5189 m, valor calculado para los sólidos suspendidos totales.

7.3.1.10 Modelación del vertimiento (QUAL2KW) – Río Pamplonita

A continuación, se muestra la información más relevante y resumida del modelo de vertimiento, este se presenta a detalle en el Anexo 7 Permisos ambientales, B-Vertimientos, B-1 Modelo de vertimiento, donde se incluyen también los anexos de este como reportes de laboratorio, reportes de campo, memorias de cálculo, gráficas de resultados, registro fotográfico y fílmico, etc.

Con el fin de garantizar la adecuada disposición de los residuos líquidos tratados y cumpliendo con lo establecido en la normatividad ambiental vigente, Decreto 1076 del 2015 y Resolución 631 de 2015, se presenta a continuación la información requerida para la solicitud del permiso de vertimiento de las aguas residuales industriales tratadas que se generarán por las actividades que se desarrollarán en el área de influencia del proyecto.

[6] Los valores de tiempo y longitud negativa corresponden a un resultado matemático que indica que cuando se da la mezcla entre el agua superficial y el agua del vertimiento, la concentración resultante es inferior a la concentración esperada definida por los objetivos de calidad. En este caso se asumirá la longitud de influencia como 0 metros en mezcla perfecta; o bien 154 metros de acuerdo a los cálculos de longitud de mezcla realizados según las fórmulas de Yotsukura.

Se utiliza el modelo de simulación QUAL2Kw desarrollado por el Chapra y Pelletier, 2003. QUAL2Kw incluye los siguientes aspectos:

i. Unidimensional en estado estacionario
ii. Hidráulica en estado estacionario
iii. Flujo constante es simulado
iv. Balance diario de calor simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diaria
v. Cinética de la calidad de agua dinámica: Todas las variables de calidad del agua son simuladas de forma dinámica en una escala de momento diario. La entrada de masas, cargas puntuales, no puntuales y las abstracciones son simuladas.

Este modelo permite evaluar la capacidad asimilativa del agua residual de un sistema de corrientes mediante la simulación de varios constituyentes de calidad del agua en el sistema, utilizando una solución de diferencias finitas de las ecuaciones de advección-dispersión y de reacción.

El software incluye elementos como: Se programa en el idioma de Windows macro para aplicaciones Visual Basic y Excel se usa como la interfaz gráfica del usuario. Q2Kw simula anoxia mediante la reducción de las reacciones de oxidación a niveles bajos de oxígeno. La eliminación de patógenos se determina en función de la temperatura, luz y solución o medio de reacción. Los sedimentos y flujos de agua, de oxígeno disuelto y nutrientes son simulados internamente. La demanda de oxígeno en sedimentos (SOD) y los flujos de nutrientes se simulan en función de la solución de partículas de materia orgánica, reacciones de diagénesis dentro de los sedimentos y las concentraciones de las formas solubles en las aguas supra yacentes.

7.3.1.10.1 Segmentación del cuerpo de agua

El río se divide en tramos que a su vez se dividen en una sucesión de pequeños subtramos o elementos computacionales y para cada elemento se realiza un balance hidrológico en términos del caudal, un balance térmico en términos de la temperatura, y un balance de masa en términos de la concentración de cada constituyente. Los resultados finales se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente.

Figura 7.29 Segmentación del Cuerpo de Agua

Fuente: Software Qual2kw

7.3.1.10.2 Escenarios de modelación

La Tabla 7.44 presenta los escenarios de modelación estimados con base en el análisis de caudales presentados en el modelo de vertimiento.

Tabla 7.44 Escenarios de modelación para el Río Pamplonita

Escenario	Caudal de cuerpo de agua			Caudal vertimiento		
		m³/s	l/s		m³/s	l/s
E1	**Medido en campo**	0,54	540	**Sin vertimiento**	0	0
E2	**Máximo medio multianual (m³/s)**	7,93	7930	**Máximo vertimiento tratado**	0,0006	0,6
E3	**Medio multianual (m³/s)**	2,23	2230	**Medio, vertimiento tratado**	0,0004	0,4
E4	**Ambiental (m³/s)**	0,59	590	**Máximo, vertimiento sin tratamiento**	0,0006	0,6

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018) Modelo hidráulico

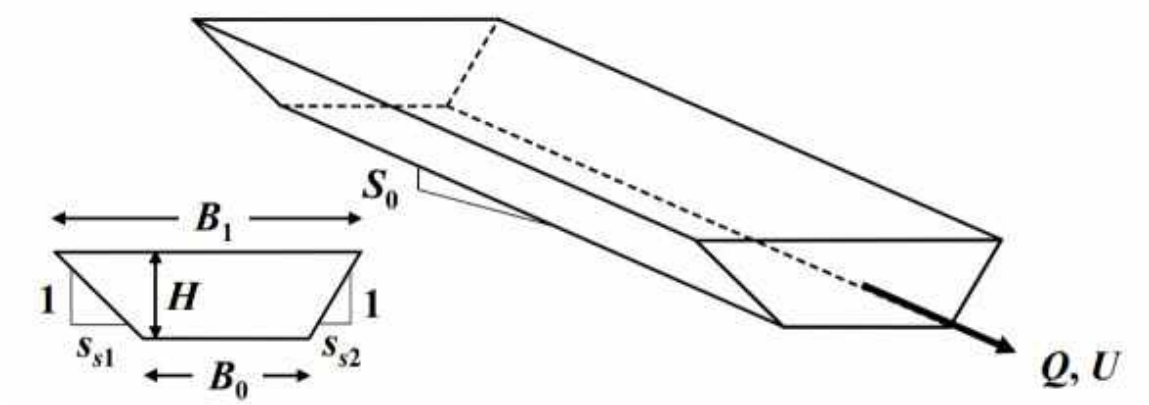
Se implementó el modelo Hidráulico de Manning, dadas las características de la corriente y la información colectada por Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA durante la campaña del 29 de diciembre de 2017.

De acuerdo con el modelo hidráulico de Manning, cada elemento en un segmento particular puede ser idealizado como un canal trapezoidal (Figura 7.30). Bajo condiciones de flujo constante, la ecuación de Manning puede usarse para expresar la relación entre Flujo y profundidad como:

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

Donde Q = caudal [m3/s], S0 = pendiente del canal [m/m], n = Coeficiente de rugosidad de Manning, Ac =área de sección transversal [m2], y P = perímetro húmedo[m]. (Steve Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, diciembre 2008).

Figura 7.30 Esquematización del modelo hidráulico de Manning



Fuente: Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, (diciembre 2008).

7.3.1.10.3 Constantes cinéticas

La información relacionada con las constantes de velocidad de reacción específicas de los parámetros involucrados en el análisis o en la modelación son determinados en función de las características físicas e hidráulicas de la corriente principal. Las cinéticas de reacción incluyen entre otros:

Las tasas de aireación, velocidad de sedimentación de sólidos inorgánicos en suspensión, tasas de DBO carbonácea lenta (CBOD), hidrólisis o tasas de oxidación de DBO carbonácea rápida , hidrólisis del nitrógeno orgánico, nitrificación de amonio, las tasas de nitratos, desnitrificación, las tasas de hidrólisis de fósforo orgánico, tasa máxima de crecimiento, respiración o muerte del fitoplancton, tasas de biomasa inicial, la tasa de crecimiento máxima de primer orden, respiración, excreción y muerte, la velocidad de absorción máxima de nitrógeno, la velocidad de absorción máxima de fósforo, absorción de nitrógeno en la columna de agua y absorción de fósforo en la columna de agua, entre otros. Para los fines de la simulación final, se utilizan las constantes cinéticas internas establecidas por Qual2kw.

7.3.1.10.4 Calibración

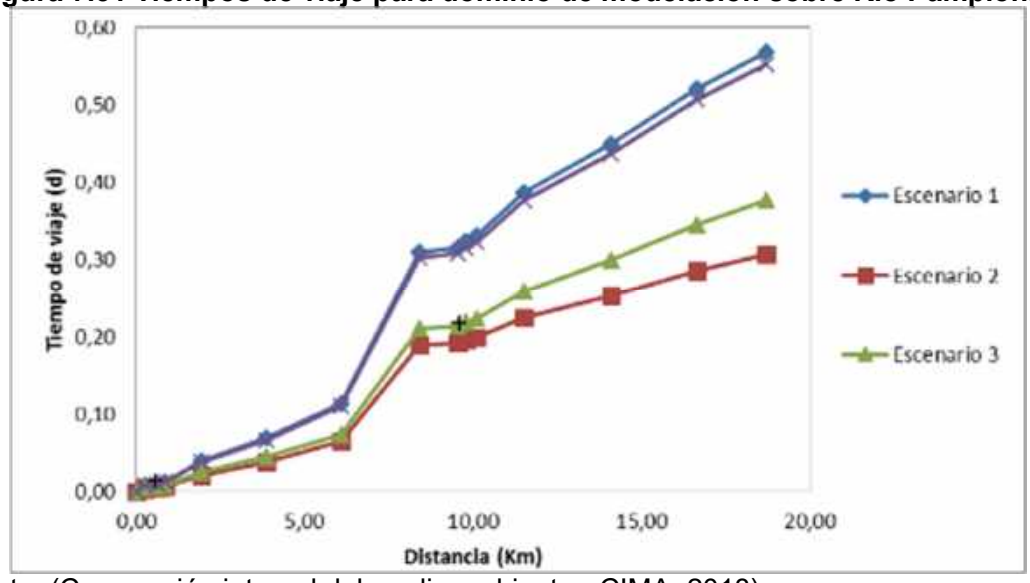
Q2K tiene la capacidad para calibrar automáticamente los parámetros de tipo seleccionado.

Los resultados de la calibración están limitados por los escases de datos, así como la incertidumbre asociada a muestreos puntuales de monitoreo y análisis de laboratorio. El ejercicio de calibración se realiza únicamente para el escenario E1, dado que los demás escenarios se utilizan para realizar proyecciones del efecto del futuro vertimiento sobre el rio.

7.3.1.10.5 Modelación de parámetros hidráulicos

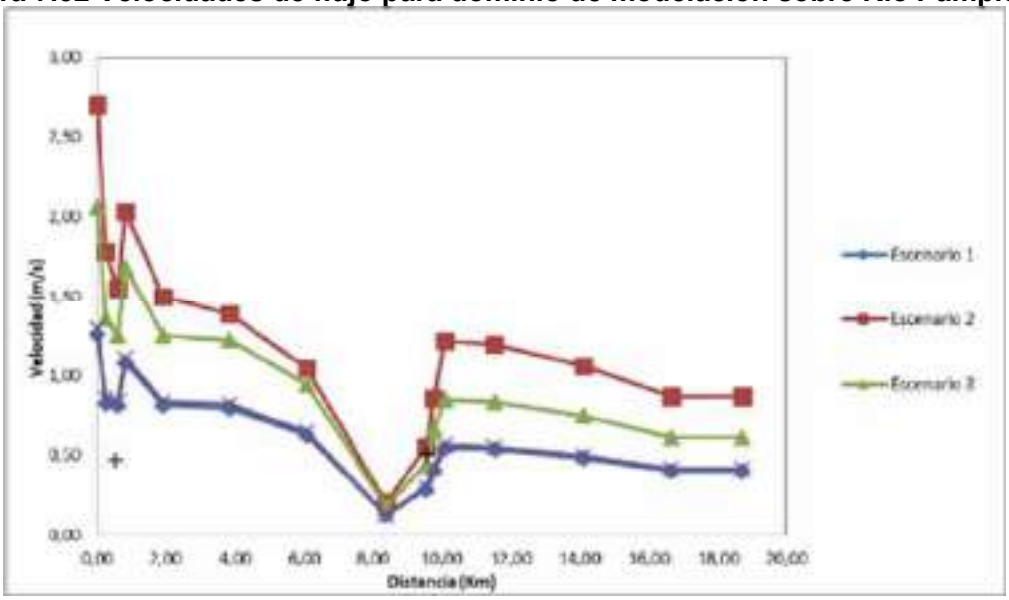
En la Figura 7.31, Figura 7.32 y Figura 7.33 presentan los tiempos de viaje, velocidades y profundidades predichos por la simulación en función del tiempo para cada uno de los escenarios planteados. Dependiendo la temporada climática y el caudal el tiempo de viaje variaría entre 0,31 y 0,57 días. La velocidad de flujo del cuerpo de agua descenderá en la medida que el caudal aumente y en consecuencia, el cauce del rio se haga más ancho. En ninguno de los escenarios planteados el incremento del caudal a causa del vertimiento de la UF1, incrementaría en más del 1%. La simulación se ha realizado a caudal constante; es decir, no se considera el incremento de caudal en función de la distancia y el tiempo de viaje a causa del aporte de múltiples escorrentías que pueden aparecer a medida que se desarrolla la cuenca.

Figura 7.31 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita



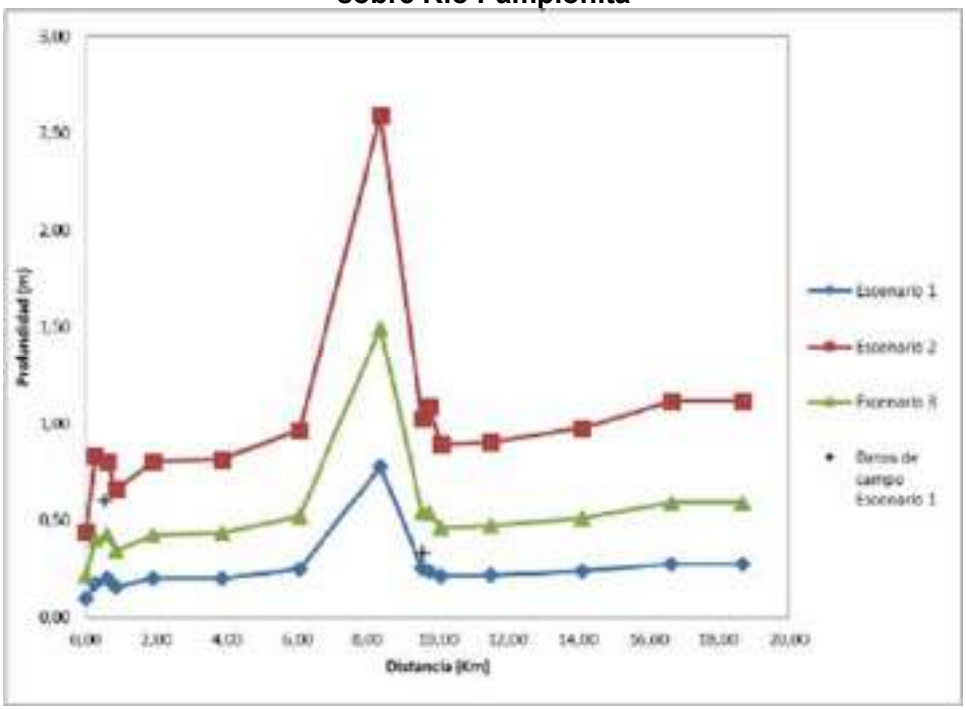
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.32 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.33 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

7.3.1.10.6 Modelación de parámetros fisicoquímicos

a. Temperatura

En esencia la temperatura del vertimiento es similar a la de la corriente principal y no se observa ningún tipo de alteración por contaminación térmica del vertimiento sobre el cuerpo de agua receptor. En ninguno de los escenarios se considera la temperatura como un factor importante dado que en cualquier de ellos la temperatura del vertimiento estará influenciada principalmente por la temperatura ambiente.

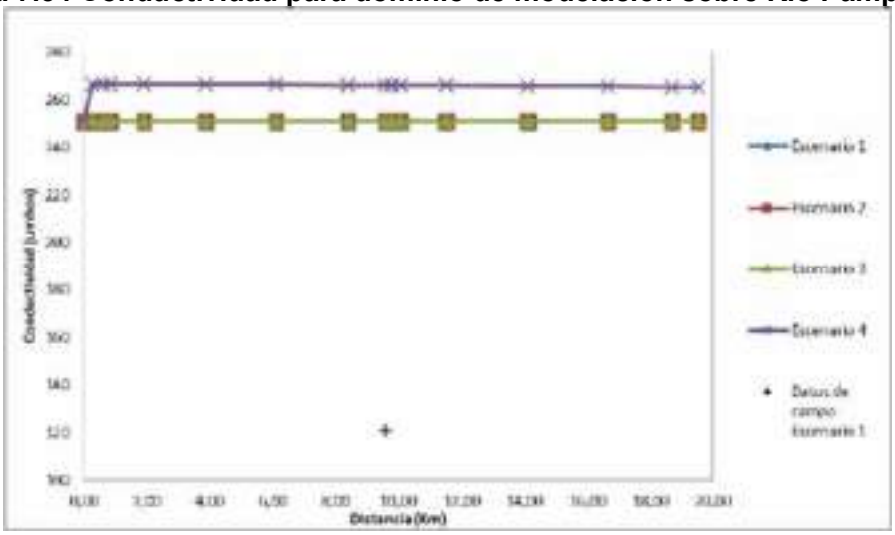
b. Conductividad

El modelo no predice variación de conductividad del agua del rio a causa del vertimiento tratado en ninguno de los escenarios construidos con este supuesto, dadas las características de salinidad del vertimiento y la baja carga que este aporta en relación con el caudal del rio.

En las condiciones más críticas de emergencia operativa en la que se verterían las ARnD crudas con bajos niveles de caudal se observa un incremento en la conductividad de 15 µs/cm. Lo anterior dadas las características de salinidad de las aguas de proceso, las cuales tienen niveles de mineralización importante (conductividad > 1000 µs/cm).

Los datos observados durante la campaña de monitoreo y los proyectados por la modelación, indican niveles de mineralización media como condición típica del rio aún bajo influencia del vertimiento en las condiciones más críticas (Figura 7.34). Este efecto tenderá a atenuarse en la medida que aumente el caudal por procesos normales de precipitación y escorrentía.

Figura 7.34 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



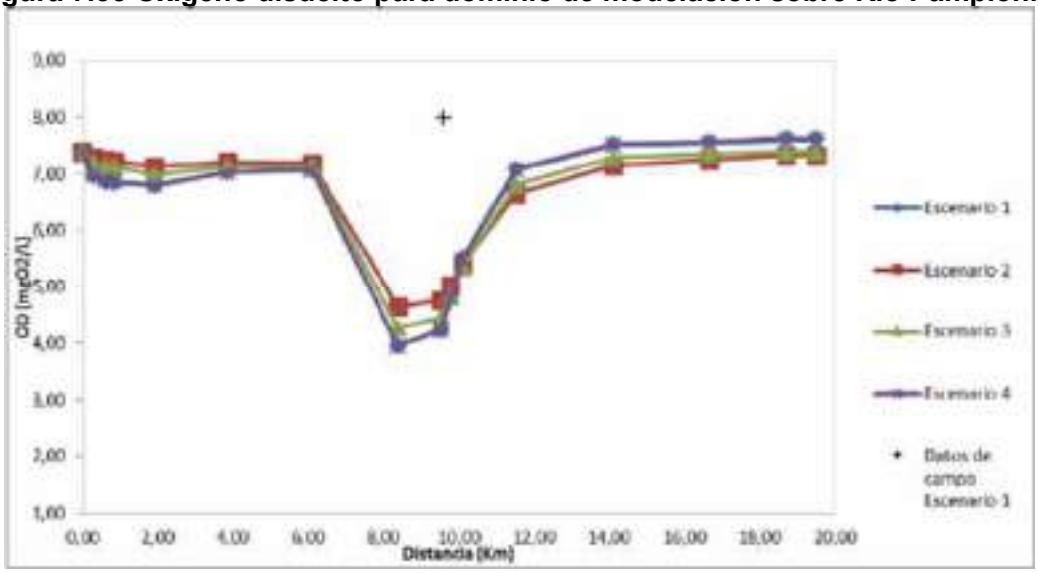
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

c. Oxígeno disuelto

En general la concentración de oxígeno disuelto en el dominio de la modelación muestra valores incrementales que varían de 4 a 7,5 mg/L (Figura 7.35). El porcentaje de saturación de oxigeno de la corriente dentro del dominio de modelación se encuentra por encima del 66%, aun después de recibir el vertimiento en cualquiera de los escenarios normales, razón por la cual se considera una corriente de agua que en términos de oxígeno, tenderá a ser de buena calidad.

En condiciones de bajo caudal se observa una región de baja concentración de oxígeno disuelto (km 7 a km 10), la cual se da como consecuencia del consumo de oxígeno para degradación de material orgánico disuelto en el rio; dinámica normal en cuerpos naturales y por el incremento de la profundidad en dicha sección; sin embargo, esta condición no estaría asociada con el vertimiento de la UF1 si no con la carga orgánica disuelta en el rio de origen municipal o doméstico en contraste con el incremento de profundidad esperado en el tramo comprendido entre los kilómetros 6 y 10. En cualquiera de los escenarios, la vida acuática; podría desarrollarse en forma normal dado que especies sensibles requieren valores de oxígeno por encima de 4,0 mg/L (Packard, et al. 1969).

Figura 7.35 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita

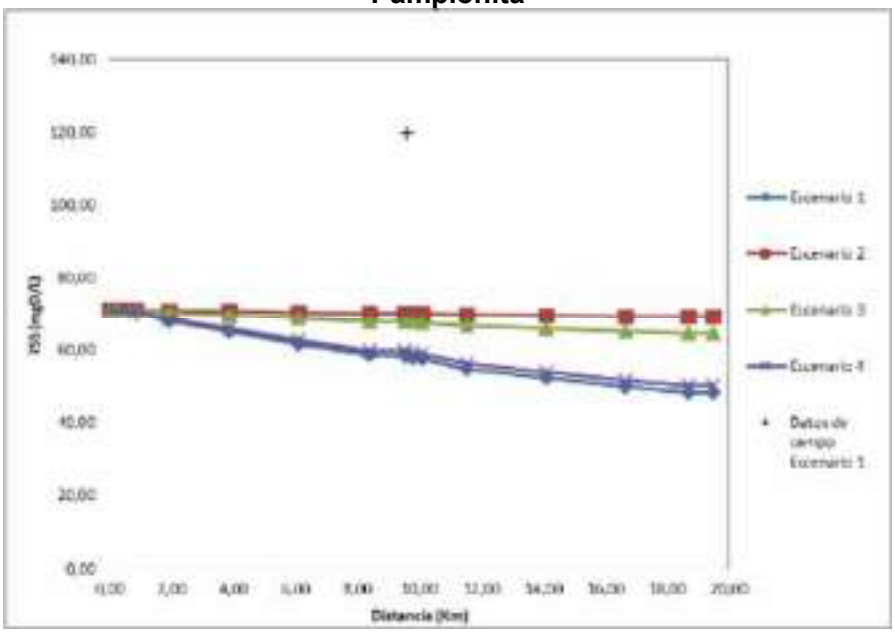


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

d. Sólidos suspendidos inorgánicos

El modelo predice el descenso de la concentración de sólidos suspendidos inorgánicos aguas abajo del vertimiento. Estos dependerán directamente del caudal (Figura 7.25). El modelo no predice suspensión de sólidos por procesos erosivos. En la medida que incrementa el caudal y la velocidad se reducen las posibilidades de disminución por sedimentación.

Tabla 7.45 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

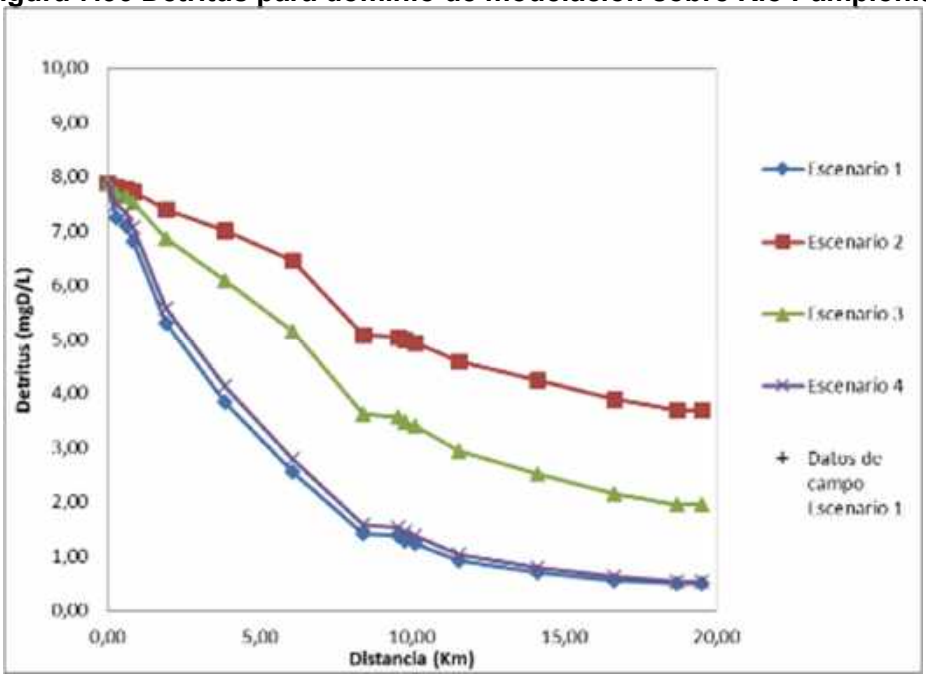


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

e. Detritus

La concentración de detritus disminuye rápidamente hasta alcanzar concentración de 4 mg/L, dicho descenso está asociado con procesos de descomposición de materia orgánica sedimentación y diagénesis (Figura 7.36). Dada la relación de caudales no se observan efectos sobre el río una vez se realiza el vertimiento en ninguno de los seminarios simulados.

Figura 7.36 Detritus para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita



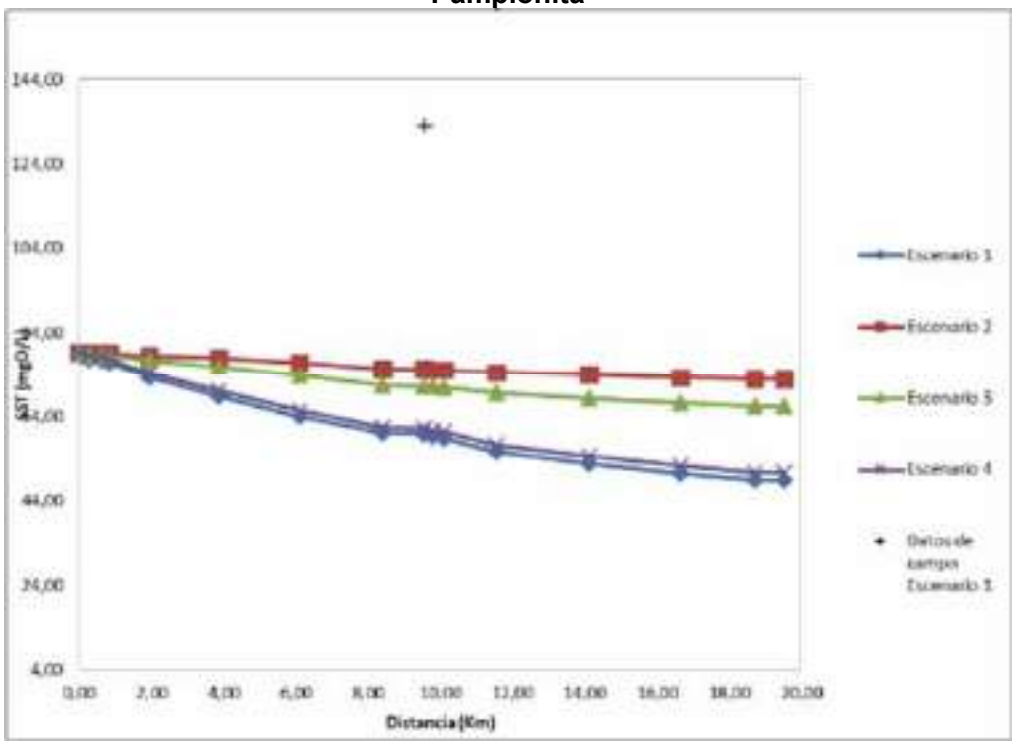
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

f. Sólidos suspendidos totales

La concentración de sólidos suspendidos totales disminuye alcanzando su valor mínimo en el escenario 1 (50 mg/l) por efecto conjunto de procesos de descomposición, hidrolisis, sedimentación y dilución durante el tramo de rio modelado Figura 7.27.

Los datos conjuntos de sólidos inorgánicos y detritus permiten observar que la carga de solidos del rio está compuesta principalmente por material inorgánico. No se observa influencia del vertimiento de la UF1 sobre esta serie de parámetros, ni siquiera en escenario de emergencia.

Figura 7.37 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita

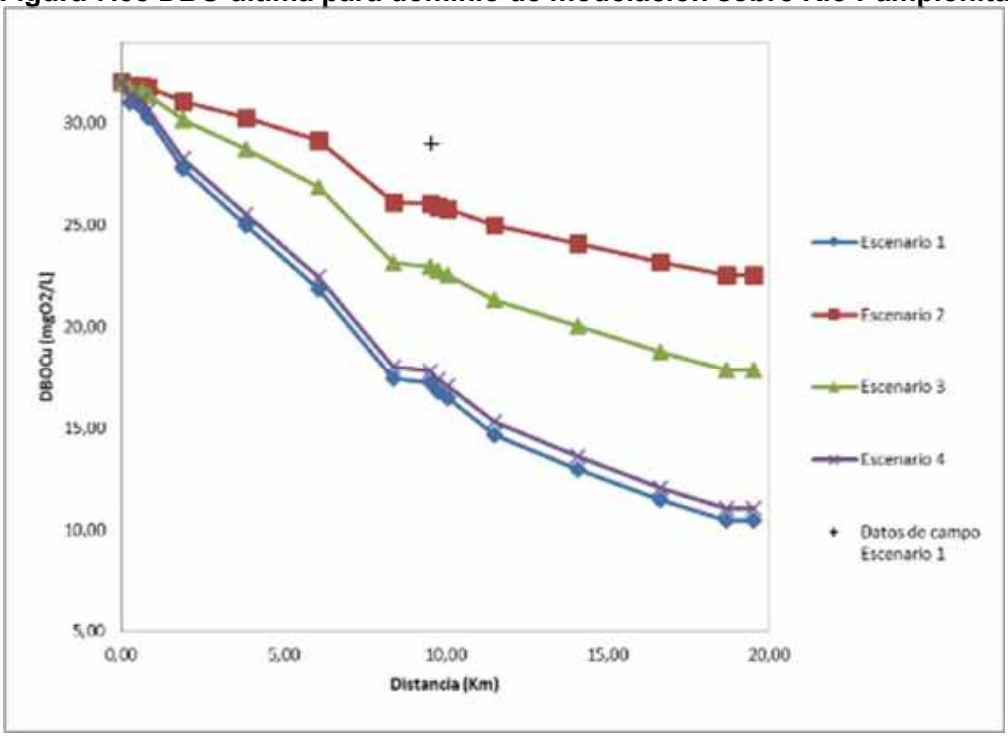


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

g. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

En general los vertimientos de la UF1 no representan graves impactos en términos de DBO dada la relación de caudales existente y considerando las características de reaireación del cuerpo de agua mencionadas al inicio de esta sección.

Figura 7.38 DBO ultima para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita

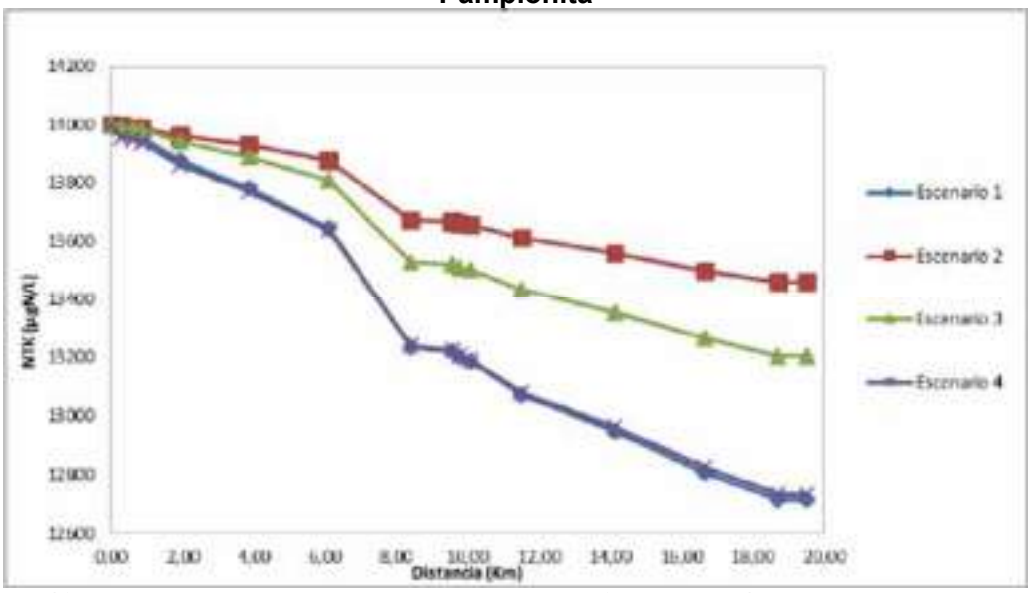


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

h. Nitrógeno

En todos los escenarios las concentraciones de nitrógeno en el rio son elevadas en razón a los vertimientos municipales de la ciudad de Pamplona y el aporte de múltiples vertimientos de viviendas unifamiliares. No se observan efectos sobre la calidad del agua por parte de los vertimientos de la UF1 Pamplona, dado que no se proyectan aportes de muy bajos de nitrógeno orgánico o amoniacal dada la naturaleza de los mismos.

Figura 7.39 Nitrogeno total kjeldahl para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

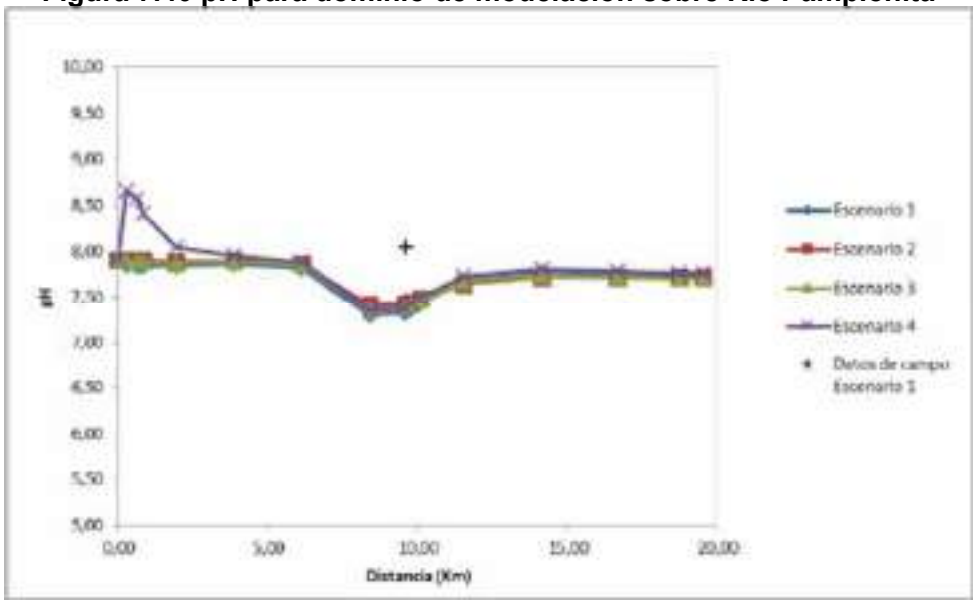
i. Fósforo

En general la concentración de fósforo en función de la distancia y el tiempo muestra como la calidad del agua evoluciona de una condición de hipertrofia hacia la oligotrofia. En todos los escenarios las concentraciones de fosforo en el rio son altas e implican alta productividad de algas y flora acuática. No se esperan efectos importantes del vertimiento de la UF1 dada la baja carga contaminante de fósforo que estos aportarían. Nuevamente se observa que los fenómenos de contaminación del rio están relacionados con la presencia de carga apreciable de fosforo aportada por vertimientos municipales y de viviendas unifamiliares presentes en la zona.

j. pH

La variación de pH está relacionada con los procesos de degradación de la materia orgánica, si bien la modelación proyecta cambios de esta variable en función de la distancia y el tiempo, no se observan variaciones que representen condiciones adversas para el medio ambiente no obstante las características acido base del rio tendrán a tener un carácter moderadamente alcalino. Los vertimientos de la UF1 no representan un impacto importante sobre el rio en ninguno de los escenarios, dada la relación de caudales proyectada.

Figura 7.40 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

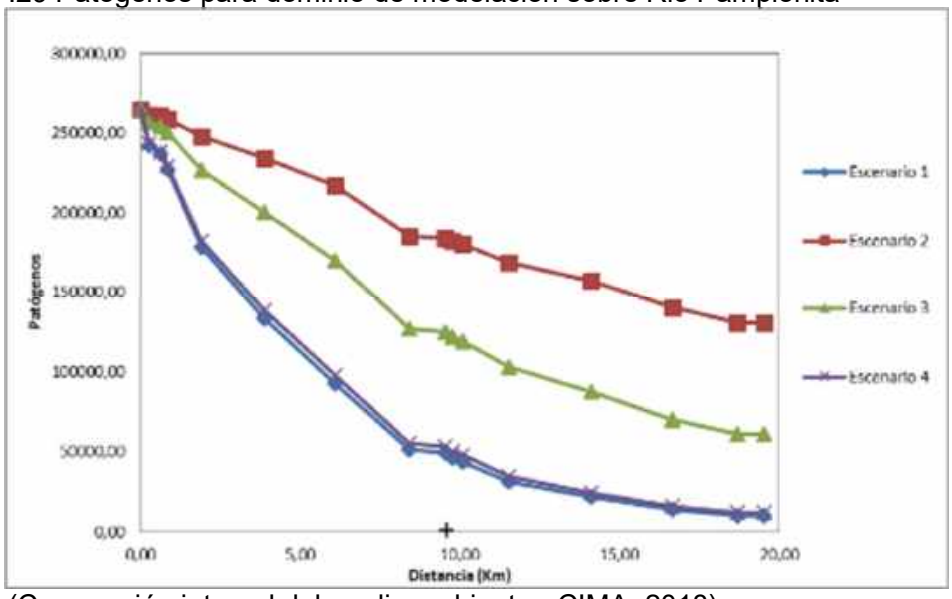


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

k. Patógenos

La modelación predice descenso de la concentración de patógenos en función del tiempo de viaje y la distancia (Figura 7.29). El vertimiento de la UF1 no aporta patógenos, dadas las características del proceso y de los vertimientos.

Figura 7.29 Patógenos para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

I. Arsénico, bario y cadmio

En principio las concentraciones de Bario y arsénico esperadas en los vertimientos de la UF1 pueden ser 10 veces mayores que la concentración detectada en el rio aguas arriba en el caso del Bario y 100 veces mayor en el caso del Arsénico. En el caso particular del cadmio los valores de dicho constituyente tienen un orden de magnitud similar al que puede existir en el rio antes de ser influenciado por el vertimiento.

Lo anterior implicará que a pesar de las diferencias de caudales del vertimiento y el cuerpo receptor, en el peor de los casos los vertimientos de la UF1 representarían un cambio en la concentración de Bario y arsénico en las aguas del rio Pamplonita; especialmente de este último.

No obstante, una vez se da la mezcla completa después del vertimiento, las concentraciones resultantes en todos los escenarios serían menores que el objetivo de calidad planteado en el presente estudio para estos constituyentes.

En este sentido, será importante realizar monitoreos periódicos de estos metales en los sedimentos aguas abajo del vertimiento con la finalidad de detectar y evaluar riesgos por efectos acumulativos de dichos constituyentes.

7.3.1.11 Modelación de los vertimientos (ADZ - Quasar) – Quebrada San Antonio

Siguiendo una metodología similar a la ya expuesta para el caso del río Pamplonita, se muestra a continuación el ejercicio de modelación ADZ-Quasar para la quebrada San Antonio.

7.3.1.11.1 Pruebas de trazadores

El estudio de trazadores es un ensayo de fundamental importancia para la implementación del modelo y para una buena calibración del mismo. Este es de especial utilidad para estudiar la hidráulica de ríos de diversas características, incluyendo quebradas de montaña, como es la Quebrada San Antonio, caracterizados por sus secciones transversales no uniformes dado el tipo de material de fondo que conducen y las variaciones importantes de velocidad y profundidad del agua (MADS,2018).

En términos generales, permite obtener información hidrodinámica promedio a nivel de tramo, independientemente del tipo de corriente. Cuando se hace referencia al tramo en un ensayo con trazadores, se entiende como aquel sector homogéneo del río comprendido entre la primera y última estación de medición en donde se hacen las lecturas continuas de concentración del trazador en una ventana de tiempo determinada.

Teniendo en cuenta esto, se definió un tramo de estudio para ensayos de trazadores; el Tramo 1 se definió entre el Punto 1 y Punto 5, el Tramo 2 entre el punto 1 y el Punto 8.

Tabla 7.46 Registros de Prueba de Trazadores en el Punto 3

Tiempo (min)	Conductividad (µS)	Tiempo (min)	Conductividad (µS)	Tiempo (min)	Conductividad (µS)
30	52	49	1390	68	160
31	52	50	1286	69	150
32	52	51	1150	70	144
33	52	52	1033	71	138
34	52	53	917	72	134
35	52	54	800	73	130
36	98	55	683	74	126
37	144	56	567	75	121
38	191	57	450	76	117
39	237	58	401	77	113
40	283	59	351	78	110
41	427	60	302	79	108
42	604	61	275	80	105
43	840	62	247	81	102
44	1075	63	228	82	100
45	1247	64	208	83	97
46	1420	65	195	84	95
47	1480	66	181		
48	1470	67	171		

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Fotografía 7-3. Prueba de trazadores

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Tabla 7.47 Registros de Prueba de Trazadores en el Punto 8

Tiempo (minutos)	Conductividad (us)	Tiempo (minutos)	Conductividad (us)	Tiempo (minutos)	Conductividad (us)
160	107	191	227	222	287
161	107	192	230	223	279
162	107	193	240	224	272
163	107	194	250	225	266
164	107	195	260	226	260
165	109	196	271	227	254
166	110	197	280	228	248
167	110	198	287	229	242
168	111	199	298	230	236
169	111	200	310	231	231
170	112	201	312	232	226
171	114	202	320	233	220
172	116	203	327	234	215
173	118	204	330	235	210
174	120	205	336	236	206
175	121	206	338	237	202
176	124	207	339	238	198
177	128	208	340	239	193
178	131	209	341	240	189
179	136	210	342	241	185
180	142	211	341	242	183
181	146	212	339	243	180
182	152	213	336	244	175
183	161	214	332	245	170
184	170	215	329	246	166
185	177	216	323	247	162
186	188	217	317	248	158
187	199	218	310	249	157
188	210	219	306	250	156
189	215	220	301		
190	220	221	290		

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Dicha actividad fue realizada durante un día completo, instalando 2 estaciones de medición para la lectura continua de concentraciones del trazador en una ventana de tiempo determinada. Se realizó vertimiento súbito (tipo “Slug”) de una concentración conocida de Cloruro de Sodio y se realizaron mediciones de la curva del trazador en función del tiempo en los puntos definidos previamente. Se procede a utilizar Cloruro de Sodio por ser conservativo y de muy bajo impacto en el cuerpo de agua.

Para el registro de parámetros físico-químicos se empleó un equipo multiparámetro marca Hanna Instruments modelo 9829, con el que se registraron datos continuos de (temperatura, pH, conductividad,) para cada minuto.

Fotografía 7-4. Toma de muestras para laboratorio

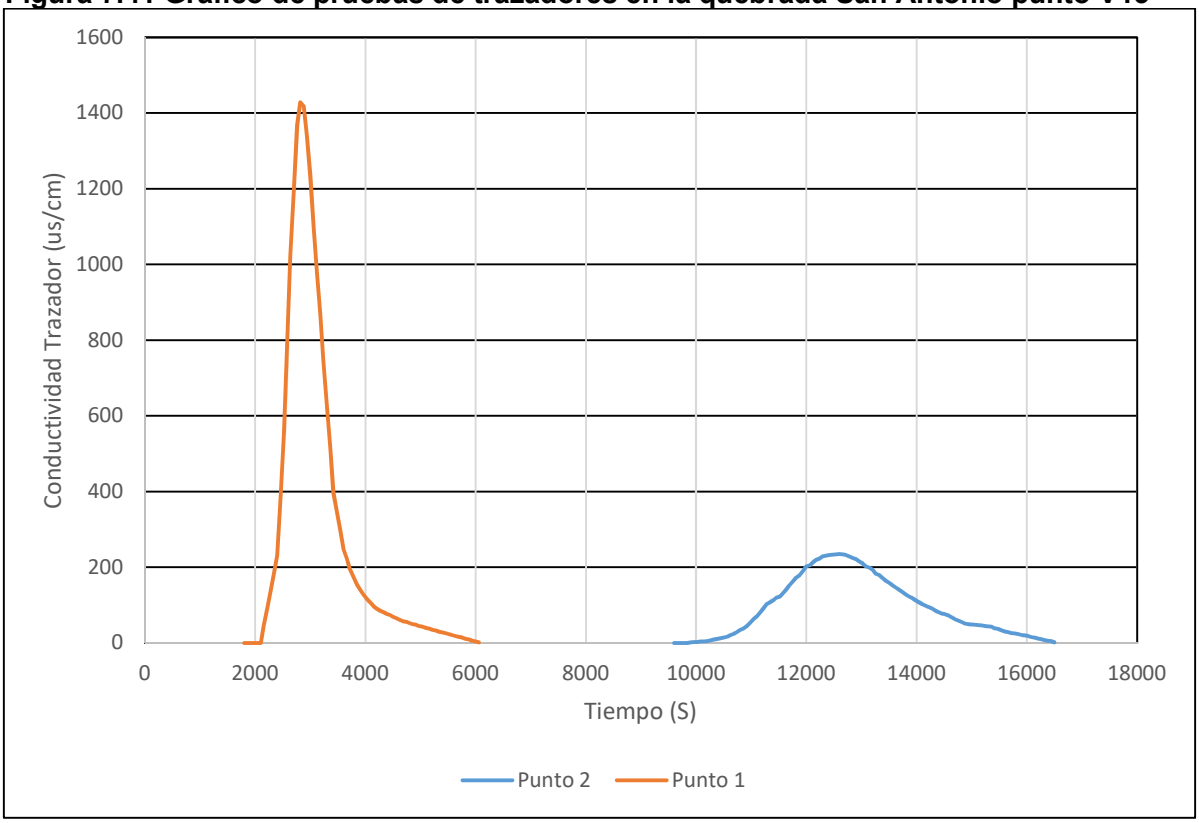
Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Previo al inicio de los ensayos de trazadores, se realizó una sincronización de relojes de los equipos de medición, así como una calibración detallada para la conductividad y se programaron los equipos para mediciones continuas.

La prueba de trazadores permitió observar gráficamente el comportamiento de la dispersión longitudinal de un vertimiento sobre la Quebrada San Antonio, a través de los valores de conductividad y su equivalencia en TDS.

Se realizan dos pruebas de trazadores en puntos aguas abajo del vertimiento proyectado para obtener modelos de tiempo de viaje y estimaciones de dispersión en dos secciones de la Quebrada San Antonio, localizadas 324 metros aguas abajo de los vertimientos y 1851 metros aguas abajo respectivamente, las cuales permiten caracterizar la Quebrada en dos secciones diferentes. La siguiente Figura presenta la conductividad en función del tiempo observada en campo durante el ensayo de trazadores realizado el día 11 de marzo de 2019.

Figura 7.41 Gráfico de pruebas de trazadores en la quebrada San Antonio punto V13



Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

7.3.1.11.2 Longitud de influencia del vertimiento

Tal como se explica en el desarrollo del modelo para el vertimiento V10, el efluente del sistema de tratamiento para las aguas industriales del túnel en el vertimiento V13, también presenta como parámetro de referencia los sólidos suspendidos totales (SST) al no existir nutrientes y carga orgánica, en condiciones normales.

De manera similar, se establecen como concentraciones de estiaje valores determinados en la Resolución 0118 de 2007 de CORPONOR. Los determinantes de calidad del agua no establecidos por los objetivos de calidad del agua se determinan tomando como referencia diferentes criterios técnicos adoptados de normas nacionales e internacionales. La Tabla 7.41 presenta los criterios de calidad del agua adoptados para el análisis de la longitud de influencia.

En la **Figura 7.42** se muestra la memoria de cálculo para la longitud de influencia del vertimiento V13_1 y en la **Figura 7.43** el correspondiente al vertimiento V13_2.

Obtención de parámetros del modelo

De manera similar a lo desarrollado para el Río Pamplonita en el tramo del vertimiento V10, se calcula la tasa de reacción representativa para el tramo correspondiente al vertimiento V13 (1 y 2) en la quebrada San Antonio. Tal como se argumenta para el vertimiento V10 de este capítulo, se utiliza el parámetro de SST para la estimación ya que es el que permite comparar las características representativas del vertimiento que se tendrá, contra las características medibles en la fuente de agua considerada.

Tasa de reacción "Ks"

La tasa de reacción se calcula para los SST mediante la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{v_{ss}}{H}$$

Donde Vss es la velocidad media de sedimentación por día y H es la altura media de la lámina de agua. Vss se calcula según la **Tabla 7.48** tomada de la metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial

Tabla 7.48 Velocidades de sedimentación medidas para diferentes tipos y tamaños de partículas

Tipo de particula	Diámetro (µm)	Velocidad de sedimentación (m d $^{-1}$)
Carbono orgánico particulado	1-10	0.2
	10-64	1.5
	> 64	2.3
Arcilla	2-4	0.3-1
Limo	10-20	3-30

Fuente: Tabla 4. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. ANLA. 2013.

Calculando para las condiciones de la quebrada San Antonio se tiene que:

Vel Sedim (m/d)	2.3
Prof Media "H" (m)	0.047
ks (1/d)	**48.94**

Fracción dispersiva "DF"

La fracción dispersiva se calcula a partir de los datos obtenidos de la prueba de trazadores mediante cualquiera de las siguientes expresiones:

$$DF = 1 - \frac{\tau}{\bar{t}} \qquad DF = 1 - \frac{\bar{v}}{v_{max}}$$

En el caso de la prueba realizada para la quebrada San Antonio, se obtuvieron los valores indicados a continuación.

Tabla 7.49 Cálculo de la fracción dispersiva a partir de prueba de trazadores.

Variable	Valor	Unidad
L	1850	m
Vmax	11.2	m/min
Vmed	8.3	m/min
Tarr	165	minutos
Tmed viaje	223	minutos
Tresid	58	minutos
DF (t)	**0.26**	adim
DF (v)	0.26	adim

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Al aplicar las metodología de cálculo para el método ADZ-Quasar, mostradas en la **Figura 7.42** y en la **Figura 7.43**, se encuentra que las longitudes de influencia de los vertimientos son respectivamente de 486.75 m para el V13_1 y de 996.58 m para el V13_2, con lo que se concluye que la quebrada San Antonio tiene una capacidad de asimilación suficiente para recibir los vertimientos a realizar dentro de la longitud de su cauce, antes de su desembocadura al río Pamplonita, la cual se encuentra a 1851m aguas abajo del punto de vertimiento V13_1.

Figura 7.42 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V13_1

VERIFICACIÓN DE LA LONGITUD DE INFLUENCIA PARA EL VERTIMIENTO V13_1

Cálculo del factor de asimilación

Se utilizan los mismos criterios tenidos en cuenta para el cálculo de la longitud de influencia según manual vigente del Minsterio del Medio Ambiente.

Donde	Cv	Concentración de la sustancia contaminante vertida	C punto de mezcla	Concentración en el punto de mezcla
	Wv	Carga contaminante vertida	C esperada	Concentración esperada
	Co	Concentración de contaminantes en el rio	a	Factor de asimilación
	Wo	Carga contaminante del rio	W	Carga a la entrada del tramo

Fuente: [4] ANLA. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Colombia. 2013.

VERTIMIENTO		RIO			OBJETIVOS CALIDAD				
Cv (mg/L)	Wv (mg/s)	Co (mg/L)	Wo (mg/s)	W (mg/s)	Cpm (mg/L)	C esperada (mg/L)	a (L/s)	Qvert (L/s)	Qamb (L/s)
50.00	110	29.00	88.74	198.74	40.62	10	20	2.2	3.06

Cálculo de la longitud de influencia

Se aplica la relación: $$a = \left[\left(1 + DF \cdot k\bar{t}\right) e^{(1-DF)k\bar{t}} \right] Q$$

A partir del tiempo calculado y la velocidad del agua en la quebrada San Antonio se calcula la longitud de influencia.

PARAMETRO	Corriente	DF	k	a (L/s)	t (d)	Qamb (L/s)	t (h)	t (s)	V(m/s)	L(m)	L(Km)
SST	Q. San Antonio	0.26	48.94	19.87	0.04	3.06	00:57	3477	0.1	486.75	0.49

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Figura 7.43 Modelo de cálculo de la longitud de influencia del vertimiento V13_2

VERIFICACIÓN DE LA LONGITUD DE INFLUENCIA PARA EL VERTIMIENTO V13_2

Cálculo del factor de asimilación

Se utilizan los mismos criterios tenidos en cuenta para el cálculo de la longitud de influencia según manual vigente del Minsterio del Medio Ambiente.

Donde	Cv	Concentración de la sustancia contaminante vertida	C punto de mezcla	Concentración en el punto de mezcla
	Wv	Carga contaminante vertida	C esperada	Concentración esperada
	Co	Concentración de contaminantes en el río	a	Factor de asimilación
	Wo	Carga contaminante del río	W	Carga a la entrada del tramo

Fuente: [4] ANLA. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Colombia. 2013.

VERTIMIENTO		RIO				OBJETIVOS CALIDAD			
Cv (mg/L)	Wv (mg/s)	Co (mg/L)	Wo (mg/s)	W (mg/s)	Cpm (mg/L)	C esperada (mg/L)	a (L/s)	Qvert (L/s)	Qamb (L/s)
50.00	1150	29.00	88.74	1238.74	48.50	10	123.87	23	3.06

Cálculo de la longitud de influencia

Se aplica la relación: $$a = \left[\left(1 + DF \cdot k\bar{t}\right) e^{(1-DF)k\bar{t}} \right] Q$$

A partir del tiempo calculado y la velocidad del agua en la quebrada San Antonio se calcula la longitud de influencia.

PARAMETRO	Corriente	DF	k	a (L/s)	t (d)	Qamb (L/s)	t (h)	t (s)	V(m/s)	L(m)	L(Km)
SST	Q. San Antonio	0.26	48.94	123.87	0.08	3.06	01:58	7118	0.14	996.58	1.00

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

7.3.1.12 Modelación del vertimiento (QUAL2KW) – Quebrada San Antonio

Siguiendo una metodología similar a la ya expuesta para el caso del río Pamplonita, se muestra a continuación el ejercicio de modelación con Qual2Kw para la quebrada San Antonio.

7.3.1.12.1 Segmentación del cuerpo de agua

Como insumo fundamental para una estimación de parámetros hidráulicos de un cuerpo de agua es necesario realizar una caracterización de su geometría. La geometría es caracterizada en planta mediante cartografía detallada, lidar, e imágenes satelitales. El lecho del cuerpo de agua es caracterizado mediante levantamientos batimétricos.

Se realizó el levantamiento topo-batimétrico de secciones en la quebrada San Antonio, aguas arriba del vertimiento, una sobre la sección de vertimiento y aguas abajo, con el fin de tener bien caracterizado el tramo correspondiente a la zona de mezcla. Cada una de las secciones tiene un punto de referencia levantado topográficamente y sobre este punto se realizaron mediciones de la sección transversal del cauce. Como resultado se obtuvieron secciones batimétricas ajustadas.

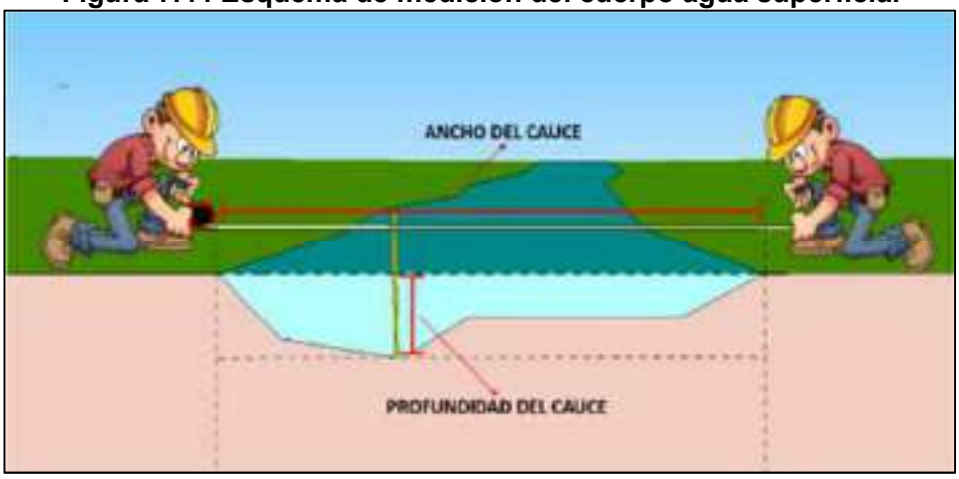
Se realizó para cada una de las secciones, medición de los niveles de agua en la Quebrada y en algunos puntos, aforo de caudal tomando como referencia la Guía para Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas emitida por el IDEAM. Debido a la poca profundidad presentada en la Quebrada San Antonio, se hizo la estimación del caudal por medio de velocidades por objeto flotante y luego una aproximación del caudal.

Fotografía 7-5. Segundo y tercer aforo de Caudales

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Esto se realiza con el fin de obtener datos en campo para poder estimar los parámetros hidráulicos requeridos para la modelación junto con la correlación de otras variables. Aunque mediante el estudio de trazadores también se estima el caudal, se realizó esta medición inicial con el fin de obtener la mayor cantidad de datos disponibles y poder tener datos de comparación para los resultados de los trazadores. Esto es útil también para la campaña de muestreo, con respecto a programar la toma de muestras, teniendo en cuenta los tiempos de viaje en el cuerpo de agua.

Figura 7.44 Esquema de medición del cuerpo agua superficial



Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Como aspectos importantes en el reconocimiento, se definieron varios puntos de control, otros para levantamiento de secciones batimétricas y se identificaron los tramos para realizar el estudio de trazadores.

Tabla 7.50 Puntos de Control Quebrada San Antonio

Nombre	E Magna Sirgas Bgtá	N Magna Sirgas Bgtá	Observación	Longitud Acumulada (m)
Punto 1	1158857,75	1309570,7	Punto de Control	0
Punto 2	1159009,53	1309592,32	Punto de Control	157
Punto 3	1159091,26	1309589,59	Punto de Control	235
Punto 4	1159173,52	1309629,24	Punto de Control	318
Punto 5	1159167,68	1309629,24	Punto de Control	324
Punto 6	1159442,59	1309750,81	Punto de Control	616
Punto 7	1159721,87	1309887,24	Punto de Control	924
Punto 8	1160726,98	1309844,05	Punto de Control	1851

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

En la **Tabla 7.50** se puede observar los puntos levantados en campo y sobre los cuales se hará referencia durante todo el informe. Ver Mapas de localización de la Quebrada San Antonio en Anexos de cartografía del presente Estudio.

7.3.1.12.2 Modelación

La definición de escenarios de modelación, la definición de constantes cinéticas, la calibración y la modelación de los parámetros hidráulicos y de los parámetros fisicoquímicos, se realizó de manera similar a lo aplicado para el vertimiento V10, pero ahora con los valores específicos para la quebrada San Antonio.

Los valores ingresados al modelo son los siguientes:

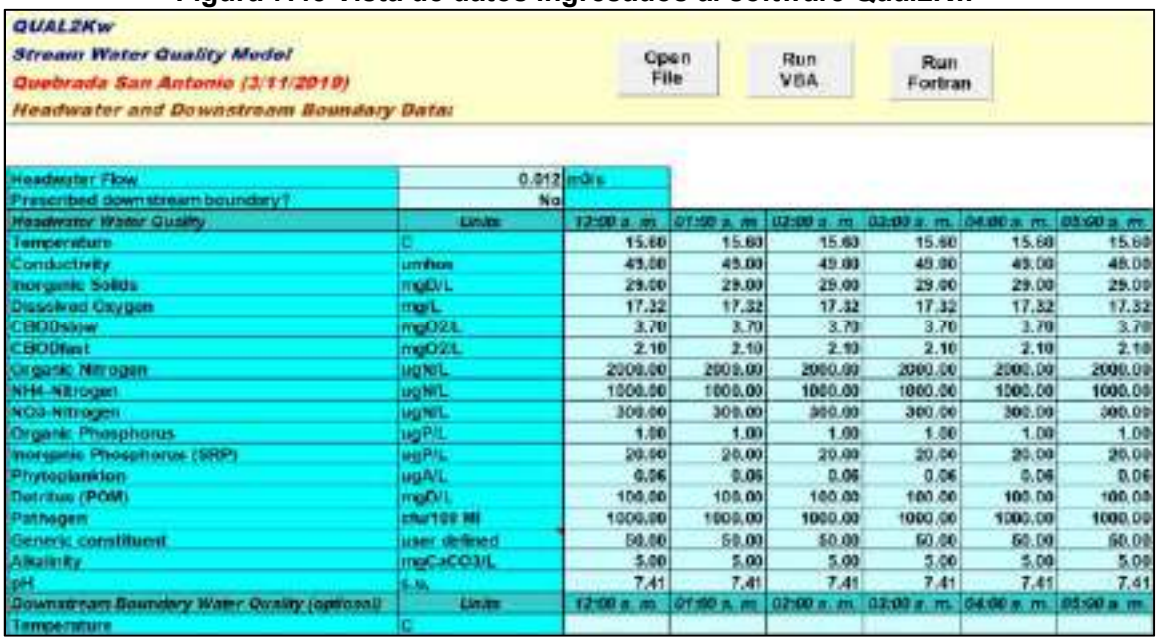
Tabla 7.51 Valores de entrada al modelo en la cabecera para Escenario 1.

Parámetro	Unidad de medición	Valor en la cabecera – P1
Caudal	L/s	12.24
Temperatura	°C	49.00
Conductividad	µmhos	29.00
Sólidos suspendidos inorgánicos	mgD/L	17.32
Oxígeno disuelto	mg/L	3.70
DBO lenta	mgO_2/L	2.10
DBO rápida	mgO_2/L	2000.00
Nitrógeno orgánico	µgN/L	1000.00
Nitrógeno amoniacal	µgN/L	300.00
Nitratos	µgN/L	1.00
Fósforo orgánico	µgP/L	20.00
Fósforo inorgánico	µgP/L	0.06
Fitoplancton	µgA/L	100.00
Materia orgánica particulada	mg/L	1000.00
Patógenos	UFC/100mL	50.00
Alcalinidad	$mgCaCO_3/L$	5.00
pH	-	7.41

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Debido a que la mayoría de los parámetros dan valores por debajo del límite de cuantificación, en el modelo se suponen unas concentraciones iguales a dicho límite de cuantificación para poder modelar los constituyentes en la corriente de agua. Por este motivo, para esos parámetros, la modelación es más indicativa de la capacidad de asimilación de la corriente de agua, que una evidencia cierta del comportamiento real de los contaminantes que pudiesen estar presentes actualmente en ella.

Figura 7.45 Vista de datos ingresados al software Qual2Kw



QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
Quebrada San Antonio (3/11/2019)
Headwater and Downstream Boundary Data:

Open File | Run VBA | Run Fortran

Headwater Flow	0.012	m3/s					
Prescribed downstream boundary?	No						
Headwater Water Quality	Units	12:00 a. m.	01:00 a. m.	02:00 a. m.	03:00 a. m.	04:00 a. m.	05:00 a. m.
Temperature	C	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60
Conductivity	umhos	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Inorganic Solids	mg/L	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
Dissolved Oxygen	mg/L	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32
CBODslow	mgO2/L	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
CBODfast	mgO2/L	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Organic Nitrogen	ugN/L	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
NH4-Nitrogen	ugN/L	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
NO3-Nitrogen	ugN/L	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Organic Phosphorus	ugP/L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Phytoplankton	ugA/L	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Detritus (POM)	mg/L	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Pathogen	cfu/100 ml	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Generic constituent	user defined	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Alkalinity	mgCaCO3/L	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
pH	s.u.	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41
Downstream Boundary Water Quality (optional)	Units	12:00 a. m.	01:00 a. m.	02:00 a. m.	03:00 a. m.	04:00 a. m.	05:00 a. m.
Temperature	C						

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Para esto, se toman elementos con longitudes entre 200 y 320 m. En total, se divide el tramo en 7 elementos, los cuales cuentan con valores de elevaciones (respetando las secciones topo batimétricas levantadas en campo), pendientes longitudinales, coeficientes de rugosidad de Manning, ancho del fondo del canal y pendientes laterales de la sección transversal.

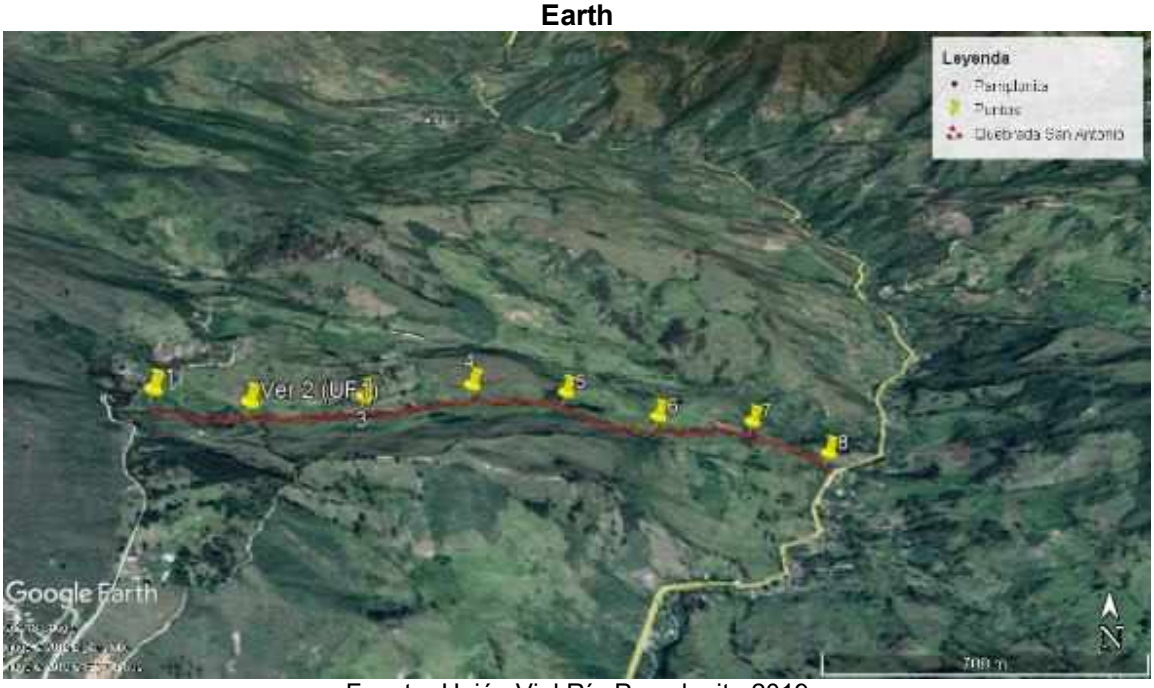
En esta etapa, es fundamental asignar adecuadamente los parámetros hidráulicos, i.e., coeficiente de rugosidad de Manning, pendiente longitudinal, ancho del fondo del canal y pendientes laterales, puesto que un adecuado cálculo del tiempo de viaje es fundamental para representar correctamente la calidad del agua. A manera de ilustración, se muestra en la **Figura 7.46**, la hoja de Excel del Qual2kw donde se realiza la segmentación del cauce.

Tabla 7.52 Segmentación del cauce para modelación

Punto	N	E	Altura		Downstream
			Upstream	Downstream	Location (km)
1	7°23'45.77"N	72°37'48.11"O		2285	0
2	7°23'37.47"N	72°38'9.30"O	2285	2244	0.223
3	7°23'41.43"N	72°38'0.61"O	2244	2203	0.488
4	7°23'45.94"N	72°37'51.59"O	2203	2162	0.808
5	7°23'47.31"N	72°37'42.83"O	2162	2121	1.083
6	7°23'48.25"N	72°37'30.55"O	2121	2080	1.347
7	7°23'47.66"N	72°37'24.74"O	2080	2039	1.632
8	7°23'49.57"N	72°37'16.97"O	2039	1998	1.851

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

Figura 7.46 Esquema de segmentación del cauce presentado en base de Google Earth



Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

La **Tabla 7.53** presenta los escenarios de modelación estimados con base en el análisis de caudales presentados en el modelo de vertimiento. Los caudales utilizados en los escenarios corresponden a las condiciones particulares de la quebrada San Antonio en el sitio del vertimiento V13. Se recomienda revisar la justificación de los caudales tanto para la quebrada como para el vertimiento, en numerales previos del presente capítulo.

Tabla 7.53 Escenarios de modelación para la quebrada San Antonio

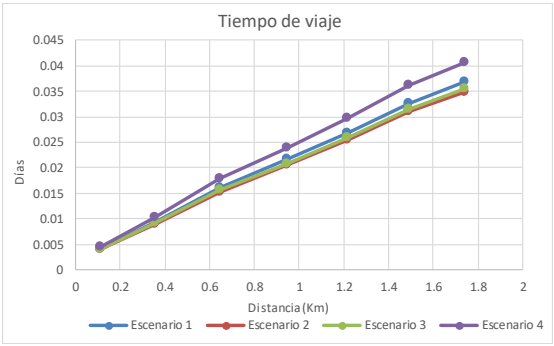
Escenario	Caudal de cuerpo de agua			Caudal vertimiento		
		m3/s	l/s		m3/s	l/s
E1	**Medido en campo**	0,012	12,24	**Sin vertimiento**	0	0
E2	**Máximo medio multianual**	0,018	18	**Máximo vertimiento tratado**	0,0022	2,2
E3	**Medio multianual**	0,016	16	**Medio, vertimiento tratado**	0,0022	2,2
E4	**Ambiental**	0,003	3	**Máximo, vertimiento sin tratamiento**	0,0022	2,2

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

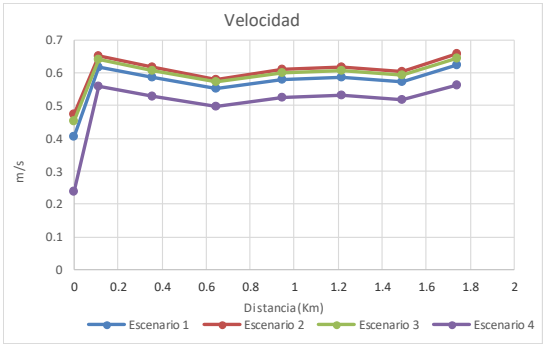
Se implementó el software Qual2kw de manera similar a como se explicó para el caso del Río Pamplonita.

Los resultados de esta modelación se presentan en la **Figura 7.47**.

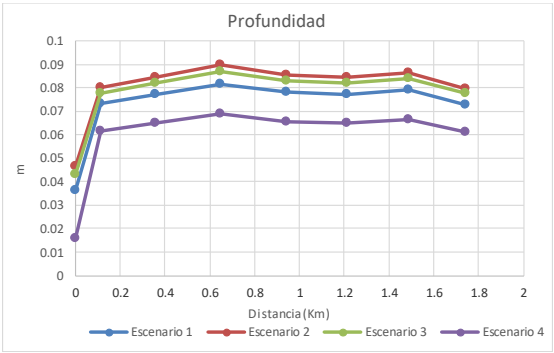
Figura 7.47 Gráficos de corrida del Qual2Kw para principales parámetros de la quebrada San Antonio.



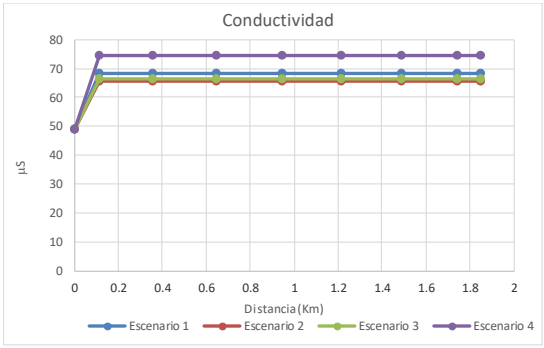
-1. Tiempo de viaje



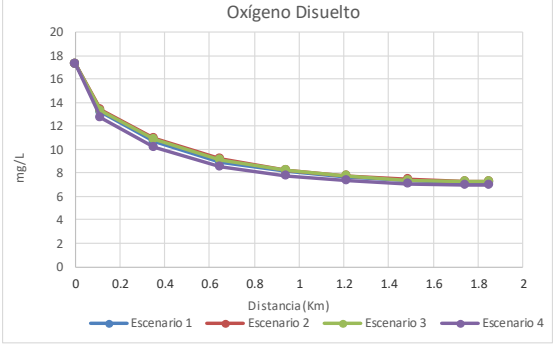
-2. Velocidad



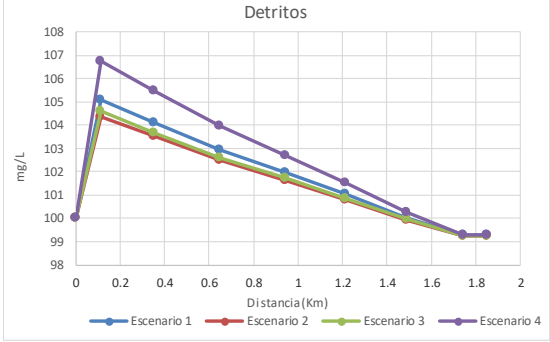
-3. Profundidad



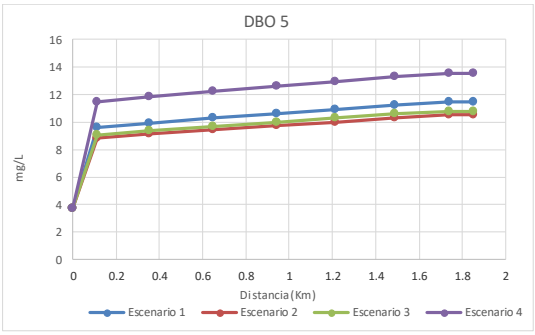
-4. Conductividad



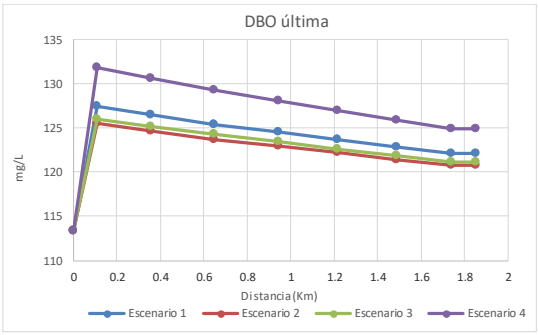
-5. Oxígeno disuelto



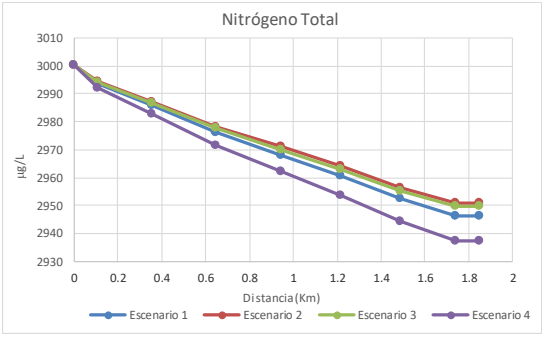
-6. Detritos



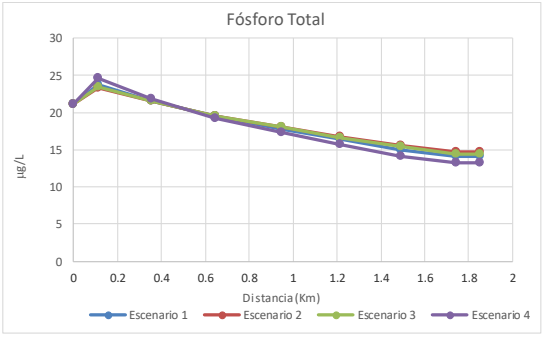
-7. DBO 5



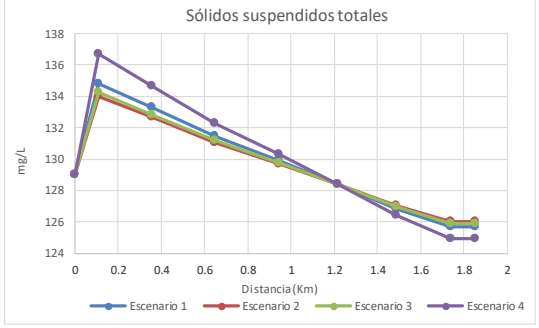
-8. DBO última



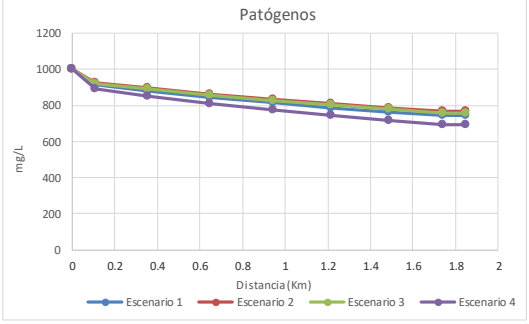
-9. Nitrógeno Total



-10. Fósforo Total



-11. Sólidos suspendidos totales



12. Patógenos

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita 2019

De las figuras anteriores y teniendo en cuenta, como se explica más atrás en el documento, que se utilizaron valores de límites de cuantificación para la quebrada y valores máximos permitidos en las concentraciones de vertimientos, es posible concluir que el vertimiento no generará un impacto ambiental significativo ni permanente en la calidad del agua del cuerpo receptor. Lo anterior es válido incluso para la condición más extrema, i.e., caudal ecológico, en la cual se observa que el mayor incremento teórico se daría en términos de DBO5; sin embargo, las condiciones de la quebrada inmediatamente aguas abajo del vertimiento, permiten una alta dilución del contaminante tal como se presentó en el desarrollo del modelo ADZ - Quasar.

En términos de nutrientes, no se espera ningún incremento significativo que genere conflictos de uso-calidad del recurso hídrico. Esto es importante, puesto que para condiciones de mayor caudal, .e.g., periodos de retorno de 25, 50 y 100, el factor de asimilación de carga contaminante será aún mayor. Lo anterior permitirá incluso una mayor dilución de la concentración de contaminante aportada por el sistema de tratamiento.

7.3.1.13 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos – PGRMV

En el Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, se relacionan los requisitos para la obtención del permiso de vertimientos, y dando cumplimiento a lo solicitado en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 20, en el Anexo 7 Permisos Ambiental, B – Vertimiento, B-5 PGRMV se presenta el Plan de Gestión del Riesgo para el vertimiento realizado sobre el río Pamplonita teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 1514 del 2012 por la cual se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

7.3.1.14 Evaluación Ambiental del vertimiento –EAV

En el Anexo 7 Permisos ambientales, B – Vertimiento, B-2 se presenta la Evaluación ambiental del vertimiento, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 19, y Artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 del 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible".

Dicho documento contiene lo siguiente:

i. Localización georreferenciada de proyecto, obra o actividad.
ii. Memoria detallada del proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar, con especificaciones de procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento.
iii. Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos.
iv. Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo.
v. Predicción a través de modelos de simulación de los impactos que cause el vertimiento en el cuerpo de agua y/o al suelo, en función de la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua receptor.
vi. Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento.
vii. Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos.
viii. Posible incidencia del proyecto, abra o actividad en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptarán para evitar o minimizar efectos negativos de orden sociocultural que puedan derivarse de la misma.

7.3.2 Vertimiento en suelo

La construcción del corredor vial doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona no prevé efectuar vertimientos al suelo.

7.4 OCUPACIONES DE CAUCE

Para el cruce de todos los drenajes que serán interceptados por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona y por la conformación de vías industriales, se han planteado obras hidráulicas que permitan su normal transcurso sin ser alterada por la configuración final del proyecto, por tal motivo se solicita permiso de ocupación permanente de cauce de las obras menores a construir.

Las secciones han sido determinadas desde el punto de vista hidrológico e hidráulico, para garantizar su correcto funcionamiento y ubicación a lo largo del área de intervención

Tabla 7.54 Listado de obras menores – UF1

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Caudal adoptado (m^3/s)	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)		Este	Norte
UF-1-EJE 68-OH-00+100	OC_00+100	NN-25	Ø1.20m	1,442	1159615,94	1307972,55
					1159615,67	1307972,22
					1159624,77	1307964,60
					1159625,01	1307964,89
					1159628,61	1307961,87
					1159628,48	1307961,71
					1159626,40	1307961,11
					1159626,28	1307960,95
					1159623,60	1307963,20
					1159623,84	1307963,50
					1159614,74	1307971,12
					1159614,46	1307970,79
					1159612,93	1307972,07
					1159614,41	1307973,83
UF-1-OH-56+325	OC_56+325	NN-25-1	Ø0.91m	0,449	1159707,51	1308028,26
					1159707,12	1308028,04
					1159717,35	1308009,83
					1159717,70	1308010,03
					1159720,40	1308005,23
					1159718,73	1308004,29
					1159716,04	1308009,09
					1159716,39	1308009,29
					1159706,15	1308027,50
					1159705,77	1308027,29
					1159704,79	1308029,03
					1159706,54	1308030,01
UF-1-OH-56+840	OC_56+840	NN-27	Ø1.20m	2,261	1159700,99	1308473,13
					1159700,76	1308473,43
					1159705,83	1308477,25
					1159707,06	1308475,42
					1159702,09	1308471,68
					1159701,86	1308471,99
					1159684,00	1308458,54
					1159684,23	1308458,23
					1159684,07	1308458,11
					1159683,73	1308457,17
					1159683,55	1308457,24
					1159680,74	1308459,58

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión (H×L o Ø)	Caudal adoptado (m^3/s)	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
					Este	Norte
					1159680,72	1308459,78
					1159682,72	1308459,91
					1159682,88	1308460,03
					1159683,13	1308459,69
UF-1-OH-57+030	OC_57+030	NN-27-1-1	Ø1.20m	1,894	1159649,87	1308639,95
					1159650,07	1308640,27
					1159652,78	1308638,57
					1159651,62	1308636,70
					1159648,91	1308638,39
					1159649,11	1308638,72
					1159638,08	1308645,61
					1159638,03	1308645,34
					1159636,06	1308645,70
					1159636,47	1308647,96
					1159638,44	1308647,61
					1159638,35	1308647,14
UF-1-OH-V156	OC_V156	Sabanetas-14	Ø0.91m	1,417	1155899,32	1311068,14

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras

En el Anexo 7 C - Ocupaciones de Cauce, Planos-memorias se incluye el Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación donde se presenta la siguiente información:

- **i.** Análisis detallado de las metodologías, dimensiones y capacidad de las estructuras hidráulicas planteadas para el proyecto.
- **ii.** Análisis de frecuencias para caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.
- **iii.** Estudio de dinámica fluvial.
- **iv.** Cálculo de socavación asociado al tramo y obra a diseñar.

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

El Decreto 1076 de 2015, el cual retoma lo dispuesto en el Decreto 1791 de 1996, define el permiso de aprovechamiento forestal como “la autorización que otorga la autoridad ambiental para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural.” Así mismo el aprovechamiento forestal único, es aquel que se realiza por una vez, en áreas donde basados en estudios técnicos, se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social, como es el caso del presente proyecto.

De igual forma de acuerdo con la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 (MADS) en lo correspondiente al aprovechamiento forestal, define que se debe realizar: "*inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de ecosistema vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%*...".

7.5.1 Área de aprovechamiento forestal

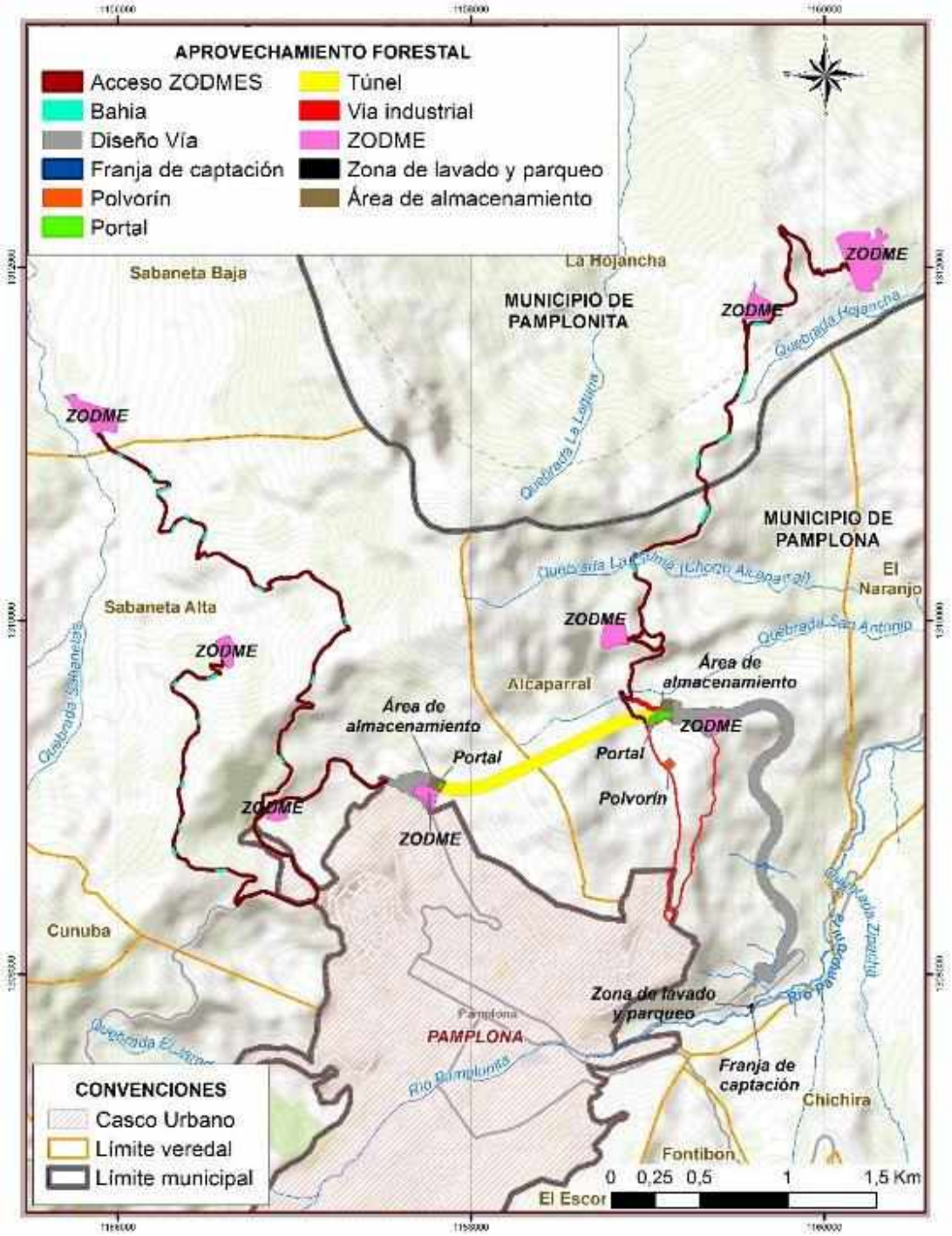
El diseño de la variante Pamplona comprende 11 tipos de infraestructura que suman un área de 54,44 ha, tal como se puede observar en la Tabla 7.55, sin embargo, el área de aprovechamiento forestal se encuentra constituida por el área donde es necesaria la remoción de cobertura vegetal, en este sentido, no contempla las obras proyectadas sobre el túnel, ni el área proyecta como franja de captación ya que se encuentra sobre el Rio Pamplonita, (5,917 ha y 0,004 ha, resaltadas en la Tabla 7.55), es así como el área de aprovechamiento forestal, corresponde a 48,52 ha. En la Figura 7.48, se presenta gráficamente el área de intervención del proyecto.

Tabla 7.55 Infraestructura proyectada

Tipo de infraestructura	Área (ha)	Área (%)
Acceso ZODMES	7,81	14,34%
Área de almacenamiento	1,59	2,92%
Bahía	0,58	1,07%
Diseño Vía	19,91	36,56%
Franja de captación	0,0044	0,01%
Polvorín	0,27	0,50%
Portal	0,43	0,80%
Túnel	5,92	10,87%
Vía industrial	0,99	1,82%
ZODME	16,90	31,03%
Zona de lavado y parqueo	0,04	0,08%
Total Área de Intervención	54,44	100,00%
Total Área de aprovechamiento forestal	**48,52**	**89,12**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Figura 7.48 Área de intervención del proyecto



Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos

Teniendo en cuenta el mapa de ecosistemas, en la Tabla 7.56, se presenta la relación de ecosistemas intervenidos por el proyecto.

Tabla 7.56 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto

Ecosistemas Intervenidos por el Proyecto	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	**26,16**	**53,91%**
Arbustal denso alto	0,637	1,31%
Arbustal denso bajo	0,075	0,16%
Bosque de galería y/o ripario	0,018	0,04%
Construcciones rurales	0,058	0,12%
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,041	2,15%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,195	0,40%
Pastos arbolados	2,845	5,86%
Pastos enmalezados	3,294	6,79%
Pastos limpios	11,398	23,49%
Red vial	6,311	13,01%
Zonas comerciales	0,287	0,59%
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	**18,707**	**38,55%**
Arbustal denso alto	1,711	3,53%
Bosque de galería y/o ripario	0,087	0,18%
Construcciones rurales	0,059	0,12%
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,662	3,43%
Mosaico de pastos y cultivos	0,933	1,92%
Pastos arbolados	4,478	9,23%
Pastos enmalezados	0,043	0,09%
Pastos limpios	8,464	17,44%
Red vial	0,571	1,18%
Zonas comerciales	0,697	1,44%
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	**3,66**	**7,54%**
Pastos arbolados	1,035	2,13%
Pastos limpios	2,130	4,39%
Red vial	0,494	1,02%
Total general	**48,523**	**100.0**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Así mismo en la Tabla 7.55 se relaciona la distribución del área por tipo de infraestructura y por ecosistema.

7.5.1.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos por tipo de infraestructura

Con base en la infraestructura proyectada, a continuación, se relacionan los ecosistemas afectados por tipo de infraestructura.

7.5.1.1.2 Ecosistemas terrestres intervenidos por Accesos a Zodmes

En la Tabla 7.57, se presentan los ecosistemas intervenidos por accesos a Zodmes, teniendo en cuenta que se requiere adecuación para 7 Zodmes, en total son 7,75 ha para

este tipo de infraestructura, de los cuales 7,70 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 0,05 ha a ecosistemas de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, y al Bosque ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.57 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Acc-V118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,45
		Red vial	0,31	0,64
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,31	0,63
Total Acc-V118			**0,83**	**1,72**
Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,05	0,09
		Bosque de galería y/o ripario	0,00	0,00
		Pastos arbolados	0,14	0,30
		Pastos limpios	0,22	0,45
		Red vial	1,23	2,54
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
Total Acc-V118-V121			**1,68**	**3,47**
Acc-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,06	0,12
		Red vial	0,00	0,00
Total Acc-V121			**0,06**	**0,12**
Acc-V131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,46
		Red vial	0,03	0,07
Total Acc-V131			**0,26**	**0,53**
Acc-V144-V18	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,00	0,00
		Pastos limpios	0,21	0,43
		Red vial	1,40	2,88
Total Acc-V144-V18			**1,61**	**3,31**
Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,14	0,28
		Red vial	1,10	2,26
Total Acc-V148			**1,23**	**2,54**
Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	1,80	3,71
		Pastos arbolados	0,03	0,07
		Pastos limpios	0,07	0,15
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vía	0,17	0,36
Total Acc-V156			**2,08**	**4,29**
Total Acceso ZODMES			**7,75**	**15,98**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.3 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de almacenamiento

Dentro del área de almacenamiento se presentan los ecosistemas que se listan en la Tabla 7.58. Se presentan en total 1,59 ha para esta infraestructura, de las cuales 1,544 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y el área restante al Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.58 Ecosistemas intervenidos por Área de almacenamiento

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Almacenamiento Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,05	0,10
		Construcciones rurales	0,06	0,12
		Pastos arbolados	0,01	0,03
		Pastos limpios	1,02	2,10
Total Almacenamiento Portal Entrada			**1,14**	**2,34**
Almacenamiento Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,33	0,67
		Pastos limpios	0,13	0,26
Total Almacenamiento Portal Salida			**0,45**	**0,93**
Total Área de almacenamiento l			**1,59**	**3,28**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.4 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de Bahía

Dentro de las áreas de bahía se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.59, en total son 0,585 ha para esta infraestructura, las cuales corresponden a los ecosistemas de red vial, pastos arbolados y pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.59 Ecosistemas intervenidos por Área de Bahía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Bahía1 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,07
Total Bahía1 Acc-V148			**0,03**	**0,07**
Bahía1 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía1 Acc-V156			**0,01**	**0,03**
Bahía10 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,01	0,02
Total Bahía10 Acc-V156			**0,01**	**0,02**
Bahía1Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,08
Total Bahía1Acc-V118-V121			**0,04**	**0,08**
Bahía2 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,07	0,15
Total Bahía2 Acc-V118-V121			**0,07**	**0,15**
Bahía2 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
Total Bahía2 Acc-V148			**0,02**	**0,04**
Bahía2 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía2 Acc-V156			**0,01**	**0,03**
Bahía3 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,09
Total Bahía3 Acc-V118-V121			**0,04**	**0,09**
Bahía3 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,03

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Total Bahía3 Acc-V148			**0,02**	**0,03**
Bahía3 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía3 Acc-V156			**0,01**	**0,03**
Bahía4 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,05
Total Bahía4 Acc-V118-V121			**0,03**	**0,05**
Bahía4 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,05
Total Bahía4 Acc-V148			**0,02**	**0,05**
Bahía4 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía4 Acc-V156			**0,01**	**0,03**
Bahía5 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía5 Acc-V148			**0,01**	**0,03**
Bahía5 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
Total Bahía5 Acc-V156			**0,02**	**0,04**
Bahía5Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,06	0,12
Total Bahía5Acc-V118-V121			**0,06**	**0,12**
Bahía6 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
Total Bahía6 Acc-V118-V121			**0,04**	**0,08**
Bahía6 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía6 Acc-V148			**0,01**	**0,03**
Bahía6 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía6 Acc-V156			**0,01**	**0,03**
Bahía7 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,02	0,04
		Red vial	0,01	0,02
Total Bahía7 Acc-V148			**0,03**	**0,07**
Bahía7 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía7 Acc-V156			**0,01**	**0,02**
Bahía8 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,07
Total Bahía8 Acc-V156			**0,04**	**0,07**
Bahía9 Acc-V156	**Orobioma Azonal Andino Catatumbo**	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía9 Acc-V156			**0,01**	**0,02**
Total Área de Bahía			**0,58**	**1,21**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.5 Ecosistemas terrestres intervenidos por Diseño de vía

Dentro del Diseño de vía se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.60, en total son 19,91 ha, de las cuales 18,32 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 1,58 ha a ecosistemas naturales.

Tabla 7.60 Ecosistemas intervenidos por Diseño de vía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Diseño Vía	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,14	0,28
		Arbustal denso alto	0,59	1,21
		Pastos arbolados	1,77	3,65
		Pastos enmalezados	2,39	4,93
		Pastos limpios	0,00	0,00
		Pastos limpios	2,97	6,11
		Red vial	0,25	0,52
		Zonas comerciales	0,29	0,59
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales	0,02	0,04
		Mosaico de pastos con espacios naturales	1,66	3,43
		Arbustal denso alto	0,91	1,88
		Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18
		Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,92
		Pastos arbolados	4,48	9,23
		Pastos enmalezados	0,04	0,08
		Pastos limpios	2,42	4,99
		Red vial	0,26	0,54
		Zonas comerciales	0,70	1,44
Total Diseño de vía			**19,91**	**41,02**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.6 Ecosistemas terrestres intervenidos por Polvorín

Dentro de la infraestructura de polvorín se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.61, se presentan en total 0,27 ha, las cuales corresponden en su totalidad al ecosistema de pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.61 Ecosistemas intervenidos por Polvorín

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Polvorín 3	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados	0,27	0,56
Total Polvorín			**0,27**	0,56

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.7 Ecosistemas terrestres intervenidos por Portales

Dentro de la infraestructura de portal de entrada y salida se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.62, en total son 0,43 ha, las cuales corresponden a los ecosistemas de pastos limpios y arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.62 Ecosistemas intervenidos en Portales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Portal Entrada	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera**	Pastos limpios	0,33	0,68

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
	Oriental			
Total Portal Entrada			**0,33**	**0,68**
Portal Salida	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados	0,01	0,02
		Pastos limpios	0,09	0,19
Total Portal Salida			**0,10**	**0,21**
Total Portales			**0,43**	**0,89**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.8 Ecosistemas terrestres intervenidos por Vías industriales

Dentro de la infraestructura de vías industriales, se afectan los ecosistemas listados en la Tabla 7.63, se presenta en total para esta infraestructura un total de 0,99 ha, de los cuales 0,96 ha corresponden a coberturas antropizadas y 0,03 ha a coberturas naturales.

Tabla 7.63 Ecosistemas intervenidos por Vías industriales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
VI-1	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0,12
		Arbustal denso alto	0,00	0,01
		Arbustal denso bajo	0,00	0,01
		Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
		Pastos arbolados	0,20	0,42
		Pastos enmalezados	0,05	0,11
		Pastos limpios	0,32	0,67
Total VI-1			**0,66**	**1,37**
VI-2	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios	0,33	0,67
Total VI-2			0,33	0,67
Total Vías industriales			**0,99**	**2,04**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.9 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zodmes

Dentro de la infraestructura de Zodme, se afectan los ecosistemas listados en la Tabla 7.64, teniendo en cuenta las 7 Zodmes proyectadas, se pueden observar que el área total de afectación por esta infraestructura es de 16,90 ha, de las cuales 15,06 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 1,84 ha a ecosistemas naturales, representados en los ecosistemas de Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, en la Zodme VER131, en un área de 1,04 ha y al Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental en la Zodme VER118 en un área de 0,80 ha.

Tabla 7.64 Ecosistemas intervenidos por Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
VER 118	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios	5,58	11,50
		Arbustal denso alto	0,80	1,65

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Total VER 118			**6,38**	**13,14**
VER 121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios	1,77	3,65
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,21	0,43
Total VER 121			**1,98**	**4,08**
VER 124	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados	0,07	0,14
		Pastos enmalezados	0,85	1,75
		Pastos limpios	0,35	0,72
Total VER 124			**1,27**	**2,61**
VER 131	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados	0,00	0,00
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,15
		Pastos limpios	0,87	1,79
Total VER 131			**1,91**	**3,94**
VER 144	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios	1,02	2,10
Total VER 144			**1,02**	**2,10**
VER 148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios	1,30	2,67
Total VER 148			**1,30**	**2,67**
VER 156	**Orobioma Azonal Andino Catatumbo**	Pastos arbolados	0,99	2,04
		Pastos limpios	2,06	4,24
Total VER 156			**3,04**	**6,27**
Total Zodmes			**16,90**	**34,82**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.10 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zonas de lavado

Dentro de la infraestructura de zonas de lavado se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.65, se presentan en total 0,04 ha, las cuales corresponden a los ecosistemas de construcciones rurales y pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.65 Ecosistemas intervenidos por Zonas de lavado

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Z_LaPq	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Construcciones rurales	0,04	0,08
		Pastos enmalezados	0,00	0,00
Total Z_LaPq			**0,04**	**0,09**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

En la Tabla 7.66, se presenta el consolidado por tipo de infraestructura y tipo de ecosistema, teniendo en cuenta que, para presentar el volumen de aprovechamiento total del proyecto, los resultados se calcularon de la siguiente manera:

i. Muestreo estadístico de ecosistemas naturales

ii. Censo Forestal de ecosistemas antrópicos

Tabla 7.66 Área de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura por tipo de ecosistema

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Acceso ZODMES	Acc-V118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,45
			Red vial	0,31	0,64
		Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,31	0,63
	Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,05	0,09
			Bosque de galería y/o ripario	0,00	0,00
			Pastos arbolado	0,14	0,30
			Pastos limpios	0,22	0,45
			Red vial	1,23	2,54
		Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
	Acc-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,06	0,12
			Red vial	0,00	0,00
	Acc-V131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,46
			Red vial	0,03	0,07
	Acc-V144-V18	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,00	0,00
			Pastos limpios	0,21	0,43
			Red vial	1,40	2,88
	Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,14	0,28
			Red vial	1,10	2,26
	Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	1,80	3,71
		Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,03	0,07
			Pastos limpios	0,07	0,15
			Red via	0,17	0,36
Total Acceso ZODMES				**7,75**	**15,98**
Área de almacenamiento	Alm Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,05	0,10
			Construcciones rurales	0,06	0,12
			Pastos arbolados	0,01	0,03
			Pastos limpios	1,02	2,10
	Alm Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,33	0,67
			Pastos limpios	0,13	0,26
Total Área de almacenamiento				**1,59**	**3,28**
Bahía	Bahía1 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,07
	Bahía1 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía10 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,01	100,00
	Bahía1Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,08
	Bahía2 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,07	0,15
	Bahía2 Acc-	Orobioma Andino Altoandino	Red vial	0,02	0,04

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
	V148	Cordillera Oriental			
	Bahía2 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía3 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,09
	Bahía3 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,03
	Bahía3 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía4 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,05
	Bahía4 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,05
	Bahía4 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía5 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía5 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
	Bahía5Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,06	0,12
	Bahía6 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
	Bahía6 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía6 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía7 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,02	0,04
			Red vial	0,01	0,02
	Bahía7 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,02
	Bahía8 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,07
	Bahía9 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía				**0,58**	**1,21**
Diseño Vía	Diseño Vía	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,59	1,21
			Mosaico de pastos con espacios naturales	0,14	0,28
			Pastos arbolados	1,77	3,65
			Pastos enmalezados	2,39	4,93
			Pastos limpios	0,00	0,00
			Pastos limpios	2,97	6,11
			Red vial	0,25	0,52
			Zonas comerciales	0,29	0,59
		Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,91	1,88
			Bosque de	0,09	0,18

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
			galería y/o ripario		
			Construcciones rurales	0,02	0,04
			Mosaico de pastos con espacios naturales	1,66	3,43
			Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,92
			Pastos arbolados	4,48	9,23
			Pastos enmalezados	0,04	0,08
			Pastos limpios	2,42	4,99
			Red vial	0,26	0,54
			Zonas comerciales	0,70	1,44
Total Diseño Vía				**19,91**	**41,02**
Polvorín	Polvorín 3	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,27	0,56
Total Polvorín				**0,27**	**0,56**
Portal	Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,68
	Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,01	0,02
			Pastos limpios	0,09	0,19
Total Portal				**0,43**	**0,89**
Túnel / Acceso ZODMES	Túnel /Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,03	0,05
			Pastos arbolados	0,03	0,06
Total Túnel / Acceso ZODMES				**0,05**	**0,11**
Vía industrial	VI-1	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,00	0,01
			Arbustal denso bajo	0,00	0,01
			Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
			Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0,12
			Pastos arbolados	0,20	0,42
			Pastos enmalezados	0,05	0,11
			Pastos limpios	0,32	0,67
	VI-2	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,67
Total Vía industrial				**0,99**	**2,04**
ZODME	VER 118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,80	1,65
			Pastos limpios	5,58	11,50
	VER 121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,77	3,65
		Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,21	0,43

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
	VER 124	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,07	0,14
			Pastos enmalezados	0,85	1,75
			Pastos limpios	0,35	0,72
	VER 131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,15
			Pastos arbolados	0,00	0,00
			Pastos limpios	0,87	1,79
	VER 144	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,02	2,10
	VER 148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,30	2,67
	VER 156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,99	2,04
			Pastos limpios	2,06	4,24
Total ZODME				**16,90**	**34,82**
Zona de lavado y parqueo	Z_LaPq	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales	0,04	0,08
			Pastos enmalezados	0,00	0,00
Total Zona de lavado y parqueo				**0,04**	**0,09**
Total general				**48,52**	**100,00**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales

Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 7.67.

Tabla 7.67 Parámetros estadísticos

Parámetros Estadísticos	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: *Xi*= valor observado de unidad i-ésima de la muestra *n*= número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \sum \frac{Xi^2}{n}}{n-1}}$
Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar

	N= Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n= Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$
n (Número de parcelas)	$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$ n = número de parcelas t = constante de Student CV = Coeficiente de variación E% = Error de muestreo relativo (15%)

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Con el fin efectuar el muestreo estadístico sobre los ecosistemas naturales arbóreos se levantó un total de 27 unidades de muestreo (Tabla 7.69), de tal manera que se cumpliera con los requisitos estadísticos establecidos en la normatividad (probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%). Los ecosistemas naturales intervenidos se presentan en la Tabla 7.68.

Tabla 7.68 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto

BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,64	1,31
	Arbustal denso bajo	0,05	0,10
	Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		**0,71**	**1,45**
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	1,71	3,53
	Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		**1,80**	**3,71**
Total general		**2,50**	**5,16**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 7.69 Unidades de parcelas de muestreo

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G31	1159738,666	1309390,186	1159748,268	1309389,707
		G54	1159681,7	1309341,087	1159681,459	1309342,39
		G56	1159738,836	1309315,759	1159750,972	1309311,619
		G57	1159779,091	1309338,85	1159782,164	1309349,007
		G58	1159780,481	1309383,638	1159778,84	1309375,853
		G26	1158133,65	1309154,317	1158143,703	1309161,146

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G59	1158112,846	1309068,743	1158118,399	1309072,119
		G60	1158141,757	1309077,753	1158153,878	1309076,293
		G61	1158202,08	1309070,584	1158189,247	1309074
		G62	1158179,239	1309084,441	1158174,85	1309091,699
		G63	1158194,534	1309106,145	1158204,449	1309104,007
	Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	I1	1158366,531	1309354,19	1158434,718	1309421,172
		B2	1159010,684	1309612,254	1159109,373	1309599,921
		G73	1158444,251	1309424,505	1158517,872	1309436,709
		L3	1159342,814	1308498,503	1159420,11	1308444,44
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G1	1158003,639	1309148,881	1158092,606	1309138,586
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G65	1160356,833	1312249,914	1160355,11	1312223,234
		G64	1160356,254	1312230,176	1160367,105	1312222,646
		G66	1160376,943	1312221,609	1160374,718	1312216,591
		G67	1160390,604	1312223,58	1160400,143	1312226,301
		G68	1160426,14	1312232,807	1160422,891	1312240,764
		G69	1160437,166	1312228,942	1160434,472	1312239,69
		G70	1160447,315	1312250,862	1160457,889	1312264,055
		G71	1160473,972	1312276,487	1160470,804	1312267,614
		G72	1160464,855	1312321,88	1160472,684	1312309,327
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	A1	1161265,371	1311829,686	1161343,276	1311815,373
		E7	1159558,098	1308430,175	1159640,989	1308444,060
		I8	1160724,482	1309953,908	1160643,497	1309972,905

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2.1 Estadígrafos por Ecosistema

Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 0,13m^3/ha. En la Tabla 7.70, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,82%.

Tabla 7.70 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Análisis Estadístico 1032211	
PREMUESTREO	
Parcela	**Volumen m^3**
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
Desvia	0,0001
Sx	0,0001
valor t	2,77645
CV%	10,55761
Error absoluto	0,0001
Error relativo	**13,11**
Lim inferior	0,001
Lim superior	0,001
n<15%	5
MUESTREO	
Parcela	**Volumen m^3**
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
Desvia	0,0001
Sx	0,0001
valor t	2,77645
CV%	10,55761
Error absoluto	0,0001
Error relativo	**14,82**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,001
Lim Superior	0,001

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 0,09 m^3/ha. En la Tabla 7.71, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 5,16%.

Tabla 7.71 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 1032212	
PREMUESTREO	
Parcela	**Volumen**
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
Total	0,0067
Media	0,0022
desvia	0,0002
Sx	0,00008
valor t	3,1824
CV%	6,8587
Error absoluto	0,00024
Error relativo	**10,9073**
Lim inferior	0,0020
Lim superior	0,0025
n<15%	4
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
G61	0,0024
G62	0,0023
G63	0,0022
Total	0,0136
Media	0,0023
desvia	0,0001
Sx	0,00005
valor t	2,5706
CV%	4,9237
Error absoluto	0,0000
Error relativo	**5,1667**
Lim inferior	0,0021
Lim superior	0,0024

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 79,42 m^3/ha. En la

Tabla 7.72, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 9,92%.

Tabla 7.72 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 10314	
PREMUESTREO	
B2	8,53
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,70
Total	31,77
Media	7,94
desvia	0,68
Sx	0,25
Valor de T	3,18
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	9,92
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73
n <15%	4,00
MUESTREO	
Parcela	Volumen
B2	8,53
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,70
Total	31,769
Media	7,942
desvia	0,68
Sx	0,25
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	**9,92**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 27,78 m^3/ha. En la Tabla 7.73, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales

cumplen con un error de muestreo relativo del 14,89%.

Tabla 7.73 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 203221	
PREMUESTREO	
G64	0,29674298
G65	0,25112258
G66	0,28514021
G67	0,27607390
G68	0,21103548
G69	0,32104983
G70	0,30030150
G71	0,20233030
G72	0,36197305
Total	2,50
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	**14,89**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321
n <15%	8
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G64	0,296742979
G65	0,251122579
G66	0,285140206
G67	0,276073896
G68	0,211035476
G69	0,321049826
G70	0,300301504
G71	0,202330297
G72	0,36197305
Total	2,50
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	**14,89**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 83,5 m^3/ha. En la Tabla 7.74

Tabla 7.72, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 11,63%.

Tabla 7.74 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 20314	
PREMUESTREO	
E7	8,61
A1	8,7
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0,31
Error relativo	**11,63**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32
n <15%	3,00
MUESTREO	
Parcela	Volumen
E7	8,61
A1	8,7
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0.31
Error relativo	**11.63**
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2.2 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención

En la Tabla 7.75, se presentan las áreas por ecosistema natural, su representación en

porcentaje, el volumen por hectárea y volumen total calculado para el área de intervención, información que proviene de los valores obtenidos de las parcelas de muestreo de estos ecosistemas.

Tabla 7.75 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención

Tipo de Ecosistema	Área (ha)	Área (%)	Volumen (m3/ha)	Volumen Total (m3)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	0,64	1,31%	0,13	0,083
Arbustal denso bajo	0,08	0,16%	0,09	0,007
Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04%	79,42	1,588
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	1,71	3,53%	27,78	47,53
Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18%	83,5	7,52
Total general	**2,54**	**5,22%**		**56,698**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3 Censo forestal de ecosistemas antrópicos

El censo forestal se desarrolló sobre los ecosistemas trasformados, en el área de aprovechamiento forestal. Se realizó la identificación y conteo de todos los individuos arbóreos cuyo diámetro a la altura del pecho es mayor a 10 cm. de DAP. Se incluye en esta categoría el aprovechamiento forestal sobre el ecosistema de Herbazal denso de tierra firme con arbustos, dado que el muestreo estadístico de este ecosistema se realizó por medio del análisis de curva de acumulación de especies, y no por comparación de volúmenes de unidades de muestreo.

Atendiendo el requerimiento de la Autoridad Ambiental, se aclara que para el desarrollo del proyecto, se realizará el mejoramiento y/o rehabilitación de las vías terciarias existentes para el acceso de vehículos pesados y maquinaria a las áreas de acceso a ZODMES, sin afectar el recurso forestal, diferente al censado (árboles en estado fustal) el cual fue presentado en el EIA (Capitulo 7 Demanda de Recursos Naturales y sus respectivos anexos) y en la información adicional entregada el 17 de enero de 2019, en la cual se incluyeron la totalidad de árboles de las coberturas antropizadas o mayormente intervenidas, que serán afectados por el desarrollo del proyecto.

7.5.3.1 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de ecosistema

En la Tabla 7.76, se presentan los resultados del volumen total y comercial del censo forestal para los ecosistemas antrópicos, donde se incluyen algunos individuos de coberturas naturales presentes en las áreas de intervención debido a una variación en la precisión cartográfica de las áreas, producto de este censo, se obtuvo un total de 1367 fustales con un volumen comercial de 313,27 m^3 y un volumen total de 699,94 m^3.

Este número de árboles registrados (1367) obedece a la totalidad de individuos que serán afectados en las coberturas antropizadas o mayormente intervenidas, por cada una de las

actividades propias para el desarrollo del proyecto, incluyendo el mejoramiento y/o rehabilitación de las vías terciarias existentes para el acceso de vehículos pesados y maquinaria a las áreas de acceso a ZODMES (inventario forestal actualizado y entregado a la Autoridad Ambiental el 17 de enero de 2019).

Tabla 7.76 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados

BIOMA	ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN TOTAL (m^3)	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,93	1,42
	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,38	0,16
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	4,24	2,58
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	168	92,96	17,38
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	39	19,40	10,65
	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	273	117,21	71,71
	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	59	14,76	7,14
	Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	7,06	2,32
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		**590**	**257,94**	**113,36**
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	2,94	1,58
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	7,25	2,90
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	149,31	52,89
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	6,48	2,85
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	109,66	48,01
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,42	0,55
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	178	112,55	65,81
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	4,61	2,46
	Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,59	0,63
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		**698**	**396,81**	**177,70**
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	29,52	14,40
	Pastos limpios del Orobioma Azonal	15	14,15	7,15

BIOMA	ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN TOTAL (m^3)	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)
	Andino Catatumbo			
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	1,53	0,67
Total Orobioma Azonal Andino Catatumbo		**79**	**45,19**	**22,22**
Total general		**1367**	**699,94**	**313,27**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura

A continuación se detalla el número de individuos y el respectivo volumen comercial y volumen total, determinado por infraestructura.

7.5.3.2.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes

Atendiendo el requerimiento de la Autoridad Ambiental, se aclara que para el desarrollo del proyecto, se realizará el mejoramiento y/o rehabilitación de las vias terciarias existentes para el acceso de vehículos pesados y maquinaria a las áreas de acceso a ZODMES, sin afectar el recurso forestal, diferente al censado (árboles en estado fustal) el cual fue presentado en el EIA del 3 de octubre de 2018 (Capitulo 7 Demanda de Recursos Naturales y sus respectivos anexos) y en la información adicional entregada el 17 de enero de 2019, en el que se incluyeron la totalidad de árboles de las coberturas antropizadas o mayormente intervenidas, que serán afectadas por el desarrollo del proyecto.

Para esta unidad funcional en los accesos a ZODME el volumen total fue de 36,80 m^3 y el volumen comercial de 19,09 m^3 proveniente de la información levantada en campo de 140 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.77, se presentan los valores por vías de acceso a ZODMES, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.77 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Acc-V118	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,69	2,80
		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	1,09	2,12
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	0,67	1,53
Total Acc-V118			**28**	**3,45**	**6,44**
Acc-V118-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,78	1,07
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,89	1,28
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,32	0,70

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	2,80	6,08
Total Acc-V118-V121			**33**	**4,79**	**9,14**
Acc-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	0,43	0,87
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	1,16	2,31
Total Acc-V121			**14**	**1,59**	**3,18**
Acc-V131	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	15	2,43	4,63
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,01	0,04
Total Acc-V131			**16**	**2,44**	**4,68**
Acc-V144-V18	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,96	1,70
Total Acc-V144-V18			**2**	**0,96**	**1,70**
Acc-V148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	1,93	4,53
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	25	2,40	4,69
Total Acc-V148			**39**	**4,33**	**9,22**
Acc-V156	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,43	0,92
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	2	0,21	0,39
Total Acc-V156			**4**	**0,65**	**1,30**
Túnel /Acc-V118-V121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino	3	0,64	0,86
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,24	0,29
Total Túnel /Acc-V118-V121			4	**0,88**	1,15
Total general			**140**	**19,09**	**36,80**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.2 Volumen de aprovechamiento forestal en Área de almacenamiento

Para esta unidad funcional en el área de almacenamiento el volumen total fue de 22,61 m^3 y el volumen comercial de 7,76 m^3, proveniente de la información levantada en campo de 27 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.78, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.78 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Alm	**Orobioma Andino**	Construcciones rurales del	1	0,16	0,38

Portal Entrada	**Altoandino Cordillera Oriental**	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental			
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	5,96	11,16
Total Alm Portal Entrada			**14**	**6,12**	**11,54**
Alm Portal Salida	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,97	8,97
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,67	2,10
Total Alm Portal Salida			**13**	**1,64**	**11,07**
Total general			**27**	**7,76**	**22,61**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.3 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía

Para la UF1, en el área de Diseño de vía, el volumen total fue de 482,83 m^3 y el volumen comercial de 198,19 m^3, proveniente de la información levantada en campo de 834 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.79, se presentan los valores para el área de intervención, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.79 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Diseño Vía	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	124	9,44	71,92
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	26	9,56	15,62
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	86	40,57	60,59
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	0,05	0,23
		Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	2,32	7,06
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,90	7,25
		Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	52,89	149,31
		Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	2,85	6,48
		Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	48,01	109,66
		Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	0,55	2,42
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	55	27,04	48,20

		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,37	2,49
		Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,63	1,59
Total general			**834**	**198,19**	**482,83**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.4 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín

Para esta unidad funcional en el área correspondiente al Polvorín, el volumen total fue de 8,63 m^3 y el volumen comercial de 4,70 m^3, proveniente de la información levantada en campo de 23 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.80, se presentan los valores respectivos

Tabla 7.80 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Polvorín 3	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	23	4,70	8,63
Total general			**23**	**4,70**	**8,63**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.5 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales

Para esta unidad funcional en el área correspondiente al portal de entrada al túnel el volumen total fue de 4,11 m^3 y el volumen comercial de 2,66m^3, proveniente de la información levantada en campo de 13 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.81, se presentan los valores respectivos

Tabla 7.81 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Portal Entrada	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	2,66	4,11
Total general			**13**	**2,66**	**4,11**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.6 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales

Para esta unidad funcional en el área correspondiente a vías industriales el volumen total fue de 4,24 m^3 y el volumen comercial de 3 m^3, proveniente de la información levantada en campo de 23 individuos arbóreos fustales. En la

Tabla 7.82, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.82 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
VI-1	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,50	0,60
Total VI-1			**1**	**0,50**	**0,60**
VI-2	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	22	2,50	3,64
Total VI-2			**22**	**2,50**	**3,64**
Total general			**23**	**3,00**	**4,24**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.6.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes

Para esta unidad funcional se proyectan 7 ZODMES localizados en el municipio de Pamplona y Pamplonita. A partir del censo forestal, se determinó que el volumen de aprovechamiento forestal corresponde a 140,24 m^3 en volumen total y 77,59 m^3 de volumen comercial, proveniente de la información levantada en campo de 306 fustales. En la Tabla 7.83, se presentan los valores para las áreas de ZODME, relacionando volúmenes respectivos.

Tabla 7.83 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
VER 118	**Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	1,58	2,94
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	106	36,64	60,30
Total VER 118			**114**	**38,23**	**63,24**
VER 121	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	64	8,02	13,05
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,44	1,25
Total VER 121			**75**	**8,46**	**14,30**
VER 124	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,64	1,27
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	1,09	3,78
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,36	1,26
Total VER 124			**18**	**2,10**	**6,30**
VER 131	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	2,58	4,24
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,36

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Total VER 131			**8**	**2,84**	**4,60**
VER 144	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,62
Total VER 144			**1**	**0,27**	**0,62**
VER 148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	4,35	7,90
Total VER 148			**24**	**4,35**	**7,90**
VER 156	**Orobioma Azonal Andino Catatumbo**	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	14,40	29,52
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	13	6,94	13,76
Total VER 156			**66**	**21,34**	**43,28**
Total general			**306**	**77,59**	**140,24**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.7 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía

Para el área destinada a la realización de bahía, se identificó un individuo arbóreo con un volumen total de 0,48 m^3 y volumen comercial de 0,29 m^3. En la Tabla 7.84, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.84 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Bahía5 Acc-V148	**Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental**	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,29	0,48
Total general			**1**	**0,29**	**0,48**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.3 Solicitud volumen de aprovechamiento forestal total

Una vez obtenidos los valores de áreas a intervenir por las actividades constructivas en cada tipo de ecosistema, conociendo el volumen en m^3/ hectárea de cada cobertura natural y teniendo el volumen total de las áreas de carácter antrópico; en la Tabla 7.85, se observa el volumen total de aprovechamiento forestal para la UF1.

Tabla 7.85 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado

Tipo de Área	Volumen Solicitado (m^3)
Naturales (Muestreo)	56,70
Antrópicas (Censo)	699,94
Total General	**756,64**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

De acuerdo con lo anterior la Concesión Unión Vial Río Pamplonita solicita ante la autoridad

ambiental un volumen total de aprovechamiento forestal correspondiente 756,64 m^3 con el objeto de realizar las actividades constructivas para la UF1, en los ecosistemas identificados dentro del área de intervención.

7.5.3.4 Volumen y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles a aprovechamiento forestal

En la Tabla 7.86, se observa el listado general del censo forestal discriminado por especie; se relaciona familia, número de individuos total por especies y volúmenes. Para los 1269 árboles censados, que presentaron un volumen total de 690,24 m^3 y un volumen comercial de 302,11 m^3, se encuentran registradas 49 especies y 28 familias siendo representativas Myrtaceae y Cupressaceae y con un volumen registrado de 335,51m^3 y 152,57m^3 respectivamente.

Tabla 7.86 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles de aprovechamiento forestal

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
ANACARDIACEAE	Toxicodendron striatum	6	0,35	0,69
Aquifoliaceae	Ilex laurina	2	0,19	0,72
ARALIACEAE	Oreopanax gargantae	1	0,03	0,05
BETULACEAE	Alnus acuminata	19	3,95	8,07
CLUSIACEAE	Chrysochlamys colombiana	8	0,19	0,54
CORDIACEAE	Varronia acuta	2	0,05	0,10
CUPRESSACEAE	Cupressus sempervirens	273	94,56	163,96
ESCALLONIACEAE	Escallonia paniculata	3	0,29	0,87
EUPHORBIACEAE	Alchornea grandiflora	4	2,29	4,20
FABACEAE	Acacia dealbata	121	17,73	46,16
	Acacia melanoxylon	108	6,00	29,14
	Erythrina poeppigiana	4	0,15	0,42
	Inga oerstediana	1	0,41	0,65
	Inga ornata	1	0,03	0,06
	Paraserianthes lophantha	1	0,01	0,03
	Senna robiniifolia	1	0,07	0,12
HYPERICACEAE	Vismia baccifera	6	0,42	0,73
JUGLANDACEAE	Juglans neotropica	1	0,04	0,15
LYTHRACEAE	Lafoensia acuminata	7	0,68	1,02
MELASTOMATACEAE	Miconia theizans	1	0,13	0,21
MELIACEAE	Cedrela montana	2	1,34	4,26
MORACEAE	Ficus sp.01	14	6,51	12,58
	Ficus velutina	1	0,06	0,36
MYRICACEAE	Morella pubescens	8	0,12	0,53
MYRTACEAE	Callistemon speciosus	1	0,01	0,04
	Calycolpus moritzianus	35	3,90	8,57
	Eucalyptus camaldulensis	105	38,22	79,53
	Eucalyptus globulus	239	87,23	189,98
	Eucalyptus sp.01	73	16,40	37,60

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m^3)	VOLUMEN TOTAL (m^3)
	Myrcia fallax	51	2,42	5,27
	Myrcianthes fragrans	58	5,60	11,10
	Myrtaceae sp.01	2	0,24	0,40
OLEACEAE	Fraxinus chinensis	8	2,49	6,19
PINACEAE	Pinus patula	124	15,23	73,00
PIPERACEAE	Piper hispidum	4	0,08	0,33
PRIMULACEAE	Myrsine latifolia	4	0,20	0,48
	Myrsine pellucida	6	0,09	0,28
PROTEACEAE	Roupala pseudocordata	4	0,10	0,21
RHAMNACEAE	Rhamnus sphaerosperma	19	1,67	2,73
ROSACEAE	Prunus persica	1	0,01	0,04
	Prunus serotina	2	0,20	0,61
SALICACEAE	Casearia sylvestris	1	0,21	0,26
	Salix humboldtiana	4	0,66	1,62
	Xylosma spiculifera	9	0,10	0,46
SAPINDACEAE	Cupania latifolia	5	1,28	2,33
SOLANACEAE	Acnistus arborescens	2	0,12	0,24
	Sessea crassivenosa	2	0,22	0,64
VERBENACEAE	Citharexylum kunthianum	2	0,00	0,05
	Lippia hirsuta	3	0,13	0,26
	Lippia schlimii	8	0,84	2,11
Total general		**1367**	**313,27**	**699,94**

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.5 Especies en amenaza, veda y/o endemismo en las áreas de intervención del proyecto

Durante el censo forestal en las áreas de intervención del proyecto, se registraron especies en categoría de veda, amenaza, peligro y/o vulnerables. La Tabla 7.87, muestra las especies amenazadas de acuerdo con la consulta realizada en los libros rojos de plantas de Colombia, categoría CITES, UICN y Resolución 0192 de 2014.

Tabla 7.87 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto

Especie	MADS 1912 2017	UICN	Endémica	Veda	Resolución Veda	Entidad veda	CITES
Alnus acuminata	NR	LC	NR	NR			NR
Juglans neotropica	EN	EN	NR	Nacional	Resolución 0316 de 1974	INDERENA	NR
Ficus velutina	NR	LR/lc	NR	NR			NR
Pinus patula	NR	LC	NR	NR			NR
Oreopanax gargantae	NR	N/R	Endémica	No registra			NR
NR: No Registra ; LC: Least concern (Preocupación menor); EN: En Peligro.							

Fuente: Aecom-Concol, 2018

La especie veda registrada corresponde a 1 árbol de la especie *Juglans neotropica,* localizado sobre la cobertura de zonas comerciales, en las coordenadas Este: 1157587,1824; Norte: 1309049,2496. En el capítulo 11.1.1.2 Medio Biótico, presenta el manejo ambiental recomendado para esta especie. (PMB-02- Manejo de flora).

Se incluye en el listado a la especie *Alnus acuminata*, sin embargo, de acuerdo con la información reportada por la UICN, esta especie tiene una amplia distribución. Existen algunas plagas y patógenos conocidos en partes de su área de distribución y se produce cierta recolección silvestre, pero estos factores actualmente no representan una amenaza significativa para la especie. La especie crece rápidamente y las poblaciones se regeneran naturalmente en áreas abiertas y alteradas. Por lo tanto, se evalúa como de Preocupación Menor (UICN, 2016). Por esta razón no se considera pertinente plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

Así también, para *Ficus velutina*, la cual se encuentra dentro de la categoría LR/lc (Lower Risk – Least Concern), considerada como de menor riesgo (LR), un taxón es de Menor Riesgo cuando ha sido evaluado, no cumple con los criterios para ninguna de las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Los taxones incluidos en la categoría de Riesgo Inferior pueden separarse en tres subcategorías: Dependiente de la Conservación (cd), Casi amenazado (nt) y Preocupación Menor (lc). Taxa que no califica para Conservation Dependent o Near Threatened. (UICN, 2016). Por lo tanto, tampoco se considera necesario plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

Con respecto *a Pinus patula*, es una especie muy extendida y es abundante a pesar de la explotación de su madera. La regeneración es rápida y los árboles crecen rápidamente. Por lo tanto, se evalúa como de Preocupación Menor. (UICN, 2016). No se considera plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

7.5.4 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal

El tipo de aprovechamiento que se va a realizar es de tipo único, ya que el corte es a tala rasa retirando totalmente la cobertura vegetal de manera manual o mecánica, con caída direccionada, utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar los recursos naturales aledaños a las áreas establecidas como aprovechamiento. Durante el aprovechamiento forestal, se deberán tomar las medidas ambientales acordes con la legislación ambiental vigente y con lo establecido por la autoridad ambiental competente.

7.5.5 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura)

Para el desarrollo de las actividades propias del aprovechamiento forestal, es fundamental que los trabajadores lleven a cabo el cumplimiento de los siguientes aspectos:

7.5.5.1 Medidas de seguridad e higiene

- El personal operativo debe ser competente y debe estar provisto de la totalidad del

equipo de seguridad necesario para la realización de la actividad de corta.
- Cada trabajador debe portar en un lugar visible su identificación y debe utilizar de manera adecuada los elementos de protección personal. Estos elementos son: casco de seguridad, protector auditivo, gafas o pantalla de protección ocular, guantes, pantalones de protección, botas de seguridad y cinturón de herramientas.
- Todos los equipos deben estar en buenas condiciones de funcionamiento. Si se trabaja en operaciones de apeo, pendientes altas, posiciones incómodas, se debe prestar mayor atención a las medidas de seguridad, razón por la cual previamente los equipos y herramientas serán inspeccionados mediante una lista de chequeo.
- No usar ropa demasiado suelta que pueda enredarse fácilmente en la cadena, de la motosierra o en otro tipo de partes sobresalientes, ocasionando accidentes graves.
- No se debe transportar la motosierra con el motor en funcionamiento.
- La carga y descarga manual de camiones se debe hacer en terrenos planos y uniformes para evitar caídas y deslizamientos de trabajadores.
- Los trabajadores destinados al transporte manual de cargas deben recibir capacitación específica en manejo de cargas.
- El plan de entrenamiento del personal operativo debe incluir los siguientes temas: Técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, técnicas de tala dirigida, técnicas de prevención de la erosión, mantenimiento de equipos, autocuidado, trabajo seguro y primeros auxilios.
- El extintor y el equipo de primeros auxilios debe permanecer en un sitio seguro y visible para todo el personal que realice la labor.
- La seguridad en las operaciones para el aprovechamiento forestal debe estar basado en la capacitación y seguridad de las personas encargadas y deben ocupar el primer lugar en la etapa de planeación de la tala y su posterior puesta en marcha, de este modo se salvaguarda la seguridad de los trabajadores que participan en dicha operación, se minimizan los accidentes y se controlan los efectos en el medio ambiente.
- En la realización del derribo de árboles, los trabajadores deberán tener las siguientes precauciones:
- Trabajar con señales y a distancias donde se puedan escuchar las indicaciones del jefe de la brigada, apagar la motosierra para escuchar estas indicaciones como medida de precaución.
- Mantener la motosierra y el equipo (cuñas, cuerdas, cables y otros) en buenas condiciones de trabajo.
- Usar y mantener en buenas condiciones los elementos de seguridad.
- Alejarse del área de derribo si existen condiciones ambientales que pongan en riesgo la operación (fuertes lluvias o vientos).
- La verificación del cumplimiento de las medidas de seguridad en el trabajo estará a cargo del personal de Seguridad y Salud en el Trabajo SST, de la UVRP.

7.5.5.2 Demanda de recursos

Personal: Las cuadrillas de tala estarán conformadas por un operador de motosierra (con experiencia certificada) y dos auxiliares. La cuadrilla será dirigida por un Ingeniero Forestal.

Materiales y maquinaria: Los materiales requeridos para la realización del aprovechamiento

forestal se describen a continuación:

- Planos que presenten la georreferenciación del individuo a intervenirse
- Motosierra.
- Cadenas para Motosierras
- Limas para Motosierras
- Aceite y combustible
- Manilas y cuñas para el direccionamiento de la caída de los árboles
- Vehículo para el transporte de materiales
- Vehículo para la evacuación de personal.
- Kit ambiental

7.5.5.3 Planificación y orientación del aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal se hará con anticipación a los trabajos inherentes del proyecto de construcción, mediante el corte total o tala rasa de la vegetación existente y técnicamente necesaria, la cual se ubica en los sitios previstos para la adecuación del derecho de vía, y demás áreas que requieran ser intervenidas por la obra. Consistente en la extracción de toda la masa forestal y desmonte de árboles con DAP > 10 cm de las áreas involucradas en el proyecto. Se establecen las siguientes fases y especificaciones para tala de árboles:

Pre tala

Durante la pre-tala, se desarrollarán actividades que incluyen la planificación de la operación de tala, la delimitación y señalización del lugar en el cual se realizará el aprovechamiento para evitar la afectación a zonas adyacentes a los sitios de intervención. Previo a las actividades de la tala se debe evaluar la medida del diámetro del árbol y la especie a intervenir, de los individuos identificados preliminarmente durante el inventario, la calidad del terreno, la topografía, la densidad del árbol y en general la ecología del sitio, debido a que estos aspectos determinan la calidad y la variedad de los fustes que desarrollan los arboles e incide en la dirección de caída del árbol. También es apropiado inspeccionar el estado físico y sanitario del tronco, su grado de inclinación, si presenta bifurcaciones a diferentes alturas del suelo, de igual manera verificar su estado sanitario (orificios, termitas o secreciones); llevar a cabo la eliminación de lianas, ramas desgajadas y remoción de termiteros, con el propósito de evitar posibles accidentes al momento de la caída del árbol

Es indispensable que antes de iniciar la actividad de apeo, se identifique la dirección de caída del árbol teniendo en cuenta la dirección natural (de acuerdo a la pendiente del suelo, inclinación del tronco, distribución de ramas y contrafuertes en la base), la dirección del viento, la existencia de árboles próximos, la dirección prevista de saca y los posibles obstáculos existentes en la zona del derribo, de igual manera es necesario asegurarse de que la zona de influencia esté libre de personas o cosas que puedan ser alcanzadas en la caída del árbol; una vez fijada su dirección de caída, permitiendo la identificación de vías de escape, la cual garantiza la seguridad de las personas que están desarrollando la labor de apeo.

Para el aprovechamiento de árboles que se encuentren en buen estado fitosanitario, se utilizará la tala direccionada como técnica para el derribo. En las zonas donde existan manchas de vegetación autorizadas para su intervención, el corte del aprovechamiento estará dirigido desde el borde de la mancha boscosa hacia fuera de la misma con el propósito de dirigir la caída de los árboles en las zonas libres de vegetación. Los árboles que presenten contacto a nivel de copa con otros árboles a permanecer serán descopados antes de apear el árbol objetivo a talar.

Tala

Teniendo en cuenta la evaluación previa realizada a los individuos objeto de aprovechamiento, se determinará el método de apeo apropiado para cada árbol, el corte direccional determina la dirección de caída, mientras que el corte de tala es el que finalmente logra derribar el árbol, en medio de dichos cortes se deja una bisagra que permite dirigir de manera segura la caída del árbol hacia el lado previsto.

Desrame: Se deben eliminan todas las ramas del individuo, considerada desde el momento en que el árbol ha caído al suelo, hasta el momento en el cual se desrama por completo. Para minimizar los riesgos, teniendo en cuenta el diámetro de las ramas, se considera oportuno hacer los cortes con herramientas manuales como el serrucho o machete, cuando el tamaño de las ramas sea el adecuado para este tipo de herramientas.

Trozado: Consiste en el corte en secciones determinadas de acuerdo al uso que tendrá la madera, es considerado según el diámetro de las trozas y la densidad de la madera, el fuste debe estar bien apoyado sobre el suelo con el fin de evitar posibles accidentes en el proceso de corte.
Adicional a lo anterior, las técnicas especiales de tala se utilizarán en los siguientes casos:

- Árboles cuya dirección natural de caída requiere ser alterada. Para facilitar el arrastre y proteger árboles remanentes, el control de la dirección de caída puede ser reforzado al dejar la bisagra más estrecha en el lado de caída natural. Esta parte rompe primero, causando una torsión y orientando la caída del árbol para el lado deseado.
- Árboles con hueco: Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial ampliando los bordes de la bisagra a ambos lados, culminando con el corte de tumba.
- Árboles con troncos muy inclinados: Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las rajaduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles.

El personal auxiliar procederá a cortar las ramas de la copa hasta lograr que el fuste quede en contacto con el suelo.

Post tala

Limpieza: se realiza la disposición adecuada del material vegetal resultante. Los residuos de rocería y ramas del follaje se picarán y se utilizarán para conformar una capa de materia orgánica que aporte nutrientes para la recuperación de suelos, apilándose sobre la margen de las áreas del rastrojo o el bosque para su descomposición.

Acopio temporal: se deben establecer sitios de acopio temporal, en los que se ubicarán los productos de las labores de tala, estarán localizados en áreas de poca arborización y que cumplan con los requerimientos de manejo definidos a fin de causar el menor impacto sobre la vegetación circundante a la zona de obra.

7.5.6 Destinación de Productos

Los productos vegetales menores, no lignificados, resultantes de la limpia de trochas y descope de árboles serán apilados temporalmente en la obra y transportados a sitios de disposición como los puntos satélites. Trasladar los residuos en volquetas que cuenten con contenedores o platones en buen estado de mantenimiento, el material será cubierto con lonas o plástico para que este no se disperse. La madera que no cumpla con los requerimientos exigidos para ser utilizada por el proyecto deberá ser cortada en trozos pequeños (máximo 1 m de longitud), y trasladada al sitio autorizado, el contratista llevará registros de volúmenes de la disposición de residuos, así como certificados de disposición de residuos.

El material, puede ser donado a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual, se deberá elaborar un acta de donación en la que se especifique el uso final que tendrá el recurso. De acuerdo con la normatividad vigente, está prohibida la venta de la madera. En lo relacionado con las ramas y el follaje deberán ser dispuestos en la zona de disposición final de material sobrante, intercalando capas de residuos vegetales, compactando el relleno de acuerdo con el procedimiento para la conformación del sitio de disposición final de materiales.

Transporte del producto: Los productos dimensionados pueden ser trozas, tablas y bloques, los cuales pueden ser utilizados en las mismas obras del proyecto que requieran madera. En caso de no requerir parcial o totalmente este material, el transporte del excedente resultante del aprovechamiento se llevará a los sitios de almacenamiento y disposición dispuestos para este fin.

7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES

7.6.1 Justificación

Como parte del Plan de Manejo Ambiental (capítulo 11.1.1) se estableció el Programa de conservación de especies faunísticas y de la protección y conservación de hábitats, donde se incorpora la Ficha PMB-05: Manejo de Fauna Silvestre, en la cual se determina la necesidad de realizar actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con

el fin de mitigar el impacto que puede generarse sobre las poblaciones de fauna localizadas en el área de intervención del proyecto durante las actividades de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza. Lo anterior, implica una eventual captura y manipulación de especímenes de la diversidad biológica, de aquellas especies de baja movilidad o susceptibilidad a eventos de muerte por no encontrarse en condiciones óptimas para alejarse de forma voluntaria de los frentes de obra.

Por otro lado, la Ficha PMB-02: Manejo de flora, que hace parte del Programa de Manejo del suelo para el medio biótico, contempla el grupo de epífitas, cuyas medidas de manejo se describen de forma detallada en el documento de solicitud de levantamiento parcial de veda nacional, el cual se adelanta ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS (Número de radicado Vital 4700090108254518004). Dichas medidas incluyen las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies vasculares en veda nacional previo a la remoción de cobertura vegetal y aprovechamiento forestal. Por esta razón, también es necesaria la colecta temporal de especímenes de la diversidad biológica de este grupo biológico, para su posterior traslado al sitio de reubicación, donde posteriormente se llevará a cabo el seguimiento y monitoreo.

Con base en lo descrito y en atención al numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se solicita la autorización de recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, con el propósito de dar cumplimiento a las actividades mencionadas que hacen parte la ejecución del plan de manejo ambiental.

7.6.2 Metodologías de recolección

7.6.2.1 Fauna silvestre

Se plantea la colecta temporal de aquellos especímenes de la fauna silvestre durante las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, en los casos donde las técnicas de ahuyentamiento no propicien el desplazamiento de los individuos o se encuentren especies de movilidad restringida o que atraviesen etapas tempranas de su ciclo de vida (huevos, neonatos, polluelos y juveniles).

De acuerdo con los resultados del EIA y la caracterización de fauna en el área de influencia de la UF1, en la Tabla 7.88 se presenta la categoría taxonómica de los grupos de fauna susceptibles a procedimientos de rescate y reubicación. La categoría taxonómica mínima es la familia, teniendo en cuenta que, aunque se obtuvo un muestreo representativo, existe la probabilidad de encontrar otras especies además de las registradas pertenecientes a estas familias.

Tabla 7.88 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre

Grupo	Clase	Orden	Familia
Anfibios	Amphibia	Anura	Bufonidae Craugastoridae Hylidae
Reptiles	Reptilia	Squamata Suborden Sauria	Dactyloidae Gymnophthalmidae

Grupo	Clase	Orden	Familia
			Scincidae Tropiduridae Sphaerodactylidae
		Squamata Suborden Serpentes	Colubridae Elapidae
Aves	Aves	Accipitriformes	Accipitridae
		Apodiformes	Trochilidae
		Caprimulgiformes	Caprimulgidae
		Cathartiformes	Cathartidae
		Charadriiformes	Charadriidae Scolopacidae
		Columbiformes	Columbidae
		Cuculiformes	Cuculidae
		Falconiformes	Falconidae
		Galliformes	Odontophoridae
		Passeriformes	Furnariidae Mimidae Tyrannidae Thraupidae Troglodytidae Parulidae Cinclidae Troglodytidae Cardinalidae Vireonidae Fringillidae Turdidae Emberizidae Icteridae Grallaridae Hirundinidae Cotingidae
		Piciformes	Picidae
		Psittaciformes	Psittacidae
		Strigiformes	Strigidae
Mamíferos	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae
		Cingulata	Dasypodidae
		Pilosa	Bradypodidae
		Chiroptera	Phyllostomidae Vespertilionidae Molossidae
		Carnivora	Felidae Canidae Mephitidae Mustelidae Procyonidae
		Cetartyodactyla	Cervidae
		Rodentia	Sciuridae Cricetidae

Grupo	Clase	Orden	Familia
			Erethizontidae Cuniculidae Dasyproctidae
		Lagomorpha	Leporidae

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De igual forma, según los resultados obtenidos en la caracterización, es posible que se requiera la captura y manipulación de especímenes de algunas especies que se encuentran en categoría de amenaza o presentan una distribución restringida al territorio colombiano (especies endémicas). En la Tabla 7.89 se presenta el listado de estas especies.

Tabla 7.89 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación

Grupo	Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Estado de amenaza			Endemismo
			IUCN	Res. 1912/ 2017	Libro rojo	
Anfibios	*Tachiramantis douglasi*	Rana de lluvia	VU	-	-	End
	Dendropsophus molitor	Rana verde	DD	-	-	End
Mamíferos	*Mazama rufina*	Soche de páramo, Soche, Venado chonta	VU	-	-	C-End
Categorías IUCN: LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable; DD: Datos deficientes. Endemismo: End: Endémica de Colombia; C-End: Casi endémica.						

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se describen las metodologías que serán empleadas para el rescate, traslado y reubicación de la fauna en el área de intervención del proyecto.

7.6.2.1.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- **Anfibios**

Teniendo en cuenta los picos de actividad de las especies de anfibios, se realizarán dos jornadas de rescate de anfibios en el día, durante un periodo que permita hacer un barrido completo del área a intervenir. De esta forma, se realizará una jornada en la mañana, entre las 6:30 y las 10:30 y otra en la noche entre las 18:00 y las 22:00 h. La captura de individuos se realizará de forma manual. Una vez capturados, los individuos serán depositados en bolsas plásticas o de tela, en las cuales se habrá introducido hojarasca húmeda para evitar la desecación de los ejemplares durante su traslado.

Los individuos capturados serán valorados para establecer su condición de salud y determinar si es posible realizar la liberación inmediata. Se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde fue capturado, hora de captura y condición física, con el fin de establecer el sitio más adecuado para su liberación.

- **Reptiles**

Para el rescate de reptiles y posterior a la aplicación de técnicas de ahuyentamiento, se realizará una inspección del área de intervención buscando en sitios específicos donde puedan quedar individuos rezagados, como debajo de troncos muertos, rocas, hojarasca, oquedades y corteza de árboles.

Cuando se trate de especies de lagartos (suborden Sauria), se realizará captura manual, depositando los individuos atrapados en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda en su interior. En el caso de serpientes (suborden Serpentes), se realizará la captura por medio de un gancho o pinza herpetológica. Posteriormente y de acuerdo con el tamaño del ejemplar, estos serán introducidos en bolsas de tela o costales resistentes a cualquier perforación que pueda realizar el individuo capturado.

Cada uno de los individuos capturados será revisado por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado. A cada individuo se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde se encontró, condición física, estado reproductivo y hora de captura, con el fin de determinar el sitio óptimo de liberación.

- **Aves**

Como primera medida se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, procurando que las aves abandonen el área de intervención por sus propios medios, para evitar el estrés que se puede causar por medio de la captura. Solo se hará captura de individuos cuyo comportamiento territorial esté causando que estos no abandonen el área que se desea intervenir, como es el caso de aves con baja capacidad de desplazamiento y alta filopatría. En este caso, se hará empleo de redes de niebla. Por otro lado, se realizará el rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles antes del aprovechamiento forestal.

Captura en redes de niebla

Este método será empleado únicamente en coberturas naturales (bosque ripario, arbustal denso alto, arbustal denso bajo y herbazal denso de tierra firme con arbustos), pues en las zonas abiertas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas se puede garantizar el retiro de los individuos sin necesidad de capturas. En caso de requerirse, se instalarán 1 a 3 redes de niebla de 12 x 3 m y ojo de malla de 30 mm, las cuales serán operadas por un ornitólogo en horario de las 16:00 a las 17:00 horas.

Los individuos capturados serán depositados de forma individual en bolsas de tela y se procederá de forma inmediata con la liberación en el sitio destinado para tal fin, una vez se verifique la condición óptima de salud del individuo. Si se captura un grupo familiar o pareja, la liberación debe hacerse en conjunto. Para los individuos capturados se tomará registro de especie, peso, condición corporal (grasa y músculo pectoral), estado reproductivo, muda y hábitat.

Rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles

A lo largo del área de intervención, se hará un barrido para identificar la presencia de nidos. Una vez identificados, se realizará la revisión de los nidos que se encuentren en los individuos forestales a ser aprovechados o en la vegetación herbácea y suelo para el caso de especies que aniden en estos estratos.

Después de ubicarse los nidos, se procederá con el análisis de cada uno de ellos con el fin de identificar su estado de actividad; debido a su ubicación se realizarán procedimientos de trabajo en alturas, el cual deberá ser realizado por personal experto y certificado para este tipo de actividades.

En los casos en los que los nidos se encuentren inactivos, se recogerán o destruirán para evitar su posible recolonización; cuando los nidos se encuentren ocupados por huevos o polluelos, se protegerán y se evaluarán para determinar la especie, su etapa de crecimiento (desarrollo de los huevos y polluelos) y la viabilidad de los mismos.

Una vez se complete el análisis de cada uno de los individuos encontrados susceptibles a entrar al programa de rescate, se realizarán las recomendaciones de permanencia y seguimiento de los nidos e individuos en el sitio de anidación (árboles, arbustos, infraestructura), con el fin de minimizar el riesgo implícito del traslado de individuos.

Para los nidos con huevos o crías se utilizarán cintas Flagging reflectivas para indicar el estado en el que se encuentra el nido en el árbol (Cinta Roja: Nido activo con huevos o pichones, Cinta amarilla: nidos en construcción, Cinta verde: Árbol sin nidos). Posteriormente se hará seguimiento para determinar el éxito de la nidada, emplume, acompañamiento de parentales y abandono del nido, y posteriormente luego de que el individuo deje el nido se procederá a destruir para evitar ser recolonizado, lo anterior con el respectivo registro fotográfico del proceso. La intervención a los nidos se realizará de manera preliminar a la intervención arbórea del corredor y se realizará el seguimiento en el sitio donde sean reubicados.

- **Mamíferos**

En términos generales, la abundancia de mamíferos dentro del área de estudio es baja según los resultados obtenidos en la caracterización de fauna y debido a su comportamiento huidizo, se espera que haya una baja afluencia de este grupo en el área de intervención, permitiendo que a partir de las técnicas de ahuyentamiento se pueda generar el desplazamiento de la mayoría de mamíferos. Por lo anterior, las actividades de rescate y traslado estarán dirigidas principalmente a especies de talla pequeña (micromamíferos) o baja capacidad de desplazamiento (p ej. *Bradypus variegatus* – Perezoso) en caso de requerirse estrictamente. Para el primer caso, se empleará la captura de trampas Sherman, mientras que en el segundo caso se hará captura manual.

Trampas Sherman

Se emplearán trampas Sherman de dimensiones 23 x 7,5 x 9,0 cm fabricadas en aluminio.

Estas trampas serán ubicadas en sitios donde se presuma la presencia de pequeños mamíferos no voladores (roedores y musarañas – familias Cricetidae y Didelphidae), como son áreas con vegetación arbórea y arbustiva, depósitos de madera y hojarasca, madrigueras subterráneas, entre otras. Las trampas serán dispuestas en transectos con una separación máxima de 5 m entre cada trampa.

Una vez ubicadas, las trampas serán cebadas con alimentos como avena, maní, miel y esencia de vainilla. Estas se activarán al finalizar la tarde (18:00 horas) y revisadas al siguiente día a partir de las 6:00 horas. En la tarde serán recebadas, permaneciendo en el área de intervención por un periodo máximo de 5 días.

Los individuos capturados serán evaluados para determinar su condición física y proceder con la liberación inmediata, con el previo registro de datos sobre especie, edad, sexo, longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, condición general del individuo y tipo de vegetación en el que se capturó.

Captura manual

Para el caso de especies con desplazamientos lentos, como el Perezoso (*B. variegatus*), en caso estrictamente necesario, al no responder de forma positiva a estímulos empleados para el ahuyentamiento, se accederá hasta la rama donde sea visualizado el individuo para proceder con su captura. Posteriormente se evaluará el estado de salud del ejemplar con el fin de proceder a su liberación o si es necesario, llevarlo a un centro de atención de fauna.

7.6.2.1.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

- **Traslado de especímenes**

Todos los individuos capturados serán sometidos a una valoración por parte del médico veterinario para determinar si pueden ser liberados de forma inmediata en el área de reubicación o si deben ser trasladados a un hogar de paso, que en este caso corresponde al hogar de paso habilitado por Corponor. De acuerdo con el grupo biológico, el transporte de los ejemplares capturados se realizará como se describe a continuación.

Anfibios y reptiles

Los anfibios y lagartos se transportarán en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportarán utilizando bolsas de tela o costales según el tamaño del ejemplar. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

Aves

Las aves capturadas se deben trasportar en jaulas especiales, dispuestas de bebederos y

comederos si el trayecto es muy largo. La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para que el individuo no vea que lo están transportando y no se estrese demasiado.

Mamíferos

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para evitar que el animal vea que está siendo movilizado.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera:

1) Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo.
2) Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal.

Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas. En caso de que se requiera sedar al animal, el veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.

- **Reubicación**

Para la reubicación y liberación de la fauna capturada se deberá analizar el grado de similitud al ambiente original del rescate, para lo cual se requiere realizar una descripción y caracterización del ambiente, el grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización y la sobrevivencia de los ejemplares trasladados.

La reubicación de reptiles y anfibios se llevará a cabo principalmente en sitios con características similares al lugar de origen, a una distancia no menor a un kilómetro. Las especies de estos grupos serán relocalizados en áreas cercanas al proyecto, pero fuera del radio de acción de las actividades directas (área de influencia). Las áreas de reubicación serán marcadas y georreferenciadas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.

Los anfibios capturados se ubicarán en sitios con la humedad requerida y en sectores que no serán intervenidos por las obras del proyecto.

Para los mamíferos capturados, estos serán trasladados en un tiempo no mayor a 24 horas hacia el sitio destinado para ser reubicados. Este tipo de liberaciones se consideran blandas, por lo tanto, no tendrán consecuencia sobre esta fauna capturada y no se requiere hacer ninguna intervención sobre esta.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (por fuera del área de influencia) se relaciona con los siguientes aspectos:

- Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.

- Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.
- En el caso de los reptiles, se seleccionarán sectores con condiciones similares al ambiente original y serán liberados principalmente en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio.
- Por su parte, los anfibios (adultos y renacuajos) serán liberados durante la noche en sectores con agua permanente y que exhiban condiciones similares a las de los sitios de captura (vegetación acuática y palustre, fisicoquímica del agua, etc.).

Las aves, por ser organismos de alta movilidad, serán liberadas en sitios aledaños al proyecto. En el caso del encuentro de pichones o animales heridos, se realizará un acuerdo con la unidad médico-veterinaria de Corponor, que pueda atender posibles eventualidades sobre la salud y atención primaria de estos individuos.

Sobre los especímenes rescatados, se realizarán las visitas que se dieran lugar con el fin de validar de la acción técnica tomada y definir las acciones de liberación de los especímenes para así dar estricto cumplimiento al plan de rescate de fauna silvestre. Todos los eventos serán registrados y anexados al informe de cumplimiento ambiental.

- **Tratamiento de individuos muertos**

Los individuos que sean encontrados muertos durante las labores de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza, deben ser preparados y preservados, dependiendo de las condiciones de descomposición de sus cuerpos y siguiendo las metodologías específicas para cada grupo.

Preservación

Anfibios

A los ejemplares se les inyectará una solución de formol al 10%; luego se procederá a colocar los ejemplares en una cámara húmeda cerrada o bandeja cerrada durante dos (2) a ocho (8) horas (Angulo et al. 2006).

Reptiles

Para la preparación y fijación, se deberá proceder a su inmersión en solución de formol al 10% durante 7 a 10 días. Para ejemplares grandes se inyectará formol al 10% en la cavidad visceral o se realizará una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos.

Aves

La preservación se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Serie (1918). Primero se dispone algodón en la boca del animal, para luego iniciar la

separación de la piel del ave, desde la parte inferior ventral, donde se hace una incisión en la piel, la cual se va desprendiendo y se avanza hacia los costados (Serié, 1918).

Al llegar a la cabeza del ave, serán extraídos los órganos y músculos de la misma, y se cortarán las vértebras del cuello, con el fin de preservar el cráneo junto con la piel de estudio. En caso necesario, se aplicará aserrín o bórax para secar los tejidos que quedan e impedir que se pudra la piel. Posteriormente, se devolverá la piel hacia atrás, a través de la piel del cuello, para re-introducir el cráneo, cuidando de dejar todas las plumas en su sitio, y no dejar pliegues en la piel de la cabeza en general (Serié, 1918).

Posteriormente, se introducen dos pequeñas bolas de algodón a través del pico, para rellenar el sitio que los globos oculares ocupaban. Luego se arreglan las alas; para lo cual se retiran los músculos y tendones sobre el húmero, cuidando de no desprender las plumas primarias del ala. Con aguja e hilo, se amarran las dos alas entre sí a través del cúbito y la ulna, y se deja lo que sería el espacio interescapular del ave (Serié, 1918). Por otra parte, en la cola, es necesario retirar la glándula uropigial y la carne que haya quedado, para lo cual debe extraerse el muñón de la cola y retirar la piel de la espalda sobre él, donde se encuentra la glándula, la cual se corta por encima de la cola, y se añade bórax o aserrín en caso de ser necesario (Serié, 1918).

Finalmente se rellena y se sutura la piel; para lo cual, se enrolla algodón de la forma y tamaño aproximado del cuerpo sobre un palillo largo y delgado. Se introduce la punta en el cuello hasta el pico y se devuelve la piel sobre el relleno. Luego se procederá a suturar la piel en el vientre, donde se hizo el corte inicial, empezando por la parte superior del vientre, y avanzando hacia la cloaca. Se realizan puntadas en zig-zag hasta terminar por debajo del palo, donde se ajusta toda la abertura y se amarra. Finalmente se unen los tarsos en forma de equis y se arregla el plumaje de modo que tenga su apariencia natural, y por último se deberá colocar la etiqueta a la pata de la piel preparada (Serié, 1918).

Mamíferos

Preservación en seco: De acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Nagorsen & Peterson (1980). La preparación del individuo se procesa por disección a través del vientre con separación de la piel del resto del cuerpo, solo conservando las patas; posteriormente, se limpiará la piel de restos de grasa y se procederá a su curtido con Carbonato de Magnesio o con Borax. La taxidermia, se estructura sobre un relleno de algodón soportado sobre alambre acerado para la acomodación de los miembros y la cola. Luego se fijará con alfileres a láminas de cartón para el secado de piel y su transporte a la colección.

Preservación en líquido: Se inyectará formol al cuerpo y se mantendrá en formol por 72 horas, posteriormente se cambiará el formol por alcohol al 90% en frascos de vidrio.

Preservación
Anfibios

Material etiquetado y preservado en alcohol al 70%, transportado en cajas plásticas o de

poliestireno, para inclusión en una colección biológica registrada.

Reptiles

Material etiquetado y preservado en solución de alcohol etílico al 75%, transportado en frascos de vidrio. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

Aves

Material envuelto en láminas de algodón y transportado en cajas selladas. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

Mamíferos

Para material preservado en seco: En el caso de pieles, el material será depositado en bolsas de polietileno con naftalina. En el caso de restos corporales o segmentos de esqueletos, serán almacenados en frascos de vidrio de boca ancha sin ningún solvente. El material preservado en seco será transportado en contenedores plásticos

Para material preservado en líquido: Será almacenado en frascos de vidrio y transportado en contenedores plásticos.

7.6.2.2 Especies de flora de hábito epífito, terrestre y/o rupícola

Previo a las actividades de remoción de cobertura y de aprovechamiento forestal, se debe realizar la verificación y localización de las especies vasculares objeto de rescate, para las cuales se propone su traslado y reubicación, por lo cual es necesaria la colecta temporal de especímenes.

Teniendo en cuenta la caracterización realizada a este grupo biológico, en la Tabla 7.90 se presenta la categoría taxonómica de los especímenes que pueden ser objeto de colecta temporal y manipulación durante las actividades de rescate y traslado. Se establece como categoría taxonómica mínima el nivel de género, puesto que es posible encontrar algunas especies no registradas pese a que se obtuvo la representatividad del muestreo.

Tabla 7.90 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular

Clase	Orden	Familia	Género
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Catopsis* *Racinaea* *Tillandsia*
	Asparagales	Orchidaceae	*Elleanthus* *Epidendrum* *Masdevallia* *Sobralia* *Stelis*

Como es bien sabido, la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, estableció la veda en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, transporte y comercialización

de las especies de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza, entre otras, y las declara como plantas y productos protegidos. Por lo anterior, se tramitó la solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora de hábito epífito, terrestre y rupícola que se listan en la Tabla 7.91. Cabe anotar que estas corresponden a especies vasculares sobre las cuales se llevarán a cabo los procedimientos de rescate y traslado, pues en el caso de las especies no vasculares se tomarán medidas de compensación.

Tabla 7.91 Especies de flora epífita, terrestre y/o rupícola en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado

Familia	Especie	Hábito
Bromeliaceae	*Catopsis nutans*	Epífito
	Racinaea sp1	Terrestre
	Tillandsia biflora	Epífito
	Tillandsia fasciculata	Epífito
	Tillandsia incarnata	Epífito
	Tillandsia myriantha	Epífito
	Tillandsia recurvata	Epífito
	Tillandsia sp12	Epífito
	Tillandsia sp13	Epífito
	Tillandsia sp3	Epífito
	Tillandsia tenuifolia	Epífito
	Tillandsia usneoides	Epífito
	Tillandsia variabilis	Epífito
Orchidaceae	*cf. masdevallia*	Terrestre
	Elleanthus sp	Terrestre
	Epidendrum calanthum	Terrestre – Rupícola
	Epidendrum ibaguense	Terrestre
	Epidendrum secundum	Terrestre
	Sobralia odorata	Terrestre
	Stelis sp	Rupícola

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

7.6.2.2.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- **Especies vasculares de hábito epífito**

El rescate de individuos de bromelias y orquídeas se hará de manera previa a la tala, o después de hacer tala dirigida con el fin minimizar el daño de los individuos objeto de rescate durante el aprovechamiento forestal y se deberán seguir las siguientes etapas y recomendaciones:

Revisión preliminar del estado fitosanitario de especies epífitas vasculares

Previo a las actividades constructivas del proyecto en los que haya lugar aprovechamiento forestal, se deberá verificar la presencia de individuos (Bromelias y orquídeas), esta actividad se debe realizar por parte de profesionales con conocimiento en el manejo de flora epífita en veda, y deberán realizar las siguientes actividades:

- Registrar el estado fitosanitario y número de individuos por cada especie.
- Demarcar e informar de la presencia de epifitas vasculares que le permita al personal de obra y a la comunidad en general identificar los árboles hospederos sujetos a restricción por la afectación de estas especies y que tendrán un manejo especial por parte del personal calificado.
- Registro en los formatos correspondientes y respectivos registros fotográficos de esta actividad.

Rescate de individuos de epífitas vasculares

Para el rescate de los individuos de bromelias y orquídeas, el procedimiento de rescate se realizará de la siguiente manera:

- Los individuos de bromelias serán removidos antes de empezar cualquier actividad de tala o remoción de cobertura vegetal. Los individuos que se encuentren a una altura inferior a 3 m, se removerán manualmente antes de la tala del árbol; una vez talado éste, se revisará si en las ramas más altas persisten más individuos objeto de rescate y que se encuentren en condiciones óptimas.

- Los individuos se deben retirar con parte de la corteza del árbol, principalmente para no afectar sus tallos y raíces aéreas, y en lo posible que lleven epífitas no vasculares asociadas al forófito, ya que en muchos de los casos se encuentran asociadas a las raíces de las epífitas vasculares. Se recomienda mantenerlas en posición vertical todo el tiempo por ser hábitats de algunos grupos de insectos y anfibios.

Considerando el rescate de los individuos de las epífitas vasculares en el área de intervención del proyecto, se deberá tener en cuenta 3 criterios importantes:

- Criterio fitosanitario: se rescatarán individuos con órganos vegetativos en óptimas condiciones, es decir: hojas, tallos, raíces, y/o presencia o ausencia de yemas florales, que no presenten daños por agentes biológicos tales como hongos, larvas y/o enfermedades ya sea por bacterias, que se puedan evidenciar físicamente. A su vez no se deben tener en cuenta individuos que se encuentren con órganos vegetativos afectados por necrosis, y/o que se encuentren “quemados” por la acción excesiva del sol y el viento.

- Criterio reproductivo: no se deberán tener en cuenta los individuos ya florecidos, ni tampoco en estados iniciales de desarrollo, debido a la susceptibilidad al deterioro y su bajo nivel de adaptación a las condiciones ambientales.

- Criterio de senescencia: se deberán rescatar individuos que estén en un desarrollo no muy avanzado o adulto; este estado “intermedio” se deberá tener en cuenta dado que los individuos deberán responder positivamente al cambio de hospedero del cual se extrae.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes,

garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible, y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso, asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

- **Especies vasculares de hábito terrestre y/o rupícola**

A continuación, se describen los pasos para el rescate de especies terrestres de orquídeas y bromelias en el área de intervención (básicamente, se debe rescatar individuos que no estén en floración ni en fructificación, en estado juvenil preferiblemente, con buen estado fitosanitario):

- Cavar en círculo alrededor de las especies terrestres con ayuda de herramientas adecuadas (palas o palines), conservando una distancia aproximada de 20 a 50 cm alrededor de la base y de 20 a 60 cm más de profundidad (dependiendo del tamaño del sistema radicular de cada especie), para preservar las raíces y minimizar daños mecánicos sobre estas durante la excavación.

- Si la tierra está muy seca, se debe regar unos minutos antes de comenzar a cavar, esto con el fin de mantener compactado el sustrato alrededor de la raíz, brindarle mayor apoyo durante la extracción y reducir las probabilidades de sufrir daños mecánicos.

- Una vez se haya completado la excavación, se toma el pan de tierra desde la base y se hala suavemente, al tiempo que con ayuda de la pala se hace palanca, hasta extraer por completo pan de tierra donde se encuentran las especies terrestres, incluyendo el pan de tierra que rodea la raíz. De este modo se ayuda a reducir la probabilidad que el individuo sufra algún tipo de daño por el proceso de extracción.

- En caso que los individuos extraídos con su pan de tierra deban permanecer expuestos por un tiempo prolongado, serán cubiertas con papel periódico o un plástico resistente con el fin de evitar la desecación de estas por la exposición directa con el aire, y así ayudar con la reducción del estrés sufrido por la planta a causa del trasplante.

- Una vez extraído y para efectos del seguimiento posterior a la reubicación, a cada individuo le será asignado un número consecutivo (código), el cual será marcado sobre una estaca de madera, enterrada junto a cada individuo, georreferenciado con su respectivo registro fotográfico.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes al rescate, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

7.6.2.2.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

Una vez se haya colectado el material que será objeto reubicación, este será trasladado al sitio de reubicación o a un acopio temporal en vehículos que cuenten con el espacio y condiciones óptimas para evitar la exposición a la luz o calor excesivos.

- **Sitios de reubicación**

La selección de los sitios tendrá en cuenta el tipo de cobertura y la presencia de forófitos (árboles hospederos) semejantes a los hospederos de donde fueron extraídas, en cuanto a corteza y sin presencia de exudado. No se deben sobrecargar con especies ni individuos de epífitas, ni retirar epífitas presentes en estos forófitos para reubicar los individuos trasladados.

En la Tabla 7.92, se presenta la localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola.

Tabla 7.92 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares

ID	Cobertura	Depto.	Municipio	Vereda	Área (ha)	Norte	Este
1	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El colorado	6.28	1160971	1313709
2	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El Paramo	2.74	1161290	1312425
3	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Naranjo	12.96	1161385	1310414
4	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Chíchira	4.10	1160032	1307635

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las áreas propuestas cumplen con condiciones para el establecimiento de los individuos objeto de rescate, características físicas y bióticas con condiciones favorables para la adaptación al nuevo hospedero como temperatura, precipitación, humedad, entre otros y además de fácil accesibilidad. Las especies forestales donde van a ser trasladadas deben cumplir con las condiciones fitosanitarias, de estructura (árboles maduros, de cortezas rugosas, sin ritidoma, con presencia de algunas especies no vasculares) lo que facilitará su prendimiento.

- **Acondicionamiento de los individuos rescatados**

Se dispondrá de un sitio de acondicionamiento temporal (SAT), el cual será utilizado para promover la estabilización de las epífitas, contrarrestar el estrés que pudieran haber sufrido las plantas durante la extracción, evitar la acumulación de humedad en exceso y la sobreexposición de luz. El tiempo de permanencia en el SAT será de máximo 90 días antes de su reubicación. El acondicionamiento consistirá en:

- Selección de individuos con menor daño mecánico
- Limpieza de las plantas

- Atado a un tronco pequeño a fin de evitar enredos entre ellas.

- **Reubicación de los individuos**

Para esta actividad, se ubicarán de 3 a 4 individuos por cada fórofito seleccionado con anterioridad, buscando siempre corteza rugosa para proporcionar una mayor adherencia de la planta y ubicando cada individuo en las intersecciones de las ramas principales o en sitios de las ramas que faciliten la sujeción de los ejemplares al hospedero. Se tendrá la precaución que las ramas en las que se coloquen las plantas epífitas no reciban sol directo durante todo el día.

Se recomienda realizar la reubicación y el traslado en época de lluvias, con el fin de garantizar el aporte de humedad. Se recomienda la aplicación de hormonas de enraizamiento.

En el nuevo forófito, se debe realizar una pequeña incisión para luego adherir la corteza retirada con la epífita rescatada fijándola al árbol con fibras naturales para darle soporte.

A cada espécimen reubicado se le asignará un código de identificación, el cual será anotado en cintas biodegradables para ser amarradas en cada epífita.

Con el fin de garantizar el adecuado crecimiento de los individuos, una vez ubicados en los forófitos se realizarán labores de mantenimiento permanentes durante todos los meses. Estas labores permitirán disminuir al mínimo el porcentaje de mortalidad del material vegetal rescatado y sembrado.

7.6.3 Perfil de los profesionales

A continuación, se presenta el perfil de los profesionales que estarán involucrados en las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, así como los encargados de las labores de rescate y traslado de especies vasculares de flora epífita, terrestre y rupícola (Tabla 7.93).

Tabla 7.93 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes

Grupo biológico	Formación académica	Experiencia específica
Anfibios y reptiles	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en la caracterización y determinación taxonómica de herpetofauna (anfibios y reptiles). En la detección visual y captura de anfibios y reptiles. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de anfibios y reptiles. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de anfibios y reptiles.
Aves	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de aves.

Grupo biológico	Formación académica	Experiencia específica
		Experiencia en métodos de captura de aves. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de aves.
Mamíferos	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de mamíferos. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia en métodos de captura y preservación de especímenes de mamíferos.
Anfibios, reptiles, aves y mamíferos	Médico veterinario o zootecnista	Experiencia de (1) año en valoración, manipulación y tratamiento de fauna silvestre.
Epífitas vasculares	Profesional en biología, ecología, ingeniería forestal o licenciado en biología	Mínimo (1) año de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica. Mínimo (1) año de experiencia en métodos de rescate, traslado y reubicación de flora de hábito epífito, terrestre y/o rupícola.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En el desarrollo del proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona se espera la generación de emisiones atmosféricas en las fases de construcción, relacionadas con los procesos de combustión interna de los motores de vehículos que operarán durante la construcción de proyecto y por los procesos de re-suspensión del material particulado proveniente de las vías destapadas y de las actividades de excavación y descapote.

En este contexto, el proyecto va a generar un cambio en la calidad ambiental producto de las emisiones de los vehículos automotores que transitarán por el corredor vial, sin embargo el manejo y control de ésta actividad es competencia del estado, ya que el código nacional de tránsito terrestre, Ley 1383 de 2010, artículo 8 establece las condiciones tecno mecánicas, de emisiones contaminantes y de operación de los vehículos para asegurar el cumplimiento de las normas de emisiones contaminantes que establezcan las autoridades ambientales. Para el caso de material particulado que se generará por re-suspensión, se optará por medidas de manejo para evitarlas y/o mitigarlas, tal como el riego, humectación de vías y frentes de trabajo sin cobertura vegetal, así como uso de polisombra.

7.7.1 Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción

Las fuentes de contaminación de aire y ruido que se prevén durante la etapa constructiva del proyecto están relacionadas con el tráfico de vehículos pesados, material particulado proveniente de las vías destapadas y gases producto de la combustión de los motores de vehículos, equipos y maquinaria. En Tabla 7.94 se listan las potenciales fuentes de emisión del proyecto.

Tabla 7.94 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción

Fuente	Tipo	Emisión		Contaminantes
		Ruido	Gases y/o partículas	
Tráfico de vehículos por la vía existente	Móviles	X	X	Partículas en suspensión (PST); principalmente material arcilloso muy fino.
Operación de Maquinaria y equipos en el frente de obra, - vehículos livianos y pesados, así como la maquinaria de tipo pesado	Móviles	X	X	Gases y partículas de combustión
Plantas eléctricas y motobombas	Fijas	X	X	Gases y partículas de combustión
Fuentes de área+ zodmes	Área		X	Partículas en suspensión (PST
Carga de explosivos y voladuras	Area	X	X	Partículas en suspensión (PST)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La principal fuente de emisión de gases estará relacionada con la combustión del diésel y gasolina de las diferentes máquinas, equipos y vehículos utilizados. La calidad del aire puede afectarse, dado que en el proceso de combustión se generan emisiones a la atmósfera de gases como CO, CO2 y óxidos de nitrógeno. El tránsito de vehículos por vías y sectores sin pavimentar, la operación de maquinaria y/o equipos principalmente durante los movimientos de tierras, generarán emisiones de material particulado.

Con relación a las fuentes que pueden ser objeto de permiso de emisión atmosférica, se toma como referencia los casos establecidos en el Artículo 73 del Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente y reglamentado en el Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997 del mismo Ministerio. De acuerdo con el marco normativo para la construcción y operación se requieren permiso de emisión atmosférica para el desarrollo de las actividades referenciadas en la Tabla 7.95.

Tabla 7.95 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo con la legislación colombiana

Actividad	Legislación
Industrias de producción de mezclas asfálticas	Numeral 2.14 Articulo 1 de la Resolución 619 de 1997
Industrias, obras, actividades o servicios que cuenten con calderas y hornos, cuyo consumo nominal de combustible sea igual o superior a: A. Carbón Mineral: 500 Kg/hora. B. Bagazo de Caña: 3.000 Ton/año C. 100 galones/hora de cualquier combustible líquido, tales como ACPM, Fuel Oíl o Combustóleo, Búnker, petróleo crudo.	Numeral 4.1 Articulo 1 de la Resolución 619 de 1997

Fuente: Adaptado legislación nacional (Aecom-Concol, 2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, no se solicita permiso de emisiones, ya que no se presentarán actividades que lo requieran.

7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del proyecto requerirá la construcción de terraplén; dichos materiales se obtendrán del resultado del corte realizado por la ejecución de la obra, una vez se constate que la calidad de estos materiales coincida con las propiedades físicas requeridas por el proyecto. Esto con el fin de aprovechar que la cantidad de material sobrante es superior al demandado por el proyecto, ver numeral 3.4.3.3.

Para el caso de material pétreo y granular para la producción de base, sub-base, concretos, asfalto, etc; éstos se obtendrán como suministro por parte de terceros, los cuales tienen título minero y licencia ambiental vigente otorgadas por las respectivas entidades competentes (Ver anexo E Materiales de Construcción). Teniendo en cuenta lo anterior se relaciona listado de las posibles fuentes de materiales de propiedad de terceros para el abastecimiento de material, ver Tabla 7.96.

Tabla 7.96 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo

Titulo Minero	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Amb.	Expedición	Vigencia	Volumen potencial (m^3/año)	Posible Uso
547	Materiales De Construcción	12,87	Bochalema y Chinácota	Dimas Martín Mora Zambrano	934	19/10/2009	Diciembre de 2037	30.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
KKD-08301	Arenas Y Gravas Naturales Y Silíceas-Demas Concesibles	112,29	Bochalema	Gender Duran Angarita	922	07/11/2012	Septiembre de 2039	50.000	Relleno.
JBP-08371	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	135,9	Los Patios - Cúcuta	Pedro Emilio Silva	0754	25/08/2009	Diciembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
KB6-08021	Materiales De Construcción	149,55	Los Patios - Cúcuta	Oskarina Arcila Villamizar	1148	18/12/2009	Agosto de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
JLV-15522X	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	24,662	Cúcuta	Héctor Lindarte/Luz Chuscano	1165	21/12/2009	Septiembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
616	Materiales De Construcción	96,9	Los Patios - Cúcuta	Unidad de Ingeniería y Suministros – UIS Ltda.	0297	27/05/2010	Mayo de 2036	100.000	Relleno, sub base, base, concreto,

Titulo Minero	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Amb.	Expedición	Vigencia	Volumen potencial (m^3/año)	Posible Uso
									asfalto.
613	Materiales De Construcción	182,7	Los Patios - Cúcuta	Gabriel Forero	1034	17/11/2009	Noviembre de 2037	90.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.

La ubicación de las posibles fuentes de materiales respecto al proyecto se puede verificar en las salidas graficas denominadas de la siguiente manera: Fuentes_materiales_1_3, Fuentes_materiales_2_3, Fuentes_materiales_3_3, Ver anexo 7-E, Materiales de construcción.

No obstante, de identificarse la posibilidad y viabilidad de extraer directamente el material de construcción por parte del constructor, se realizará los trámites de ley, tanto ambientales como mineros, para proceder a su explotación directa. En ningún caso se realizará sin contar con los permisos legales necesarios.

7.8.1 Cantidades estimadas por la obra

Como se indicó anteriormente, el proyecto requiere material granular y sub-base granular. A continuación, se relacionan las cantidades estimadas por el proyecto, ver Tabla 7.97.

Tabla 7.97 Cantidades estimadas para la unidad funcional

Tipo de material	Volumen (m^3)
Base granular con material de préstamo	9.325,21
Base granular para desvíos	0,0
Subbase granular para desvíos	10.989,66
Total	20.314,87

Fuente: Sacyr, 2017

7.8.2 Balance de masas para materiales de construcción

A continuación, se relaciona el volumen de reservas estimadas de las canteras de terceros y su relación con la demanda de materiales que requiere la construcción de la unidad funcional 1, y su posible uso.

Tabla 7.98 Balance de masas fuentes de materiales de terceros

Material proveniente de fuentes de materiales	Material demandado por el proyecto vial	Usos del material
330.000 m^3/año	302.085 m^3	Sub-base, base, concreto, asfalto, relleno.

Fuente: Sacyr, 2017

Como se indica en la anterior tabla, la cantidad de material requerido por la obra puede ser abastecido por las fuentes de materiales presentes en la zona

7.8.3 Localizacion de fuentes e materiales a utilizar en la UF1.

La vía de acceso para acceder a las posibles fuentes de materiales, relacionadas anteriormente, es la vía nacional o ruta de acceso R55. En plano Anexo 7-E Materiales de Construcción, se pueden evidenciar la localización de títulos mineros con relación a la via nacional y la UF1.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN AMBIENTAL

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

8. EVALUACIÓN AMBIENTAL 1
8.1 MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS METODOLÓGICOS 1
8.1.1 Definición general de impactos ambientales 3
8.2 ESCENARIO SIN PROYECTO 6
8.2.1 Actividades o fuentes generadoras de impactos en el escenario sin proyecto 6
8.2.2 Descripción y evaluación de impactos del escenario sin proyecto 16
8.2.3 Síntesis evaluación escenario sin proyecto 90
8.3 ESCENARIO CON PROYECTO 96
8.3.1 Descripción y evaluación de impactos del escenario con proyecto 101
8.3.2 Síntesis evaluación escenario con proyecto 180
8.3.3 Impactos significativos 185
8.3.4 Zonificación de impactos 187
8.3.5 Evaluación de impactos sinérgicos y acumulativos 197

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 8.1 Definición general de impactos con y sin proyecto 3
Tabla 8.2 Cambios en la calidad del agua superficial 17
Tabla 8.3 Cargas vertidas al rio Pamplonita 19
Tabla 8.4 Indicadores de calidad de agua 22
Tabla 8.5 Alteración del cauce 23
Tabla 8.6 Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico 25
Tabla 8.7 Localización punto de captación del recurso hídrico 26
Tabla 8.8 Indicadores de calidad de agua 27
Tabla 8.9 Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea 27
Tabla 8.10 Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación 28
Tabla 8.11 Variación del nivel freático 29
Tabla 8.12 Potencial de afectación en el escenario actual 30
Tabla 8.13 Generación y /o activación de procesos denudativos 31
Tabla 8.14 Clasificación amenaza geotécnica área de influencia UF1 34
Tabla 8.15 Modificación de la calidad del aire 35
Tabla 8.16 Cambio en los niveles de presión sonora 39
Tabla 8.17 Resultados corregidos en día hábil – horario diurno 40
Tabla 8.18 Resultados corregidos en día hábil – horario nocturno 40
Tabla 8.19 Resultados corregidos en día no hábil – horario diurno 40
Tabla 8.20 Resultados corregidos en día no hábil – horario nocturno 40
Tabla 8.21 Cambios en las características de los suelos 41
Tabla 8.22 Porcentaje de área de clase agrológica del suelo en el área de influencia 43
Tabla 8.23 Alteración del uso actual 43
Tabla 8.24 Porcentaje de área por tipo de uso del suelo en el área de influencia 45
Tabla 8.25 Modificación de la calidad paisajística 45
Tabla 8.26 Porcentaje de área por unidad de paisaje en el área de influencia 47
Tabla 8.27 Cambios en la cobertura vegetal 47
Tabla 8.28. Actividades asociadas a las coberturas de la tierra en el Área de Influencia. 48
Tabla 8.29 Modificación de la conectividad de ecosistemas 51
Tabla 8.30 Métricas del paisaje e índice de conectividad en el AID 52
Tabla 8.31 Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural 53
Tabla 8.32 Especies en veda y amenazadas en el Área de Influencia 54
Tabla 8.33 Especies de flora epifita registradas en el Área de Influencia 54

Tabla 8.34 Especies en endémicas registradas en el Área de Influencia 56
Tabla 8.35 Especies endémicas reportadas en el municipio de Pamplona 57
Tabla 8.36 Intervención áreas ambientalmente sensibles 58
Tabla 8.37 Áreas de manejo especial 58
Tabla 8.38 Categorías de Áreas de manejo especial 59
Tabla 8.39 Distribución de Áreas de manejo Especial 59
Tabla 8.40 Alteración de hábitat 60
Tabla 8.41 Coberturas de la tierra 61
Tabla 8.42 Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre 61
Tabla 8.43 Coberturas de la tierra 62
Tabla 8.44 Modificación del hábitat y biota acuática 62
Tabla 8.45 Indicadores de calidad de agua 65
Tabla 8.46 Cambios en el desplazamiento poblacional 66
Tabla 8.47 Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos 67
Tabla 8.48 Modificación a la infraestructura vial 70
Tabla 8.49 Cambios en la movilidad peatonal y vehicular 72
Tabla 8.50 Cambios en el riesgo de accidentalidad 74
Tabla 8.51 Alteración en el acceso de los predios 75
Tabla 8.52 Modificación en la demanda de bienes y servicios 77
Tabla 8.53 Modificación en la dinámica de empleo 79
Tabla 8.54 Modificación en la destinación económica del suelo 81
Tabla 8.55 Destinación económica del suelo – escenario actual 84
Tabla 8.56 Modificación en la gestión y capacidad organizativa 84
Tabla 8.57 Generación de expectativas 87
Tabla 8.58 Generación de nuevos conflictos 88
Tabla 8.59 Actividades generadoras de impactos en el escenario con proyecto 96
Tabla 8.60 Coordenadas Franja de Captación UF1 97
Tabla 8.61 Cambios en la calidad del agua superficial 101
Tabla 8.62 ZODMES en UF1 103
Tabla 8.63 Cruces de trazado de diseño y accesos con fuentes hídricas 104
Tabla 8.64 Sitios Propuestos para Vertimiento UF1 105
Tabla 8.65 Cambio en el Índice de Calidad del Agua 106
Tabla 8.66 Alteración en la capacidad de transporte del agua 106
Tabla 8.67 Parámetros sólidos suspendidos total y sólidos sedimentables 107
Tabla 8.68 Alteración del cauce 107
Tabla 8.69 Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico 108
Tabla 8.70 Volumen, caudal y ubicación del punto de captación 109
Tabla 8.71 Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea 109
Tabla 8.72 Variación del nivel freático 113
Tabla 8.73 Potencial de afectación en el escenario actual 117
Tabla 8.74 Generación y /o activación de procesos denudativos 117
Tabla 8.75 Clasificación amenaza geotécnica área de intervención UF1 121
Tabla 8.76 Modificación de la calidad del aire 122
Tabla 8.77 Clasificación del tipo de fuentes contaminantes del aire 122
Tabla 8.78 Equipos emisores de gases 123
Tabla 8.79 Índice de calidad de aire (ICA) SO2, Estación 1,2 y 3 125

Tabla 8.80 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3 125
Tabla 8.81 Cambio en los niveles de presión sonora 126
Tabla 8.82 Niveles de presión sonora horario diurno día hábil 127
Tabla 8.83 Resultados horario nocturno día hábil 127
Tabla 8.84 Resultado horario diurno día no hábil 127
Tabla 8.85 Resultados horario nocturno día no hábil 127
Tabla 8.86 Cambios en las características de los suelos 128
Tabla 8.87 Porcentaje de área de clase agrológica del suelo en el área de intervención 129
Tabla 8.88 Alteración del uso actual 129
Tabla 8.89 Porcentaje de área por tipo de uso del suelo en el área de intervención 132
Tabla 8.90 Modificación de la calidad paisajística 132
Tabla 8.91 Porcentaje de área por unidad de paisaje en el área de intervención 135
Tabla 8.92 Cambios en la cobertura vegetal 135
Tabla 8.93 Área de intervención por tipo de Infraestructura 136
Tabla 8.94 Ámbitos de manifestación en el área de intervención 137
Tabla 8.95 Modificación de la conectividad de ecosistemas 138
Tabla 8.96 Métricas del paisaje CON proyecto 138
Tabla 8.97 Ecosistema que se cruza con el Zodme VER 118 139
Tabla 8.98 Modificación de la conectividad de ecosistemas 139
Tabla 8.99 Indicador de impacto de modificación de la conectividad de ecosistemas 140
Tabla 8.100 Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural 140
Tabla 8.101 Especies amenazadas, endémicas y/o en veda registradas en el área de intervención 141
Tabla 8.102 Intervención áreas de manejo especial 142
Tabla 8.103 Áreas de manejo Especial en Área de Intervención 142
Tabla 8.104 Categorías de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención 143
Tabla 8.105 Distribución de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención 143
Tabla 8.106 Alteración de hábitat 144
Tabla 8.107 Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre 145
Tabla 8.108 Modificación del hábitat y biota acuática 148
Tabla 8.109 Presencia de Perifiton en los puntos de muestreo hidrobiológico 150
Tabla 8.110 Presencia de fitoplancton en los puntos de muestreo hidrobiológico 150
Tabla 8.111 Presencia de zooplancton en los puntos de muestreo hidrobiológico 151
Tabla 8.112 Presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de muestreo hidrobiológico 151
Tabla 8.113 Porcentaje de cobertura para macrófitas 152
Tabla 8.114 Cambios en el desplazamiento poblacional 153
Tabla 8.115 Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos 156
Tabla 8.116 Modificación a la infraestructura vial 158
Tabla 8.117 Cambios en la movilidad peatonal y vehicular 160
Tabla 8.118 Cambios en el riesgo de accidentalidad 164
Tabla 8.119 Alteración en el acceso de los predios 165
Tabla 8.120 Modificación en la demanda de bienes y servicios 167
Tabla 8.121 Modificación en la dinámica de empleo 170
Tabla 8.122 Modificación a la destinación económica del suelo 171
Tabla 8.123 Destinación económica del suelo - escenario proyectado 173

Tabla 8.124 Modificación en la gestión y capacidad organizativa 174
Tabla 8.125 Generación de nuevos conflictos 175
Tabla 8.126 Generación de expectativas 178
Tabla 8.127 Impactos utilizados para la zonificación 187
Tabla 8.128 Síntesis zonificación de impactos ambientales 194
Tabla 8.129 Impactos potencialmente sinérgicos y acumulativos 197

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 8.1 Principio general del impacto ambiental 2
Figura 8.2 Ubicación del título minero ELV-081 para extracción de carbón 10
Figura 8.3 Casco urbano de Pamplona y zonas de expansión urbana en el área de Influencia de la UF1 12
Figura 8.4 Cobertura y corrientes hídricas 18
Figura 8.5 Cultivos tradicionales en las orillas de corrientes hídricas 18
Figura 8.6 Obras de drenaje sobre curva Los Adioses en la UF1 20
Figura 8.7 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1160053,37 E -1308443 N) 24
Figura 8.8 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1159612 E -1307826 N) 24
Figura 8.9 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1160546 E -1309330 N) 24
Figura 8.10 Índice de calidad de aire (ICA) SO_2 estación 1,2 y 3 37
Figura 8.11 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3 38
Figura 8.12 Bosque ripario con iniciativa de conservación ESTE: 1158246,39; NORTE: 1309289,15 50
Figura 8.13 Bosque ripario con iniciativa de conservación ESTE: 1158474,71; NORTE: 1309451,22 50
Figura 8.14 Distribución de interacciones según su naturaleza y su medio - escenario sin proyecto 91
Figura 8.15 Distribución de interacciones según la naturaleza por actividad -escenario sin proyecto 92
Figura 8.16 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental - escenario sin proyecto 93
Figura 8.17 Distribución de interacciones por medio según el nivel de importancia ambiental- escenario sin proyecto 94
Figura 8.18 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental en cada impacto en el escenario sin proyecto 95
Figura 8.19 Índice de calidad biológica del agua BMWO/Col 152
Figura 8.20 Análisis de correspondencia canónico 152
Figura 8.21 Distribución de interacciones según la naturaleza y el medio - escenario con proyecto 181
Figura 8.22 Distribución de interacciones según la naturaleza por actividad - escenario con proyecto 182
Figura 8.23 Distribución porcentual de interacciones según el nivel de importancia ambiental - escenario con proyecto 183
Figura 8.24 Distribución de interacciones por medio según el nivel de importancia ambiental - escenario con proyecto 183

Figura 8.25 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental para cada impacto en el escenario con proyecto 185
Figura 8.26 Distribución porcentual de interacciones significativas 186
Figura 8.27 Zonificación de impacto en el medio abiótico 189
Figura 8.28 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos del medio abiótico 190
Figura 8.29 Zonificación de impacto en el medio biótico 191
Figura 8.30 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos del medio biótico 192
Figura 8.31 Zonificación de impacto en el medio socioeconómico 193
Figura 8.32 Distribución de categorías de importancia en la zonificación de impacto del medio socioeconómico 194
Figura 8.33 Síntesis Zonificación de impacto 196
Figura 8.34 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos global 197
Figura 8.35 Confluencia espacial de las actividades en el área de influencia 200

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Pág.

Fotografía 8.1 Ganado para autoconsumo de leche en la vereda Alcaparral - Pamplona .. 7
Fotografía 8.2 Ganado para destinación comercial en colinas cubiertas de pastos limpios 7
Fotografía 8.3 Cría de especies menores en la vereda Alcaparral 8
Fotografía 8.4 Cultivo de hierbas aromáticas 8
Fotografía 8.5 Cultivo de maíz en la vereda Sabaneta Alta 8
Fotografía 8.6 Cultivo de tomate de árbol en la vereda El Naranjo 9
Fotografía 8.7 Cultivo de mora en la vereda El Naranjo 9
Fotografía 8.8 Atropellamiento de chucha (*Didelphis marsupialis*) 13
Fotografía 8.9 Restaurante en la vereda Alcaparral 14
Fotografía 8.10 Estación de servicio Comulpinort en la vereda Alcaparral 14
Fotografía 8.11 Tala selectiva para cercas en las coordenadas E: 1159678; N: 1308392 15
Fotografía 8.12 Área de Conservación del SENA en las coordenadas E: 1158255, N: 1309262 15
Fotografía 8.13 Fábrica de ladrillos en el barrio El Buque 16
Fotografía 8.14 Fábrica de bocadillos en la vereda Alcaparral 16
Fotografía 8.15 Aprovechamiento forestal y leña uso doméstico 19
Fotografía 8.16 Vertimientos de aguas residuales a alcantarillas pocos metros antes de su llegada al rio Pamplonita y directamente sobre la corriente 20
Fotografía 8.17 Canal de conducción de aguas (Obra de drenaje 2 de acuerdo con Figura 8.6) 21
Fotografía 8.18 Actividades comerciales e industriales – curva Los Adioses 21
Fotografía 8.19 Vertimiento de aguas residuales industriales a alcantarillado 22
Fotografía 8.20 Efecto de los puentes sobre el rio Pamplonita, vereda El Naranjo (1160548,7 E - 1309326,7 N) 23
Fotografía 8.21 Terracetas tipo “Pata de vaca”, deslizamientos rotacionales y reptación en sector afectado por sobrepastoreo, en las coordenadas 1.159.634 E, ... 32
Fotografía 8.22 Cultivo de tomate de árbol y maíz en el AII de la UF1 32
Fotografía 8.23 Deslizamiento por corte de la ladera en vía veredal 33
Fotografía 8.24 Deslizamiento activo en las coordenadas ESTE: 1159594, NORTE: 1309160 (K57+600) 34
Fotografía 8.25 Uso de leña para chimeneas en viviendas rurales. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159100,95 NORTE: 1309511,87 35
Fotografía 8.26 Vía de acceso a la vereda Alcaparral 36
Fotografía 8.27 Estación de servicio "Coomulpinort” 37
Fotografía 8.28 Área de Conservación del SENA en las coordenadas ESTE: 1158255, NORTE: 1309262 37

Fotografía 8.29 Cría de especies menores en la vereda Alcaparral 39
Fotografía 8.30 Presión agrícola sobre el bosque ripario ESTE: 1160171,38; NORTE: 1309088,26 49
Fotografía 8.31 Presión ganadera sobre el bosque ripario ESTE: 1160876,19; NORTE: 1309884,94 49
Fotografía 8.32 Ganadería en Herbazal E: 1158849,76; N: 1309868,50 49
Fotografía 8.33 Ganadería en pastos arbolados E: 1159490,61; N: 1309293,78 49
Fotografía 8.34 Agricultura tradicional E: 1159501,22; N: 1309805,16 49
Fotografía 8.35 Minería E: 1159045,17; N: 1308634,71 49
Fotografía 8.36 *Juglans neotropica* 57
Fotografía 8.37 *Tillandsia recurvata* 57
Fotografía 8.38 Formas alternativas de abastecimiento de agua en el Alcaparral 68
Fotografía 8.39 Tanques de almacenamiento de agua en el Alcaparral 68
Fotografía 8.40 Vía terciaria en la vereda El Naranjo 71
Fotografía 8.41 Vía nacional Cúcuta - Pamplona 71
Fotografía 8.42 Cría de especies menores en Alcaparral 78
Fotografía 8.43 Cultivos de tomate de árbol y maíz 78
Fotografía 8.44 Restaurante en El Buque 78
Fotografía 8.45 Montallantas en El Buque 78
Fotografía 8.46 Universidad de Pamplona Coordenadas Este: 1157801,90 - Norte: 1308776,93 81
Fotografía 8.47 Fábrica de bocadillos (curva Los Adioses) Coordenadas Este: 1159779,54 Norte: 1308059,95 81
Fotografía 8.48 Actividad ganadera en El Alcaparral 82
Fotografía 8.49 Tienda en vereda El Naranjo 83
Fotografía 8.50 Volante de Asopropamplonita 85
Fotografía 8.51 Convocatoria a reuniones a través de la JAC de El Alcaparral 86
Fotografía 8.52 Cruce de mangueras en vereda Alcaparral Este: 1159740,26; Norte:1308121,95 157
Fotografía 8.53 Tanque de captación de agua del campus de la Universidad de Pamplona Este: 1157648,23; Norte: 1309087,45 157
Fotografía 8.54 Cierres parciales de la vía 162
Fotografía 8.55 Restauración de señalización vertical 162
Fotografía 8.56 Restauración de señalización vertical 165
Fotografía 8.57 Ingreso a la Universidad de Pamplona - Coordenadas Este: 1157815,7915 Norte: 1308798,3316 166
Fotografía 8.58 El Buque-Estación de servicio Coordenadas Este: 1157463,33; Norte:1309071,45 168
Fotografía 8.59 El Buque-Restaurante Coordenadas Este: 1157463,33; Norte:1309071,45 168

8. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Bajo los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental de proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de resolución No. 0751 del 26 de marzo de 2015, se presenta en este capítulo el proceso de evaluación de los impactos ambientales potenciales que puede generar la construcción de la segunda calzada de la vía Pamplona – Pamplonita, correspondiente a la Unidad funcional 1 de la autopista Pamplona – Cúcuta.

La evaluación ambiental considera la identificación, evaluación y descripción de los impactos existentes en el escenario actual y tendencial del área, como referente de las condiciones y características del territorio donde se pretende ejecutar el proyecto. Así mismo, pretende analizar los efectos adversos y benéficos del proyecto por medio de la identificación, valoración y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente como consecuencia de la ejecución de las actividades en las etapas de pre-construcción y construcción; teniendo en cuenta la caracterización de línea base, la caracterización del proyecto y la demanda de recursos.

A partir de la valoración se presenta un análisis en el que se determinaron cuáles impactos son considerados significativos y cuál podría ser la distribución espacial de estos en relación con los elementos que componen el área; cuáles impactos tienen carácter residual y cuáles presentan tendencia sinérgica y acumulativa.

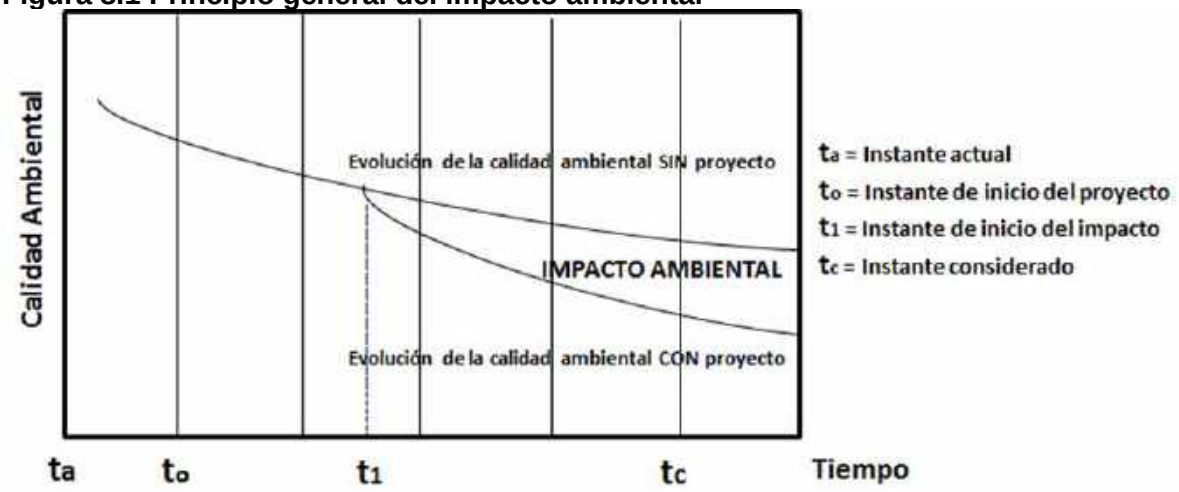
8.1 MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

El Impacto Ambiental (IA) se define como un “cambio en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno”, se dice que hay IA cuando una acción o actividad humana produce una alteración favorable o desfavorable en alguno de los componentes del medio (CONESA, 2010).

Esta consideración conduce a establecer que los efectos generados por la ejecución de las actividades del proyecto son la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la incidencia del proyecto; es decir, la variación neta (positiva o negativa de calidad ambiental). En la Figura 8.1 se observa la evolución de la calidad ambiental en el tiempo, tanto para el escenario de no-proyecto, como para el escenario con proyecto.

La evaluación ambiental se desarrolla progresivamente partiendo de la identificación de los impactos existentes en el entorno (escenario sin proyecto), los cuales se presentan como consecuencia de la ejecución de las actividades que allí se desarrollan. Posteriormente se realiza la respectiva valoración de estos efectos con respecto a los parámetros metodológicos propuestos para obtener los valores de importancia de estos y se describen en términos de las correlaciones.

Figura 8.1 Principio general del impacto ambiental



Fuente: Conesa, 2010.

El escenario con proyecto se aborda de manera prospectiva identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de las etapas relacionadas con las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego de esto, se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se relacionan con los ámbitos de manifestación, unidades que permiten disgregar la incidencia del efecto en diferentes unidades espaciales.

De esta calificación específica se obtienen los impactos significativos los cuales son objeto de la valoración económica y a través del método de superposición de mapas se obtiene la denominada zonificación de impacto ambiental, que constituye la síntesis de los lugares en los cuales se presentarán los impactos significativos y permite sugerir una especial atención en estos sitios en relación con las estrategias de manejo.

Posteriormente, y teniendo como herramienta las matrices de valor de importancia del escenario sin proyecto y del escenario con proyecto, se realiza la categorización de los impactos en términos del efecto acumulativo que manifestarán en relación con el estado actual de las condiciones y de la incidencia de la ejecución del proyecto. En este sentido se hace una comparación cualitativa de los impactos que se presentan actualmente con los impactos que potencialmente se generarían con el desarrollo del proyecto y que podrían tener un efecto acumulativo significativo.

La metodología para la valoración de los impactos, así como la metodología para la definición y análisis de impactos residuales, acumulativos y sinérgicos se presenta en el Capítulo 2. Generalidades, numeral 2.3.6 Metodología Evaluación Ambiental.

8.1.1 Definición general de impactos ambientales

Con base en la denominación y descripción de impactos que contempla la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura (MAVDT- INVIAS, 2011) y la caracterización del área de influencia, se identificaron y definieron los potenciales impactos sujetos al proceso de evaluación en los dos escenarios, discriminados por los diferentes medios a evaluar: físico, biótico y socioeconómico; los cuales se presentan en la Tabla 8.1.

En total se definieron 31 impactos, de los cuales para el medio físico corresponden 12, siete (7) para el biótico y 12 para el medio socioeconómico.

Tabla 8.1 Definición general de impactos con y sin proyecto

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN
Medio abiótico		
Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial	Se refiere a las alteraciones en los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua superficial; sus propiedades pueden cambiar total o parcialmente. La incorporación de agentes exógenos, como microorganismos, productos químicos, residuos (líquidos y sólidos) industriales y domésticos, por causas o acciones antrópicas y/o naturales, conllevan a la alteración fisicoquímica y bacteriológica del agua, afectando su calidad y en consecuencia su uso.
Agua superficial	Alteración en la capacidad de transporte del agua	Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que no permite que el agua fluya normalmente.
Agua superficial	Alteración del cauce	Se refiere a los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción o adición de materiales, por efecto de construcción de canales, zanjas, obras civiles y cambios de la cobertura vegetal o cualquier tipo de actividad que presentan cambios que ocasiona la deformación superficial por el represamiento y recanalización de drenajes naturales Sin embargo el clima y el relieve del suelo influyen en el patrón de la red, pero la estructura geológica subyacente suele ser el factor más relevante. Si se influye en estos factores se pueden generar cambios en los patrones de drenaje.
Agua superficial	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	Disminución en la oferta hídrica de las corrientes superficiales, ya sea por captación de agua para las actividades actuales o proyectadas que se desarrollan en el área, o bien por cambios en la calidad del recurso por procesos de contaminación. La disponibilidad del recurso hídrico superficial se puede ver afectada por modificación de la cobertura protectora de cauces.
Agua subterránea	Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea	Variación de la calidad del recurso hídrico subterráneo por infiltración de sustancias alóctonas contaminantes que generan cambios fisicoquímicos (pH, Salinidad, resistividad, dureza, Alcalinidad, temperatura).
Agua subterránea	Variación del nivel freático	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo relacionado con las fluctuaciones que pueden tener los niveles de agua, debido a variaciones en la capacidad de los acuíferos (Puntos de captación y/o generación de áreas de descarga por procesos naturales o antrópicos).
Geomorfológico / Morfodinámica	Generación y /o activación de procesos denudativos	Corresponde a aquellos efectos que se generan por remoción de cobertura vegetal y movimientos superficiales de material térreo, aumentando temporalmente la exposición del material a factores climáticos tales como precipitación, viento y/o por desequilibrio causado por una excavación o corte de altura significativa o con

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN
		ángulo muy pronunciado, los cuales pueden desencadenar desprendimientos de material a corto, mediano o largo plazo, generando un cambio en la morfometría del terreno.
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	La calidad atmosférica puede verse afectada por la presencia en el aire de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. La alteración de la calidad del aire hace referencia a las condiciones normales del aire en un espacio determinado, bajo ciertas condiciones en las que la concentración de agentes contaminantes es nula o presenta unos niveles base de acuerdo con las fuentes de emisión naturales que se puedan presentar en una zona, como actividad volcánica, suelos erodados con susceptibilidad a resuspensión, condiciones climáticas, esta variación puede verse asociada a fuentes móviles, fijas y de área.
Atmosférico	Cambio en los niveles de presión sonora	La presión sonora hace referencia a las condiciones normales de ruido en un área determinada, dada por la presencia de factores naturales del entorno. La intensidad sonora se mide en belios o en su submúltiplo el decibelio (dB); el ruido empieza a producir efectos dañinos sobre las personas al sobrepasar los 65 dB; por encima de 120 dB la sensación es dolorosa. Además de la intensidad, hay que tener en cuenta la frecuencia del sonido, ya que resultan más molestos los ruidos en los que predominan las frecuencias altas (más agudos).
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Se refiere a la alteración de las características naturales del suelo, las que en su conjunto, determinan la integralidad del recurso; las de tipo físico hacen referencia a la alteración de propiedades como estructura, capacidad de campo, capacidad de retención de humedad, y que conllevan a la compactación, erosión, disminución de espació poroso, perdida y/o ganancia de las capas del suelo; las de tipo químico hacen referencia a la acidificación, salinización, sodización o pérdida de la fertilidad natural por disminución de los nutrientes; y finalmente, las de tipo biológico se traducen en la pérdida o disminución de la meso y micro fauna lo que limita la mineralización y descomposición de la materia orgánica y por consiguiente su fertilidad potencial.
Suelo	Alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, EOT o PBOT.
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística	Perturbaciones del medio a través de la inclusión de nuevos elementos o modificación de los existentes, define la potencial alteración a la matriz del paisaje, afectando la percepción del paisaje por los observadores, modificando la funcionalidad del mismo, lo que se traduce en cambios de líneas de vistas, colores, texturas y en sí, de su calidad visual, lo cual podrá establecer o generar nuevas dinámicas o relación de los observadores con el entorno.
Medio biótico		
Flora	Cambios en la cobertura vegetal	Modificación en áreas, de los diferentes tipos de vegetación.
Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Pérdida de la continuidad de la cobertura vegetal generando efectos como aislamiento, reducción del área y modificación de la forma de los elementos del paisaje (parches, corredores y matriz), por las actividades antrópicas.
Flora	Alteración a las especies florísticas endémicas,	Se refiere a la intervención y/o variación en el número de individuos de especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN
	amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	importancia ecológica, económica y cultural, presentes en el área de influencia.
Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial	Cambio o afectación de zonas definidas bajo algún orden o manejo especial que incurra en la disminución de su representatividad ecosistémica o en la afectación de sus condiciones o características que lo definen como área protegida, ecosistema estratégico o sensible.
Fauna	Alteración de hábitat	Se refiere al daño o perturbación al hábitat natural de la fauna presente en el área de influencia.
Fauna	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Se refiere a cambios en la composición, riqueza y abundancia de la fauna silvestre ocasionados por colisión con vehículos o infraestructura asociada a las vías existentes y la aparición o pérdida de individuos por actividades antrópicas.
Biota acuática	Modificación del hábitat y biota acuática	Cambios en la composición y estructura de las comunidades acuáticas, que pueden ser ocasionados por aprovechamiento de ciertas especies, por la ocupación antrópica en la zona o cambios en la calidad del agua. Los cambios que se presentan en el hábitat tienen consecuencias directas en dichas comunidades; por lo que se considera la modificación del hábitat acuático como una variación en las condiciones naturales ya sea física, química o biológica de los cuerpos de agua.
Medio socioeconómico		
Demográfica	Cambios en el desplazamiento poblacional	Hace referencia a la restricción en el uso del suelo para la permanencia de viviendas actuales y futuras, dentro del área de influencia del proyecto, causando el desplazamiento y con ello, cambios en las formas de adaptación económica y cultural de la población. También considera la migración de personas de otras regiones entorno a las oportunidades de empleo o emprendimiento, asociado las actividades del área de influencia.
Espacial	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	Alteración de las redes de servicios públicos de acueducto, energía eléctrica o gas natural que pueden afectar la prestación del servicio. Incluye tanto las redes formales como informales que utilice una comunidad para proveerse de un servicio público.
Espacial	Modificación a la infraestructura vial	Se refiere a los cambios que se pueden generar sobre las condiciones y características de las vías y la infraestructura asociada a las mismas.
Espacial	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	Hace referencia a la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento mientras se realizan las obras, entre otros, alterando la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.
Espacial	Cambios en el riesgo de accidentalidad	Es la posibilidad de que se presenten accidentes de tránsito debido a las variaciones en la composición y número de los vehículos de transporte automotor, como también a los cambios en la frecuencia del tránsito en las vías.
Espacial	Alteración en el acceso de los predios	Hace referencia al impedimento para el acceso a los predios, afectando el ingreso y salida a los mismos.
Económica	Modificación en la demanda de bienes y servicios	Las transformaciones en la cantidad de individuos y familias que se asientan en el territorio definen variaciones en los requerimientos (demanda) de suministro de servicios públicos y sociales. En

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN
		consecuencia, se genera un proceso de satisfacción o prestación de estos servicios (oferta).
Económica	Modificación en la dinámica de empleo	Cambios en la oferta de puestos de trabajo durante la realización de algunas actividades que favorecen la existencia de nuevas fuentes de ingreso para la población del área de influencia.
Económica	Modificación a la destinación económica del suelo	Modificación del beneficio económico que genera determinado uso del suelo, dado por actividades antrópicas, económicas, culturales o naturales.
Político-Organizativo	Modificación en la gestión y capacidad organizativa	Cambio en la capacidad de gestión de las organizaciones sociales existentes. Este cambio se puede apreciar en dos sentidos: el primero en cuanto a la iniciativa de las organizaciones para movilizar intereses y estrategias comunes; el segundo, se genera como consecuencia de la reacción de dichas organizaciones a actividades y agentes presentes en el municipio, incluyendo los proyectos de desarrollo.
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	El conflicto se produce por la diferencia de intereses entre los grupos sociales existentes en un territorio y que generan confrontaciones de carácter social, político, económico, ambiental, configurando distintos tipos de conflicto y que son propios de la dinámica social de los grupos humanos. La presencia de proyectos de desarrollo puede favorecer la aparición de nuevos conflictos o reforzar la naturaleza de los existentes.
Político-Organizativo	Generación de expectativas	Suposiciones, ideas, imaginarios, rumores y/o esperanzas sobre las posibilidades, beneficios y/o afectaciones que se prevén ante la ejecución de una intervención, acción o proyectos, generados en la comunidad. Implica la aparición de significados positivos o negativos en la población, relacionados con las dinámicas propias de los territorios.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2 ESCENARIO SIN PROYECTO

En el análisis del escenario sin proyecto, se cualifica y cuantifica el estado actual de los sistemas naturales, estimando su comportamiento tendencial de acuerdo con la perspectiva del desarrollo regional y local, a la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y las condiciones naturales de la región, todo esto de acuerdo con lo identificado y analizado en el Capítulo 5. Caracterización del área de influencia.

La evaluación de los impactos ambientales que se presentan actualmente en la zona inicia con la identificación de actividades o fuente generadoras de impacto que se reconocen en el área de estudio, que una vez señaladas, hacen parte del proceso de valoración del índice de importancia de los impactos, que posteriormente se describen de manera que se logran reconocer los efectos sobre los diferentes medios evaluados.

8.2.1 Actividades o fuentes generadoras de impactos en el escenario sin proyecto

Para este análisis, se ha identificado una serie de actividades y procesos de desarrollo socioeconómico en el área de estudio, así como agentes o fenómenos naturales del entorno, de donde se derivan los impactos ambientales y sociales a evaluar en este

escenario. A continuación, se describen de manera general estas actividades, reconocidas a partir del proceso de caracterización ambiental y social del área.

8.2.1.1 Ganadería

En la zona se encuentra ganado de tipo bovino de las razas Holstein, Pardo y Girolando, utilizado principalmente como ganado cárnico y lechero para autoconsumo y comercio, la mayor parte del área donde se encuentra el ganado está cubierta por pastos limpios y pastos arbolados (Fotografía 8.1 y Fotografía 8.2); se desarrolla en áreas que no cuenta con mayores extensiones; en los predios de menor tamaño con frecuencia se encuentran una o dos cabezas de ganado para abastecer las necesidades domésticas, mientras que en predios de mayor extensión se presentan entre 5 y 10 cabezas de ganado aproximadamente. El total de pastos (limpios, enmalezados y arbolados) en el área de influencia corresponde a 268,86 ha.

Fotografía 8.1 Ganado para autoconsumo de leche en la vereda Alcaparral - Pamplona

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 8.2 Ganado para destinación comercial en colinas cubiertas de pastos limpios

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.2 Cría de especies menores

La cría de especies menores corresponde a la producción de aves de corral (Fotografía 8.3), principalmente gallinas ponedoras y conejos en corral o semiestabulada, así como la cría de cerdos. Esta se realiza en pequeña escala cuyo propósito es el autoconsumo y la venta ocasional de huevos y carne. Adicionalmente se presentan pequeñas producciones piscícolas, enfocadas a la producción de cachama.

Fotografía 8.3 Cría de especies menores en la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.3 Agricultura tradicional

La agricultura tradicional está asociada a sistemas productivos en pequeña escala -inferior a una hectárea-, de cultivos de clima frío y templado, en los que se destacan cebolla, perejil, repollo, arveja, frijol, maíz, al igual que frutales granadilla, breva, plátano, tomate de árbol, lulo, mora, entre otros.

Adicional a esto se presentan cultivos de aromáticas como toronjil, manzanilla, mejorana, hinojo, yerbabuena, ruda, caléndula, las cuales son principalmente para autoconsumo y comercio de manera puntual. Lo anterior se evidencia en las Fotografía 8.4 a la Fotografía 8.7.

Fotografía 8.4 Cultivo de hierbas aromáticas

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 8.5 Cultivo de maíz en la vereda Sabaneta Alta

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 8.6 Cultivo de tomate de árbol en la vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

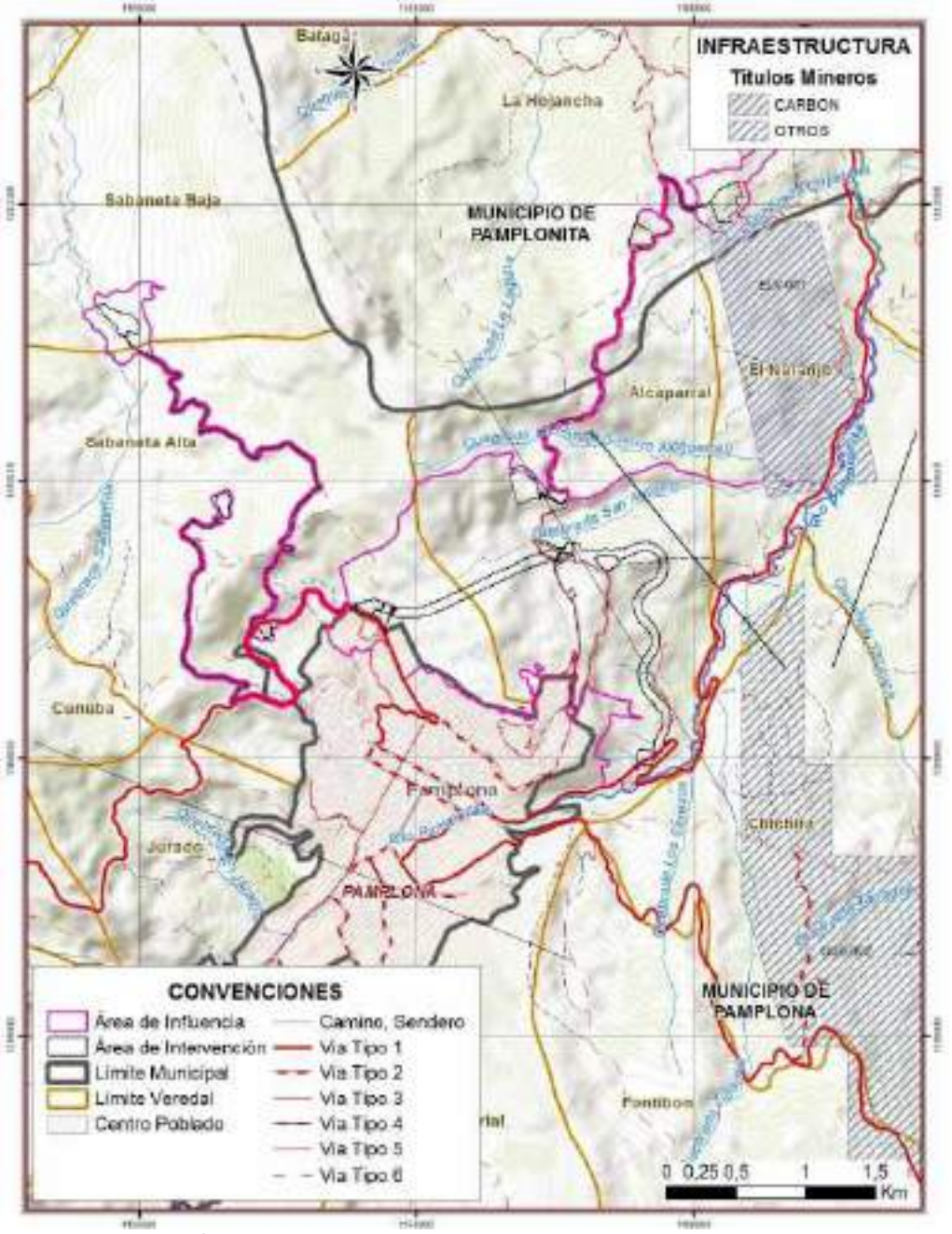
Fotografía 8.7 Cultivo de mora en la vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.4 Minería

En el sector nororiental del área de influencia indirecta, en el municipio de Pamplona, se presenta traslape en 3,70 ha con el título minero ELV-081, el cual se encuentra vigente y en ejecución en modalidad de contrato de concesión para extracción de carbón a nombre de Ramón Ignacio García Sierra y Humberto Carvajal López. Sin embargo, no hay superposición con el área de intervención como señala la Figura 8.2.

Figura 8.2 Ubicación del título minero ELV-081 para extracción de carbón



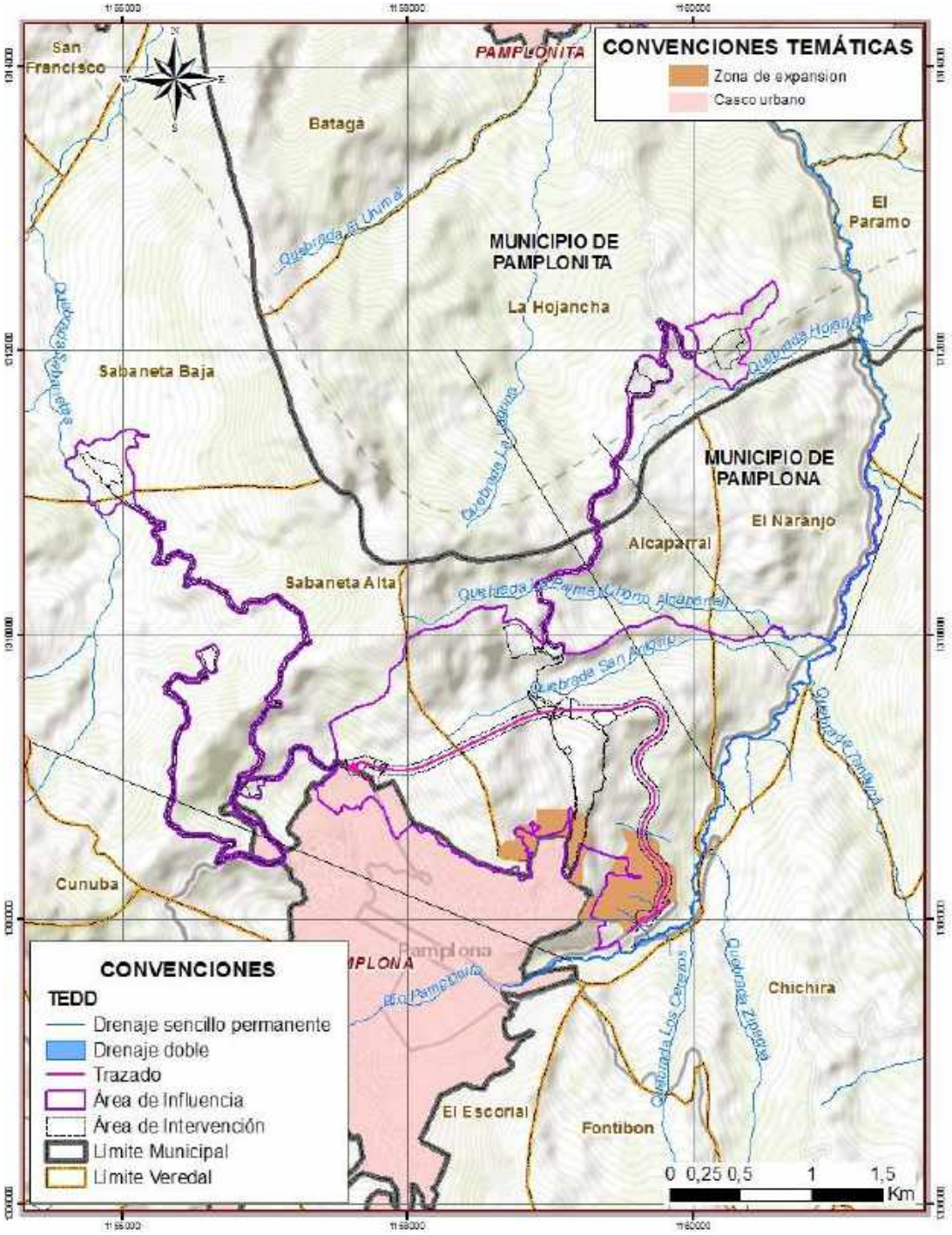
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.5 Poblamiento y asentamientos humanos

Los poblamientos y asentamientos humanos son los lugares puntuales donde las comunidades o personas se establecen para el desarrollo de sus actividades cotidianas, de

acuerdo con sus condiciones y tradiciones sociales, económicas, políticas y culturales. El traslado de la población hacia otras zonas se presenta porque en este sector se ofrecen condiciones favorables o se propicia una mayor dinámica económica. En el área de influencia se presenta en el costado suroccidental el casco urbano de Pamplona y zonas de expansión urbana de la misma como señala la Figura 8.3.

Figura 8.3 Casco urbano de Pamplona y zonas de expansión urbana en el área de Influencia de la UF1



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Dentro del AII se encuentran barrios como Simón Bolívar, San Luis y El Buque a la entrada de Pamplona; en la vía principal Pamplona-Cúcuta hay viviendas y locales comerciales.

Vereda Alcaparral.E:1158789; N: 1309384; E: 1159146, N: 1308781; E: 1159618, N: 1308411.

Adicionalmente, en el área de influencia se localiza el sector conocido como curva Los Adioses, donde se disponen basuras sobre la vía nacional y los barrios San Luis y El Buque cuentan con servicio de recolección prestado por EMPOPAMPLONA. Los barrios San Luis y El Buque y la vereda Alcaparral (Los Adioses), registran tipo de asentamiento nucleado, mientras que las veredas El Naranjo y Sabaneta Alta registran tipo de asentamiento disperso. Se identificaron establecimientos comerciales como restaurantes, tiendas y tabernas, en las unidades territoriales San Luis, El Buque, Alcaparral y El Naranjo. Actualmente se está desarrollando un proyecto de urbanización en la vereda Sabaneta Alta (Límites con el barrio San Luis).

8.2.1.6 Infraestructura vial y de transporte terrestre

La vía Pamplona - Cúcuta cuenta con algunas intervenciones en la carpeta asfáltica, indicativas de labores de mantenimiento (bacheos, parcheo). Presenta daños en la carpeta asfáltica como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, fisuras transversales. Los elementos de drenaje longitudinal (cunetas) presentan fisuras, exposición de agregados, obstrucción de la sección transversal. Las vías que conducen a las fincas son de tipo terciario y se encuentran en mal estado

Referente a la actividad, se reporta en las coordenadas 1160211 E; 1309227 N; el atropellamiento de una especie de fauna silvestre presente en el área, como consecuencia de la colisión de individuos con vehículos automotores en la vía principal Pamplona – Cúcuta (Fotografía 8.8).

Fotografía 8.8 Atropellamiento de chucha (*Didelphis marsupialis*)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.7 Actividades comerciales

Corresponde al intercambio de bienes y servicios en el mercado de compra y venta, ya sea para su uso, venta o transformación. Se incluye dentro de estas actividades la comercialización, entendida como el proceso donde se suministran los bienes y servicios desde el productor hasta el consumidor. Dentro de las actividades comerciales se identifica que los residentes del área registran un doble rol, tanto de vendedores, como de consumidores de los productos generados en el intercambio comercial.

En el área se encuentran diversos locales comerciales de venta de comida para los residentes de la zona y usuarios de la vía (Fotografía 8.9) E: 1158789; N: 1309384.

Se localizan dos hoteles en el área de influencia: Uno en el sector denominado curva Los Adioses (Alcaparral) Este: 1159829,49; Norte: 1308096 y otro en la vereda El Naranjo. En el barrio El Buque se localiza una estación de servicio Terpel y en la curva Los Adioses la Estación de Servicio Comulpinort (Fotografía 8.10).

Fotografía 8.9 Restaurante en la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 8.10 Estación de servicio Comulpinort en la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.8 Quema

Actividad que se realiza con el fin de eliminar vegetación para generar potreros o de preparar los ya existentes para la siembra de nuevos cultivos. Vereda Alcaparral E: 1159266; N: 1308564.

También se identificó que la población de las veredas Sabaneta Alta, Alcaparral y El Naranjo realizan la quema de residuos sólidos como medio alternativo por no contar con cobertura del servicio público de recolección de basuras.

8.2.1.9 Tala

La mayoría de las coberturas naturales vegetales del área han sido intervenidas, existen apenas unos relictos de bosques en comparación con las zonas abiertas. La tala es selectiva para cercas (Fotografía 8.11). Vereda Alcaparral 1159310 E; 1308521 N.

Fotografía 8.11 Tala selectiva para cercas en las coordenadas E: 1159678; N: 1308392

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.10 Infraestructura y actividades educativas

Una zona del campus de la Universidad de Pamplona donde se ubica el Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía GIEB, se encuentra dentro del área de intervención de la UF1 y totalmente dentro del área de influencia; ésta última también cercana a la Zona Deportiva de la misma universidad.

8.2.1.11 Zona de conservación pública o privada

El área de iniciativa de Conservación del SENA llamada Comité de Educación y Gestión Ambiental Municipal de Pamplona (Fotografía 8.12); está asociada con la protección del nacimiento de la Quebrada San Antonio; con presencia de coberturas del bosque ripario en una extensión aproximada de 2,6 ha; ya que dicha zona no cuenta con una delimitación establecida.

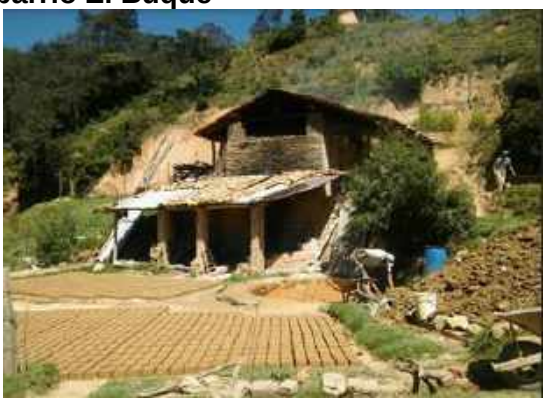
Fotografía 8.12 Área de Conservación del SENA en las coordenadas E: 1158255, N: 1309262

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.12 Actividades industriales

En el área se encuentra una fábrica de ladrillos (Barrio El Buque) Este: 1157258; Norte: 1309210,69 (Fotografía 8.13), una fábrica de bocadillos ubicada en el sector denominado curva Los Adioses, vereda Alcaparral (Fotografía 8.14), en esta misma zona se identificó una fábrica de muebles.

Fotografía 8.13 Fábrica de ladrillos en el barrio El Buque



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 8.14 Fábrica de bocadillos en la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.2.1.13 Fenómenos de remoción en masa

Movimientos de tierra producidos principalmente por acción de la gravedad. Los factores que influyen sobre la generación de dichos procesos son: presencia de rocas no consolidadas sobre rocas consolidadas, meteorización física, química, biológica y superficial del estrato, laderas con pendientes abruptas, denudación o deforestación del terreno, y precipitaciones.

En las coordenadas E: 1159363; N: 1308933 de la vereda Alcaparral se presenta un fenómeno de remoción en masa.

8.2.2 Descripción y evaluación de impactos del escenario sin proyecto

A continuación, se presenta de manera consolidada la descripción de cada uno de los impactos evaluados en el escenario sin proyecto y los índices de importancia ambiental que presentan de acuerdo con las diferentes actividades que se desarrollan en el área por cada uno de los medios. La evaluación específica de cada uno de ellos se encuentra consolidada en la carpeta Anexos- Anexo 8 Evaluación Ambiental – Matriz Sin Proyecto EIA 1337 UF1.

8.2.2.1 Medio Abiótico

Tabla 8.2 Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Drenajes sencillos y dobles	Severo
Agricultura tradicional	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Poblamiento y asentamiento humanos	Drenajes sencillos y dobles	Severo
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Actividades comerciales	Drenajes sencillos y dobles	Severo
Tala	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Actividades industriales	Drenajes sencillos y dobles	Severo
Zonas de conservación pública o privada	Drenajes sencillos y dobles	Muy Relevante
Descripción general del impacto		

Si bien la ganadería no es una actividad económica principal en los municipios Pamplona y Pamplonita (Universidad Francisco de Paula Santander - UFPS, Instituto de Estudios Ambientales - IDEAB, 2014), es considerada como una actividad tradicional que con el tiempo ha perdido protagonismo; sin embargo, los pastos (pastos limpios, pastos con espacios naturales, pastos y cultivos, pastos arbolados, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos) son las coberturas que predominan en el área de influencia de la UF1 con aproximadamente 243 Ha que representan el 56 %.

Se pudo identificar a raíz de las visitas que la actividad ganadera aún se desarrolla en la zona a lo que se suman zonas con escaza vegetación protectora en rondas hídricas de corrientes superficiales.

Según (Matthews, 2006) de la FAO sala de prensa: “La actividad ganadera figura entre los sectores más perjudiciales para los cada día más escasos recursos hídricos, contribuyendo entre otros aspectos a la contaminación del agua, la eutrofización (proliferación de biomasa vegetal debido a la excesiva presencia de nutrientes) además complementa con lo siguiente. El sobrepastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneo”.

A partir de la anterior descripción, se realizó la calificación de dicha actividad respecto a los cambios en la calidad del agua superficial. Sin embargo, es de tener en cuenta que en esta zona no se realiza ganadería extensiva o de tipo industrial, las prácticas actuales son de tipo autoconsumo para las familias que habitan el sector.

En la Figura 8.4 se muestran algunas de las corrientes hídricas de la unidad funcional 1 ubicadas en coberturas de pastos arbolados susceptibles de desarrollo de actividad ganadera, donde las zonas de ronda hídrica presentan una escaza vegetación y nula vegetación de tipo bosque de galería y ripario.

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Figura 8.4 Cobertura y corrientes hídricas

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

Es de considerarse que los sistemas agrícolas tradicionales productivos son principalmente a pequeña escala con cultivos de plantas aromáticas, cebolla, perejil, repollo, frijol, maíz y árboles frutales. .Sin embargo, su práctica (Ongley, 1997) conlleva labranza (aporte sólidos suspendidos totales y detonación de procesos erosivos en orillas), aplicación de fertilizantes (vertimientos no localizados de sedimentos y lixiviados ricos en nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.) que detonan la eutrofización, olores, crecimiento excesivo de algas, desoxigenación del agua, etc.), aplicación de estiércol (escorrentía o vertimiento no localizado que aporta a la fuente de agua de agentes patógenos), plaguicidas (por escorrentía o vertimiento no localizado o transportado por el aire, provocando contaminación del agua y fauna asociada a ecosistemas acuáticos), riego (vertimiento no localizado por escorrentía de fertilizantes y plaguicidas) y tala (detonación de procesos erosivos beneficiando el aporte de sedimentos). En la Figura 8.5 se puede evidenciar como el establecimiento de cultivos da lugar a tala de vegetación de ronda hídrica de cuerpo de agua.

Figura 8.5 Cultivos tradicionales en las orillas de corrientes hídricas

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

Como se mencionó anteriormente la ganadería y agricultura son actividades que indirectamente dan lugar a procesos de deforestación y tala de vegetación para generar más zonas de pastoreo y para la expansión de la frontera agrícola. Esta tala en muchos de los casos se realiza en las riveras de las corrientes hídricas disminuyendo así la franja de vegetación protectora de los cauces lo cual afecta la calidad de estos debido a la detonación

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

de procesos erosivos que potencian el aporte de sedimentos al agua alternado propiedades como la turbidez y la cantidad de solidos sedimentables y suspendidos totales. Además, la falta de cobertura del bosque ripario altera el microclima que éste genera e incide directamente sobre parámetros físicos del agua tal como la temperatura y a grandes rasgos sobre el ciclo hidrológico incidiendo sobre la evapotranspiración

Se evidenció que en el área de influencia la población hace uso de estufas de leña para la cocción de sus alimentos debido a que no cuentan con sistemas de distribución de gas domiciliario a lo que se suma que también se dan procesos de aprovechamiento forestal en la zona.

Fotografía 8.15 Aprovechamiento forestal y leña uso doméstico

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

En el caso de los poblamientos y asentamientos humanos, el río Pamplonita inicia en inmediaciones al casco urbano del municipio Pamplona, urbe en donde “el alcantarillado del municipio de Pamplona vierte sus aguas sobre el río Pamplonita, mediante una serie de descargas ubicados en varios lugares del municipio, en tubería de 8 a 44 pulgadas de diámetro. Actualmente no se cuenta con sistema de tratamiento de aguas servidas, generando un impacto significativo al río Pamplonita, sobre todo en épocas de verano donde el caudal de la fuente disminuye, y por lo tanto su nivel de dilución, afectado la calidad del agua. (Universidad Francisco de Paula Santander - UFPS, Instituto de Estudios Ambientales - IDEAB, 2014). Durante los recorridos se observó que los asentamientos que se ubican alrededor del río Pamplonita realizan vertimiento de aguas residuales domésticos sobre algunos drenajes afluentes del rio Pamplonita pocos metros antes de su desembocadura sobre este cuerpo hídrico, lo que en pocas palabras indica un vertimiento casi directo sobre el rio, el agua residual en ocasiones es también dispuesta en pozos sépticos o vertida directamente al suelo.

De acuerdo con el POMCA del río Pamplonita las cargas contaminantes (DBO y DQO) aportadas por el municipio de Pamplona al río Pamplonita son las siguientes:

Tabla 8.3 Cargas vertidas al rio Pamplonita

Municipio	**DBO**			**DQO**		
	Kg/día	Kg/mes	Kg/año	Kg/día	Kg/mes	Kg/año
Pamplona	3.028,92	90.867,60	1.090.411,20	1.771,56	53.146,80	637.761,60

Fuente: POMCA Rio Pamplonita, 2014.

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Fotografía 8.16 Vertimientos de aguas residuales a alcantarillas pocos metros antes de su llegada al rio Pamplonita y directamente sobre la corriente

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

El tramo de la vía existente que se encuentra en el área de influencia de la UF1 cuenta con una serie de obras de drenaje como alcantarillas ocupando el cauce de corrientes hídricas. Estas alcantarillas recogen el agua proveniente de fuentes hídricas y la reúnen con el agua conducida por las cunetas generando una posible afectación a la calidad de estas aguas debajo de la obra y en segunda medida alterando la calidad del cuerpo receptor pues se convierte en un vertimiento para en este caso el rio Pamplonita. El escenario donde estos efluentes afectan en mayor medida es en sectores tal como curva Los Adioses en donde hay talleres, por lo tanto, la escorrentía se carga de grasas y aceites que finalmente son vertidos en corrientes de agua. Se observó también que obras de drenaje tales como canales abiertos en concreto que colectan los excedentes de agua en taludes o el descole de las cunetas son usados también como colectores de aguas residuales. No obstante, dichas obras de drenaje son fundamentales para la estabilidad de taludes y el control al exceso de humedad en el suelo en un área de taludes inestables tal como se pudo observar durante los recorridos del equipo técnico quienes evidenciaron como una temporada invernal detona la actividad de los fenómenos de remoción en masa.

Figura 8.6 Obras de drenaje sobre curva Los Adioses en la UF1

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Fotografía 8.17 Canal de conducción de aguas (Obra de drenaje 2 de acuerdo con Figura 8.6)

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

En el AII se identificó que el sector conocido como curva Los Adioses alberga actividades industriales, en este lugar opera una fábrica de bocadillos y de muebles, además se identificaron actividades comerciales como la de venta de comidas, distribución de combustibles en estación de servicio, talleres mecánicos y hoteles. Los vertimientos de aguas residuales producto de las actividades mencionadas anteriormente se disponen por medio de tuberías a las alcantarillas que después de recorrer un corto tramo de corrientes hídricas van a parar al rio Pamplonita donde tales fuentes desembocan. Estos vertimientos que pueden ser de tipo industrial y doméstico contienen concentraciones de grasas y aceites que alteran la calidad tanto de las corrientes que recorren como del mismo rio Pamplonita.

Fotografía 8.18 Actividades comerciales e industriales – curva Los Adioses

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Fotografía 8.19 Vertimiento de aguas residuales industriales a alcantarillado

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Si bien todos los vertimientos no se realizan directamente o alrededor del cauce del río Pamplonita, el área de influencia se localiza dentro de la cuenca de éste, por lo tanto, los vertimientos de fuentes localizadas (puntuales) y no localizadas (difusos) de una u otra manera serán colectados por esta corriente. Hay acciones que son permanentes como el vertimiento de agua residual de los asentamientos dispersos como los nucleados, hay otros periódicos o sin ninguna frecuencia como lo son las fumigaciones o el arrastre de sedimentos tras un aguacero. Todos estos vertimientos al juntarse en una misma corriente de agua representan mayores concentraciones sea DBO, DQO, SST o Coliformes, y si bien el río tras su trayectoria y oxigenación logra progresivamente asimilar y diluir las sustancias mayores concentraciones demandarán mayores trayectorias para lograrlo, es decir, el efecto en conjunto ejerce mayor presión sobre el río, cabe anotar que éste río no tiene distancia suficiente puesto que hasta su desembocadura no deja de recibir grandes descargas de agua residual puesto que todos los municipios incluyendo la capital del departamento vierten toda su agua residual en éste.	El efecto de los vertimientos localizados y no localizados sobre corrientes se considera acumulativo, considerando que muchos de los vertimientos son constantes imposibilitando la autodepuración del recurso, cuya manifestación se evidencia en las concentraciones o cargas contaminantes identificadas en las corrientes evaluadas.

INDICADOR LÍNEA BASE

Tabla 8.4 Indicadores de calidad de agua

Corriente superficial	ICA		ICOSUS	
	Resultado	Clasificación	Resultado	Clasificación

1. Cambios en la calidad del agua superficial				
Actividad		**Ámbito de manifestación**		**Importancia**
NN-27	1,0	Buena	0,04	Muy Bajo
Rio Pamplonita	0,67	Regular	2,9	Bajo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 8.5 Alteración del cauce

3. Alteración del cauce		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Drenajes sencillos y dobles	Severo
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Rio Pamplonita	Moderado

Descripción general del impacto

La alteración del cauce se refiere a los cambios en la morfología del cauce debido a la extracción o adición de materiales por efecto de construcción de canales, zanjas u obras civiles. Los drenajes sencillos son cruzados por aproximadamente 8 obras de drenaje correspondientes a alcantarillas y Box Coulvert “Box” construidas en concreto que canalizan los corrientes naturales alternado su cauce. Además, el rio Pamplonita es cruzado por puentes en tres (3) ocasiones, dos (2) de estos pertenecen a la vía principal Cúcuta – Pamplona y uno (1) a un acceso a predio privado, todos ellos son puentes para acceso de vehicular. Todos estos corresponden a puentes de loza en concreto generalmente con estribos en cada extremo del cauce o paralelo a éste, los cuales modifican la sección natural del cauce.

Cuando los estribos del puente se encuentran dentro de la sección transversal del cauce ocasionan represamiento de material de arrastre en el área de influencia de la pila lo cual tiene como efecto la alteración de dicha sección. Dicho escenario es más significativo en momentos de avenidas torrenciales por el transporte de sólidos de mayor tamaño, incluidos residuos sólidos, troncos y ramas de árboles que en conjunto con sedimentos pueden llegar a represar la corriente en dicho lugar. Otro efecto es el incremento en la tasa de socavación en el extremo de la sección trasversal por donde se concentra el flujo del agua tras elevarse el nivel en el otro sector asociado a lo(s) estribos.

Fotografía 8.20 Efecto de los puentes sobre el rio Pamplonita, vereda El Naranjo (1160548,7 E - 1309326,7 N)

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

3. Alteración del cauce		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Figura 8.7 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1160053,37 E -1308443 N)

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Figura 8.8 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1159612 E -1307826 N)

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Figura 8.9 Cruce puente vehicular con rio Pamplonita (1160546 E -1309330 N)

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Es sinérgico puesto que hay acciones de origen antrópico y naturales que en	Es acumulativo ya que a mayor tiempo mayor deposición de material de arrastre lo cual

3. Alteración del cauce		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
condiciones particulares pueden llegar a detonar el aumento de material arrastre (Suárez Díaz, 2007), tal como lo son movimientos de remoción en masa producto de tala o mal manejo de taludes o activados por temporada de lluvias, también una avenida torrencial que abruptamente transporte troncos, ramas y rocas en donde súbitamente supere la capacidad de la sección transversal y ocasione un represamiento a lo que se suma la construcción de obras de canalización y drenaje de corrientes naturales que hacen parte de la infraestructura vial existente.	cada vez va generando una mayor alteración del cauce.	
INDICADOR LÍNEA BASE		
Número de corrientes interceptadas por estructuras existentes		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 8.6 Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Agricultura tradicional	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Actividades comerciales	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Tala	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Actividades industriales	Drenajes sencillos y dobles	Moderado
Zona de conservación pública o privada	Drenajes sencillos y dobles	Muy Relevante
Descripción general del impacto		
Además de la captación del agua, la disponibilidad del recurso se ve limitada por dos factores adicionales, el primero corresponde a la alteración de la calidad del agua por vertimientos domésticos e industriales, la cual afecta directamente la disponibilidad del recurso hídrico, restringiendo en un amplio rango los posibles usos, tal como lo manifiesta la Resolución 865 de 2004 “Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales. A este factor se le suma la “reducción por caudal ecológico” el cual corresponde al caudal mínimo requerido para el sostenimiento del ecosistema, estos dos factores se suman y se restan al caudal ofertado por la corriente superficial el resultado corresponde a la oferta hídrica neta de la corriente. Durante los recorridos solamente se registró una (1) captación de corrientes superficiales y dos (2) puntos de vertimiento de aguas residuales y domésticas a canales pocos metros antes de la desembocadura en el rio Pamplonita los cuales se explican con mayor detalle en la descripción del impacto “Cambios en la calidad del agua superficial”.		

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Tabla 8.7 Localización punto de captación del recurso hídrico

Nombre corriente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Uso
	Este	Norte	
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	1160832	1309996	Consumo humano de siete personas.

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

En el área de influencia se identificó que los usuarios tienen más de una fuente de agua, generalmente los predios cuentan con puntos de agua, los cuales son aprovechados represando la corriente y conduciéndolos por mangueras hacia tanques de concreto donde son distribuidos para los diferentes usos (doméstico, agrícola, agroindustrial, pecuario, piscícola y/o industrial) y usuarios a través de redes domiciliarias. Un elemento adicional que afecta la disponibilidad del agua son los imprevistos en la conducción, la comunidad manifestó que en temporada de lluvias es común que las mangueras se bloqueen con sedimentos o simplemente se despeguen o rompan por la presión u otra razón produciendo fugas y deteniendo el suministro.

Debido que la vía existente atraviesa las corrientes del área, es decir, en inmediaciones a las desembocaduras de las corrientes al río Pamplonita, no es común el abastecimiento directo de las corrientes puesto que los usuarios buscan las cabeceras para realizar la captación, debido al posible conflicto por calidad derivado de los vertimientos localizados y no localizados de los usuarios aguas arriba, es decir en el sector medio y alto de las cuencas.

La situación del río Pamplonita es importante puesto que su calidad restringe los posibles usos para todos los usuarios aguas abajo del municipio Pamplona ubicado en el sector cuenca alta; durante los recorridos no se evidenció ningún usuario del agua de este río en la UF1. De acuerdo con el POMCA (Universidad Francisco de Paula Santander - UFPS, Instituto de Estudios Ambientales - IDEAB, 2014) del río Pamplonita, en relación con la captación del recurso hídrico y teniendo en cuenta que la UF1 se encuentra dentro de una zona hidrográfica determinada en dicho estudio como El Volcán se dice lo siguiente:

- A nivel municipal el municipio Pamplona registra 24% de las concesiones otorgadas en la cuenca del río Pamplonita.
- Las corrientes principales son afluentes del río Pamplonita y se encuentran en la subcuenca El Volcán, zona hidrográfica Catatumbo, área hidrográfica Caribe, ubicada en la vereda Alcaparral en el municipio de Pamplona, comprendida por el sector de la cuenca alta del río Pamplonita, se determinó que el indicador de número de puntos de captación es alto, debido al consumo humano; en relación con los puntos de captación para abrevaderos.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Es sinérgico debido que no solo las captaciones general alteración sobre la disponibilidad del recurso, sino que se genera alteración por los efectos de las actividades descritas anteriormente que afectan la calidad del agua logrando así una mayor presión sobre la disponibilidad.	En algunas de las interacciones se considera acumulativo ya que, si las actividades de vertimientos y captaciones se detienen, se espera que el efecto disminuya, es decir, que la disponibilidad del recurso sea mayor.

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
INDICADOR LÍNEA BASE		

Tabla 8.8 Indicadores de calidad de agua

Corriente superficial	ICA		ICOSUS	
	Resultado	Clasificación	Resultado	Clasificación
NN-27	1,0	Buena	0,04	Muy Bajo
Rio Pamplonita	0,67	Regular	2,9	Bajo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 8.9 Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

Impacto	**5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea**	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Agricultura Tradicional	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero baja a muy baja	Moderado
Agricultura Tradicional	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero media	Moderado
Agricultura Tradicional	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero alta	Moderado
Agricultura Tradicional	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero elevada	Moderado
Minería	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero baja a muy baja	Moderado
Minería	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero media	Moderado
Minería	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero alta	Severo
Minería	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero elevada	Severo
Poblamiento y asentamientos humanos	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero baja a muy baja	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero media	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero alta	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Vulnerabilidad intrínseca del acuífero elevada	Moderado
Descripción general del impacto		
La modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterráneas, generalmente se da por la infiltración de sustancias contaminantes alóctonas que inciden en el subsuelo ocasionando cambios químicos del recurso hídrico. A lo largo del área de estudio, existen áreas acuíferas con diferentes vulnerabilidades a la contaminación dependiendo de parámetros como el confinamiento del agua subterránea, la geología del acuífero y su respectivo grado de consolidación, y la profundidad del nivel freático; lo cual permitió la identificación y calificación de las actividades que pueden generar cambios fisicoquímicos del recurso hídrico subterráneo en el escenario sin proyecto.		

Impacto	5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

Se identificaron tres actividades con potencial de impactar las características químicas de las aguas subterráneas, las cuales se pueden presentar en cuatro ámbitos de manifestación asociados a las áreas de vulnerabilidad intrínseca del acuífero, identificadas y caracterizadas en el ítem 5.1.8 Hidrogeología del presente estudio. Estas actividades son: agricultura tradicional, minería y asentamientos humanos.

En las actividades agrícolas pueden ser usados fertilizantes y plaguicidas en exceso, lo que ocasiona contaminación en el agua subterránea, llegando a ésta por filtración natural de los suelos. De este tipo de contaminación se derivan problemas sanitarios para los seres humanos tras su consumo. Este impacto generó una importancia calificada como moderada para los cuatro ámbitos de manifestación.

La explotación a cielo abierto es el mayor agente que incide en la entrada de sustancias contaminantes desde el exterior debido a la exposición directa del subsuelo y al uso de sustancias contaminantes durante la extracción del material. El acopio de materiales, insumos y sobrantes pueden representar sustancias contaminantes para el acuífero. Este impacto resulta ser de carácter moderado para los sistemas acuíferos con vulnerabilidad muy baja a media, y severo para los sistemas acuíferos con vulnerabilidad alta y elevada.

Asociada a las actividades de población y asentamientos humanos se involucran vertimientos de líquidos sobre el subsuelo o la existencia de pozos sépticos que pueden llegar a generar deterioro en la calidad fisicoquímica del agua subterránea debido a infiltración de sustancias contaminantes, aguas residuales, y desechos orgánicos con la consecuente afectación a los sistemas de acuíferos someros; estas actividades pueden representar impactos de importancia moderada.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
	Las actividades de agricultura tradicional y minería son acumulativas sobre cualquiera de los ámbitos de manifestación, ya que de continuar presentándose darán lugar con mayor intensidad a la variación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua subterránea.

INDICADOR LÍNEA BASE

Tabla 8.10 Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación

Vulnerabilidad	Área (%)	Área (ha)
Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	94,78	518,3618
Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	5,21	28,5154

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 8.11 Variación del nivel freático

Impacto	**6. Variación del nivel freático**	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Minería	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo)	Severo
Minería	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	Severo
Minería	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Severo
Poblamiento y asentamientos humanos	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo)	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Moderado

Descripción general del impacto

La variación del nivel freático del agua subterránea generalmente está asociada a variaciones en el régimen de recarga y descarga de los sistemas acuíferos (potencial de afectación). Se identificaron dos actividades en tres ámbitos de manifestación asociados a los niveles de puntos de agua con potencial de afectación caracterizados en el ítem 5.1.8 Hidrogeología del presente estudio.

Las actividades de minería; así como las relacionadas con el poblamiento y asentamiento humano; mediante la realización de cortes en la ladera para la explotación de materiales de construcción o para la conformación de áreas para desarrollo de infraestructura, pueden intervenir el nivel freático, exponiendo el terreno a nuevas condiciones que conllevan al abatimiento de este con la consecuente afectación del punto de agua.

SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
	Las actividades de minería, poblamiento y asentamientos humanos son acumulativas sobre cualquiera de los ámbitos de manifestación, debido a que su acumulación implica la ampliación de cortes y áreas intervenidas facilitando aún más la afectación del nivel freático.

INDICADOR LÍNEA BASE

- En el área de influencia se encuentran 48 puntos de agua hidrogeológicos, clasificados en los niveles por potencial de afectación presentados en la Tabla 8.12.

- El buffer para la definición del área de cada uno de los niveles de los puntos hidrogeológicos está dado en 100m.

- El nivel 1 corresponde a puntos de agua en los cuales no se prevé afectación o su potencial es muy bajo a imperceptible.

- El nivel 2 corresponde a puntos de agua con potencial de afectación bajo a medio.

Impacto	6. Variación del nivel freático	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

- El nivel 3 corresponde a puntos de agua con potencial de afectación de alto a muy alto.

- Es importante resaltar que la mayor parte del área de influencia (83%) corresponde a la categoría sin ningún punto hidrogeológico, es decir, área sin afectación, la cual es de 453,9327 ha.

Tabla 8.12 Potencial de afectación en el escenario actual

Categorías Potencial de Afectación	Área (ha)	Área (%)
Nivel 1	58,972629	10,78334968
Nivel 2	27,282904	4,988773593
Nivel 3	6,69771	1,224699496
Sin Afectación	453,93275	83,00317723
Área Total	**546,885993**	**100,00%**

Tabla 8.13 Generación y /o activación de procesos denudativos

Impacto	7. Generación y /o activación de procesos denudativos	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Zona de amenaza geotécnica alta	Moderado
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Moderado
Agricultura Tradicional	Zona de amenaza geotécnica alta	Moderado
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Moderado
Minería	Zona de amenaza geotécnica alta	Moderada
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Moderada
Poblamiento y asentamientos humanos	Zona de amenaza geotécnica alta	Moderado
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Moderado
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Zona de amenaza geotécnica alta	Severo
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Severo
	Zona de amenaza geotécnica baja y muy baja	Moderado
Quema	Zona de amenaza geotécnica alta	Irrelevante
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Irrelevante
Tala	Zona de amenaza geotécnica alta	Moderado
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Moderado
Fenómenos de remoción en masa	Zona de amenaza geotécnica alta	Severo
	Zona de amenaza geotécnica moderada	Severo

Descripción general del impacto

En el AII el terreno cuenta con características físicas y condiciones de estabilidad geotécnica previas a la ejecución del proyecto, las cuales se deben tanto a las condiciones intrínsecas del territorio como a la presencia de otros proyectos y/o actividades antrópicas. Los impactos asociados a actividades previas a la ejecución del proyecto han sido evaluados con importancia irrelevante, moderada y severa, y se describen a continuación:

La actividad más frecuente en el área es la ganadería extensiva; ocupando grandes extensiones de terreno con cobertura principal de pastos; esta actividad genera en sitios de ladera los denominados “caminos de ganado” o “patas de vaca”, con el remoldeo de pequeños espesores de la superficie que conforman terracetas escalonadas que por lo general no superan el metro. La adecuación de los terrenos para la actividad y la generación de terracetas facilita la erosión y eventualmente la activación de procesos de remoción; considerándose el impacto sobre el medio como de importancia moderada principalmente en las zonas de amenaza geotécnica alta y moderada.

Fotografía 8.21 Terracetas tipo "Pata de vaca", deslizamientos rotacionales y reptación en sector afectado por sobrepastoreo, en las coordenadas 1.159.634 E, 1.309.543 N a la altura del K58+150

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La agricultura tradicional tiene un impacto moderado, con cultivos en laderas de montaña con surcos paralelos a las curvas de nivel que disminuyen el efecto erosivo al limitar el transporte de suelos y disminuir la energía de la escorrentía superficial sobre el suelo o con surcos perpendiculares a dichas curvas que facilitan la erosión por acción del agua lluvia.

Fotografía 8.22 Cultivo de tomate de árbol y maíz en el AII de la UF1

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El impacto causado por la minería en relación con la generación o activación de procesos denudativos se considera moderado, debido a los procesos erosivos que puede generar la caída de bloques por la explotación de materiales con taludes de corte importantes en las canteras cercanas. Por otra parte, al costado nororiental del AII se superpone con el polígono de la mina El Naranjo en unas 3.5 ha; en este sector la mina no cuenta con ningún tipo de infraestructura ni intervención en superficie, de manera que no presenta procesos denudativos asociados a dicha actividad.

El poblamiento y asentamientos humanos genera un impacto moderado en las zonas de expansión urbana, debido a la exposición de suelos en superficie por la realización de cortes y rellenos de poca altura y pérdida de cobertura vegetal protectora en áreas utilizadas para las actividades domésticas.

Impacto	7. Generación y /o activación de procesos denudativos	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

La infraestructura vial y transporte terrestre existente consiste en la actual vía pavimentada que comunica a Pamplona - Cúcuta y a vías rurales que facilitan el acceso a las veredas del sector. Esta infraestructura presenta cortes y rellenos en laderas montañosas con taludes que exponen los suelos y afectan la estabilidad al grado que se ha requerido la construcción de estructuras de contención con obras como muros, pantallas, anclajes y protección de taludes con revestimiento en concreto; su impacto se considera severo en las zonas de amenaza geotécnica alta y moderada; en tanto que se considera moderada para las zonas de amenaza geotécnica baja y muy baja.

Fotografía 8.23 Deslizamiento por corte de la ladera en vía veredal

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La quema de pastos y residuos sólidos se considera una actividad con impacto irrelevante para la generación de procesos denudativos en el AII; dado que, aunque exponen los suelos a la acción de la lluvia y el viento, su carácter temporal hace que en poco tiempo la superficie recobre su cobertura vegetal protectora.

La tala de bosque presenta un impacto de importancia moderada en las zonas de amenaza geotécnica alta y moderada, por efectos desfavorables como la pérdida de soporte que ofrecen las raíces de los árboles al terreno y la exposición de suelos a la acción del agua lluvia y el viento.

En el AII se encuentran zonas de remoción en masa con deslizamientos activos e inactivos; así como deslizamientos estabilizados con obras de contención alrededor de la vía existente Pamplona - Cúcuta. Los fenómenos de remoción en masa tienen una importancia calificada como severa en el medio en general, puntualmente en las zonas de amenaza geotécnica alta y moderada, en donde se han desarrollado procesos de remoción principalmente con deslizamientos de tipo rotacional que en el actual corredor vial entre Pamplona - Cúcuta han generado la necesidad de su mitigación mediante obras de contención.

Impacto	7. Generación y /o activación de procesos denudativos	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Fotografía 8.24 Deslizamiento activo en las coordenadas ESTE: 1159594, NORTE: 1309160 (K57+600)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Los procesos de remoción en masa pueden acelerarse y extenderse interactuando de manera sinérgica con actividades de ganadería, asentamientos humanos y tala de árboles.	Las actividades de ganadería, minería, poblamiento y asentamientos humanos, tala y Fenómenos de remoción en masa son acumulativas sobre las áreas de amenaza geotécnica alta y moderada, ya que de continuar presentándose darán lugar con mayor intensidad a la generación de procesos denudativos.

INDICADOR LÍNEA BASE

Corresponde al área de influencia del proyecto UF1= 546,88 ha.

Tabla 8.14 Clasificación amenaza geotécnica área de influencia UF1

Ámbito de manifestación	Área (ha)	Área (%)
Zona de amenaza geotécnica alta	100,1243	18,31
Zona de amenaza geotécnica moderada	347,2532	63,50
Zona de amenaza geotécnica baja	99,5090	18,20

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 8.15 Modificación de la calidad del aire

Impacto	8. Modificación de la calidad del aire	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Irrelevante
Agricultura tradicional	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Irrelevante
Minería	Asentamientos dispersos de la vereda El Naranjo	Irrelevante
Poblamientos y asentamientos humanos	Barrio Simón Bolívar, San Luis, El Buque y sector curva Los Adioses	Moderado
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Moderado
Quema	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Moderado
Tala	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Moderado
Actividades industriales	Barrio Simón Bolívar, San Luis, El Buque y sector curva Los Adioses	Moderado
Zonas de conservación pública o privada	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, Sabaneta Alta	Considerable

Descripción general del impacto

Durante los recorridos del área de influencia se logró determinar que la estufa común en las casas es a leña, por lo tanto, las casas generalmente van equipadas de chimeneas a través de las cuales se realiza la emisión de gases producto de la combustión de madera, ver Fotografía 8.25.

Fotografía 8.25 Uso de leña para chimeneas en viviendas rurales. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159100,95 NORTE: 1309511,87

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

El tránsito vehicular como fuente móvil produce emisión de gases y material particulado, siendo este último mayor en vías destapadas; escenario en donde el polvo o material particulado se deposita sobre la superficie foliar de las hoja *obstruyendo los estomas y disminuyendo su capacidad para tomar el dióxido de carbono atmosférico, el agua y la energía solar, necesarias para la realización de la fotosíntesis* (Mamani-Rojas1 & François-Ledent2, 2015). En el área de estudio la calidad del aire se ve modificada por el constante

Impacto	8. Modificación de la calidad del aire	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

tránsito de vehículos en la infraestructura vial y de transporte existente (Vía nacional y vías terciarias)- ver Fotografía 8.26.

Fotografía 8.26 Vía de acceso a la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

La quema se realiza con el fin de eliminar vegetación para generar potreros o de preparar los ya existentes para la siembra de nuevos cultivos. Las quemas emiten gases de efecto invernadero tales como N_2O, CO_2, CH_4. Las cenizas derivadas de la quema son también un contaminante puesto que afecta la salud y el paisaje por su depositación sobre sectores urbanizados y/o asentamientos nucleados y dispersos.

La eliminación de la cobertura vegetal mediante la tala provoca mayor dispersión de los contaminantes atmosféricos, así mismos suelos desnudos que debido a la acción de la intemperie desprenderán material particulado que será transportado por el viento, afectando la salud y la cobertura vegetal.

En el sector curva Los Adioses opera una fábrica de bocadillos la cual utiliza carbón como energía para las calderas, por lo tanto, durante la operación de la fábrica es constante la emisión de gases a través de la chimenea - fuente fija. Así mismo, opera una estación de servicio en la vereda Alcaparral (ver Fotografía 8.27), y las actividades propias de la población asentada a lado y lado de la vía generan aportes de contaminantes que modifican la calidad del aire.

Impacto	8. Modificación de la calidad del aire	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Fotografía 8.27 Estación de servicio "Coomulpinort"

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

La zona de conservación del SENA, llamada Comité de Educación y Gestión Ambiental Municipal de Pamplona, localizada en la vereda Sabaneta Alta (Fotografía 8.28), se configura como una actividad positiva para la calidad del aire, con una importancia moderada, ejerciendo su efecto en la vereda de ubicación y en la vereda aledaña, denominada Alcaparral.

Fotografía 8.28 Área de Conservación del SENA en las coordenadas ESTE: 1158255, NORTE: 1309262

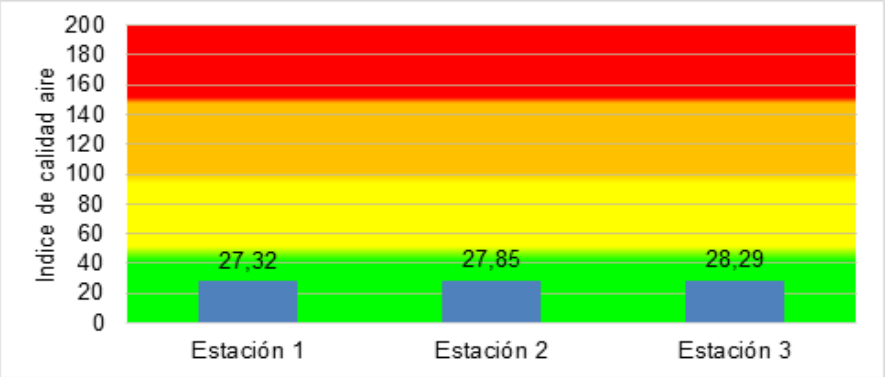
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Es sinérgico porque la mezcla de los contaminantes emitidos por las distintas actividades y/o con los gases atmosféricos genera nuevos contaminantes y diferentes niveles de toxicidad.	A nivel local no se considera acumulativo debido que las fuentes no se encuentran concentradas en un sector del área de influencia, se encuentran dispersas, sin embargo, es claro que el efecto invernadero es un resultado de la acumulación de gases en la atmósfera

INDICADOR LÍNEA BASE

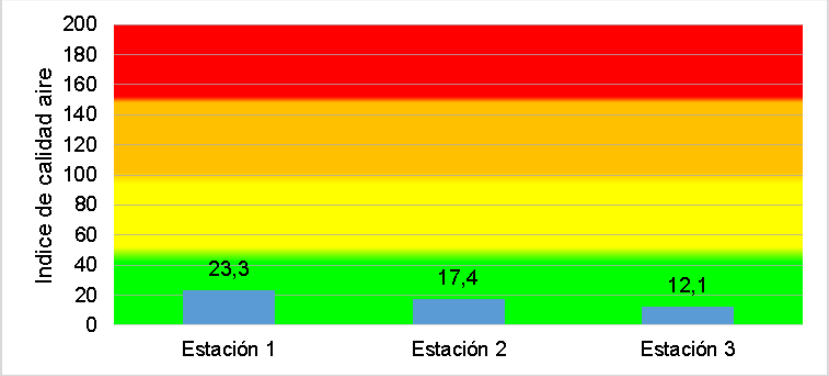
Figura 8.10 Índice de calidad de aire (ICA) SO_2 estación 1,2 y 3

Impacto	8. Modificación de la calidad del aire	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 8.11 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 8.16 Cambio en los niveles de presión sonora

Impacto	9. Cambio en los niveles de presión sonora	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Cría de especies menores	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral y Sabaneta Alta	Moderado
Minería	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral y Sabaneta Alta	Irrelevante
Poblamientos y asentamientos humanos	Barrio Simón Bolívar, San Luis, El Buque y sector curva Los Adioses	Irrelevante
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral y Sabaneta Alta	Moderado
Actividades comerciales	Barrio Simón Bolívar, San Luis, El Buque y sector curva Los Adioses	Irrelevante
Actividades industriales	Barrio Simón Bolívar, San Luis, El Buque y sector curva Los Adioses	Moderado

Descripción general del impacto

En el área de estudio, los niveles de presión sonora se ven modificados principalmente por la cría de especies menores, el tránsito de vehículos y el funcionamiento de los establecimientos industriales como la fábrica de ladrillos y muebles.

La cría de especies menores se presenta con marraneras, así como la producción de aves de corral en el AII es muy común, lo cual genera cambios en los niveles de presión sonora (ver Fotografía 8.29)

Fotografía 8.29 Cría de especies menores en la vereda Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las actividades industriales y la infraestructura vial generan ruido constante, principalmente a causa del tránsito de automotores (también asociados a los impactos derivados de la industria y minas). Durante los recorridos se evidenció tránsito desde motocicletas hasta tractomulas, la vía tiene momentos de mucho tránsito aún en la noche, periodo con más tránsito de tractomulas.

Por otro lado, se identifica que en los sectores donde hay población y asentamientos humanos se presenta también una afectación a los niveles de presión sonora con una menor intensidad y extensión. Finalmente, las actividades comerciales modifican la presión sonora de la zona, sin embargo, no es relevante.

Impacto	9. Cambio en los niveles de presión sonora	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Los efectos del ruido repercuten en la calidad de vida y la salud, los impactos son los siguientes: impedimentos auditivos, interferencia en la comunicación, dificultad para dormir, efectos cardiovasculares y fisiológicos, salud mental, efectos de desempeño, efectos en vecindarios; dichos efectos desencadenan efectos económicos. En la fauna: cambios en las frecuencias de cantos y patrón temporal, conductas de reproducción, huida, territorialidad, etc.		
SINÉRGICO	ACUMULATIVO	
Es sinérgico debido a que las acciones que provocan el ruido se dan de manera simultánea, reforzando el efecto.	El ruido aun siendo prolongado, se mantiene o disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	
INDICADOR LÍNEA BASE		

Tabla 8.17 Resultados corregidos en día hábil – horario diurno

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018.

Tabla 8.18 Resultados corregidos en día hábil – horario nocturno

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	78,5	0	6	84,5	C	70	20,7%
02	R02	75,0	0	6	81,0	D	45	80,0%
03	R03	53,6	0	3	56,6	D	45	25,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018.

Tabla 8.19 Resultados corregidos en día no hábil – horario diurno

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	71,7	0	0	71,7	C	80,0	-10,4%
02	R02	53,0	0	3	56,0	D	55,0	1,8%
03	R03	60,0	0	0	60,0	D	55,0	9,1%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018.

Tabla 8.20 Resultados corregidos en día no hábil – horario nocturno

Punto	Nombre del	LAeq, d	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo	%T*

Impacto	9. Cambio en los niveles de presión sonora							
Medio	Abiótico							
Actividad			Ámbito de manifestación				Importancia	
	punto	dBA					dBA	
01	R01	67,9	0	6	73,9	C	70,0	5,6%
02	R02	59,4	0	0	59,4	D	45,0	32,0%
03	R03	62,9	0	0	62,9	D	45,0	39,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018.

Tabla 8.21 Cambios en las características de los suelos

Impacto	11. Cambios en las características de los suelos	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Ganadería	Clase 5, Clase 6	Irrelevante
	Clase 7, Clase 8	Moderado
Agricultura tradicional	Clase 5, Clase 6	Moderado
	Clase 7, Clase 8	Moderado
Minería	Clase 5, Clase 6	Severo
	Clase 7, Clase 8	Severo
Quema	Clase 5, Clase 6	Irrelevante
	Clase 7, Clase 8	Moderado
Tala	Clase 5, Clase 6	Irrelevante
	Clase 7, Clase 8	Irrelevante
Fenómeno de remoción en masa	Clase 5, Clase 6	Moderado
	Clase 7, Clase 8	Moderado

Descripción general del impacto

El cambio de las características fisicoquímicas del suelo está asociado a la intervención de este al desarrollar una actividad antrópica o por fenómenos de carácter natural. Dentro del área de influencia indirecta se identificaron seis actividades que generan un impacto al suelo, al modificar sus características, las cuales se califican con importancia irrelevante, moderada o severa.

La ganadería se identifica como actividad generadora de impactos negativos para el componente del suelo, en el cual, para la primera actividad la severidad del impacto se identificó como irrelevante en el caso de los suelos con clasificación agrológica clase 5 y 6, mientras que para los suelos clase 7 y 8 el nivel es moderado. Esto porque si bien la actividad ganadera tiene un impacto directo en la afectación de las características del suelo, para el caso de las dos primeras clases, corresponde a suelos con capacidad de uso de ganadería extensiva, por lo cual la actividad coincide con la oferta ambiental del recurso.

En el caso de las clases 7 y 8, que presentan capacidades de uso forestales y de conservación, el impacto es moderado, ya que las características de estos y principalmente las limitaciones de uso presentes en estos (pendientes elevadas y erosión) hacen que el desarrollo de la actividad. La cría de especies menores genera un impacto irrelevante para los dos ámbitos de manifestación, principalmente porque se desarrolla en áreas puntuales, que exigen un área muy reducida y porque la intensidad y demanda del recurso es mínima, asociándose en la mayoría de los casos únicamente al área requerida para desarrollar la actividad.

Para las actividades asociadas a la producción agrícola, el impacto se identificó moderado para los dos ámbitos de manifestación, ya que la intensidad y demanda de nutrientes es mayor a la oferta ambiental presentada por los suelos, lo que conlleva a una sobreexplotación del recurso, la

Impacto	11. Cambios en las características de los suelos	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

cual de algún modo es compensada con la aplicación de fertilizantes y prácticas de manejo, lo que disminuye la severidad del impacto.

La actividad minera presenta un impacto severo para los dos ámbitos de manifestación, ya que esta consiste en la extracción de materiales de construcción a través de canteras a cielo abierto al costado sur del AII y aledaños al área urbana y de expansión de Pamplona, en las cuales se requiere la eliminación de las capas superficiales de la tierra (suelo) con el fin de poder explotar el material, lo que conlleva a la pérdida total del recurso y su capacidad productiva en las áreas donde se desarrolla la actividad.

Otras actividades de origen antrópico como la tala y la quema generan impactos negativos al suelo, principalmente irrelevantes, con excepción al ámbito de manifestación clase 7 y 8 para la actividad de quema, teniendo en cuenta que estos suelos son más susceptibles a las modificaciones. El desarrollo de estas actividades, aunque sean de manera ocasional modifican las características de los suelos al generar procesos de compactación, alteración de la estructura y pérdida de densidad, modificación de los nutrientes del suelo o disminución del microbiota del suelo. Teniendo en cuenta que estas actividades se realizan de manera puntual y su efecto es reversible en el corto plazo, la calificación obtenida es la mencionada anteriormente

Por último, la ocurrencia de fenómenos naturales como la remoción en masa, presenta impactos moderados al medio, ya que en estos se eliminan de forma parcial o total porciones de terreno que no pueden ser recuperadas, sin embargo, debido a que se desarrollan de manera puntual y de forma ocasional, la severidad de este no es mayor.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Actividades como la ganadería, la agricultura tradicional e industrial, la tala y quema se consideran sinérgicas, debido a la relación que hay de estas frente a la modificación de las características del suelo, en donde para el área de influencia del proyecto, el desarrollo de unas de ellas (tala y quema) puede conllevar a la implementación de las otras (ganadería y agricultura). Por otro lado, para el caso de las actividades de minería, actividad industrial y los fenómenos de remoción en masa, se consideran actividades sinérgicas debido a que conllevan a la pérdida o disminución de la calidad del recurso, la cual si no es controlada puede aumentar a través del tiempo. El efecto sinérgico de estas actividades cobra importancia debido a que de acuerdo con el estudio de degradación de suelos por erosión el 52 % del AI presenta erosión hídrica ligera, el 26 % erosión moderada y el 22 % restante corresponde a áreas sin erosión (IDEAM, MADS, U.D.C.A., 2015).	Las actividades ganaderas, agrícolas, las quemas o la actividad industrial generan impactos acumulativos, teniendo en cuenta que a medida que estas actividades se desarrollan en el tiempo, modificaciones fisicoquímicas van aumentando, en las que se resalta la extracción de nutrientes, cambios en la estructura y densidad del suelo o aumento en los niveles de contaminación. En cuanto a las actividades de cría de especies menores, la minería, la tala no se considera acumulativa, ya que los impactos que generan se producen al momento en que se realiza la actividad. Caso similar ocurre con la minería y los fenómenos de remoción en masa, en los cuales una vez que se genera la pérdida del suelo, no es posible que se expresen otros impactos.
INDICADOR LÍNEA BASE	

Impacto	11. Cambios en las características de los suelos	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Tabla 8.22 Porcentaje de área de clase agrológica del suelo en el área de influencia

Clase agrológica	Área (ha)	Área (%)
Clase 5	16,46	3,01
Clase 6	63,14	11,55
Clase 7	261,26	47,77
Clase 8	156,95	28,70
Zonas urbanas (NA)	49,07	8,97
TOTAL	**546,88**	**100**

- (Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.4)

Tabla 8.23 Alteración del uso actual

Impacto	12. Alteración del uso actual	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Ganadería	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado
Agricultura tradicional	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado
Minería	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	Moderado
Minería	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado
Quema	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	Irrelevante
	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado
Tala	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado
Fenómeno de remoción en masa	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	Moderado
	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	Moderado

Descripción general del impacto

La alteración del uso actual se identifica en el cambio del uso tradicional de un área, la cual se modifica para poder desarrollar una actividad diferente. Dentro del área de influencia se identificaron ocho actividades que generan una modificación de este uso, las cuales se expresan en los ámbitos de manifestación asociados a la producción agropecuaria (ASP, SPA, PEX), usos forestales de producción, protección y de conservación (FPR y FPP).

Como primera medida, se presentan las actividades de ganadería, agricultura (tradicional e

Impacto	12. Alteración del uso actual	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

industrial), las cuales son generadoras de impactos negativos moderados, si se desarrollan en el ámbito de manifestación forestal, debido a que conllevan a la ampliación de la frontera agrícola y la consecuente eliminación de espacios naturales, los cuales tienen una presión constante por reducirse.

En cuanto a la minería presenta un impacto moderado, debido a que la implementación de esta actividad presenta un cambio de áreas de conservación producción agropecuaria en áreas de extracción de recursos naturales, las cuales se desarrollan por tiempos prolongados y requieren la eliminación puntual del suelo, lo que limita que estas áreas puedan volver a sus usos tradicionales en un futuro, sin embargo dado que la velocidad de la expansión de la actividad no es elevada, el efecto no se considera mayor.

En cuanto a las actividades de quema y talase consideran con impactos moderados en el ámbito de manifestación forestal, teniendo en cuenta que son actividades que dan paso a un cambio de uso del suelo, las cuales las comunidades realizan de forma tradicional para poder ampliar sus áreas productivas.

Por último, los fenómenos de remoción en masa se consideran generadores de impactos moderados para el caso de los ámbitos de manifestación evaluados. Esto teniendo en cuenta que este fenómeno conlleva a una disminución de las áreas productivas o de protección, las cuales son difícilmente recuperables, mientras que, para el último caso, el tiempo de recuperación es menor teniendo en cuenta que son áreas artificiales.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
A nivel general, la totalidad de las actividades se consideran sinérgicas con respecto al cambio de uso del suelo, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas, principalmente en las áreas forestales puede conllevar a el cambio definitivo del uso del suelo. En cuanto al nivel de sinergismo, las actividades de tala y quema se consideran muy sinérgicas, teniendo en cuenta que estas son las actividades iniciales necesarias para generar un cambio de uso en las zonas naturales, mientras que el resto se consideran en un nivel inferior, ya que son las que complementan y finalizan la definición del uso. La modificación del cambio del cambio de uso del suelo en las áreas naturales no solo conlleva a la pérdida de biodiversidad tanto de la vegetación y de la fauna asociada a esta, sino que la transformación en sistemas de producción agropecuario fomenta la degradación del suelo y el incremento de los fenómenos de erosión por eliminación de coberturas y labranza del suelo.	Se consideran actividades acumulativas para el cambio de uso del suelo la quema y tala, la agricultura tradicional e industrial, la actividad industrial. Las primeras asociadas a la eliminación inicial de la vegetación que inicia el proceso de cambio de uso, mientras que la agricultura favorece el establecimiento del uso definitivo. En cuanto a las actividades de minería o procesos de remoción en masa, se consideran acumulativas, en donde para primer el caso la actividad se desarrolla de manera puntual y requiere de permisos que limitan su expansión en cortos periodos de tiempo, mientras que, en los fenómenos de remoción en masa, el cambio se produce de manera puntual y ocasional.
INDICADOR LÍNEA BASE	

Impacto	12. Alteración del uso actual	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Tabla 8.24 Porcentaje de área por tipo de uso del suelo en el área de influencia

Uso actual	Área (ha)	Área (%)
Pastoreo intensivo PEX	268,85	49,16
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza CRE	145,03	26,52
Transporte INT	36,11	6,60
Producción – protección FPP	33,85	6,19
Sistemas silvopastoriles SPA	20,08	3,67
Sistemas agrosilvopastoriles ASP	13,54	2,48
Comercial INC	5,55	1,02
Sistemas forestales protectores FPR	16,39	3,00
Residencial ARS	2,18	0,40
Cuerpos de agua naturales CA	4,55	0,83
Materiales de construcción MMC	0,73	0,13
TOTAL	**546,88**	**100**

- (Tabla 5.6 del Capítulo 5.1.4)

Tabla 8.25 Modificación de la calidad paisajística

Impacto	13. Modificación de la calidad paisajística	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Ganadería	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	Moderado
Agricultura tradicional	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	Moderado
Minería	Subsistema Agropecuario (Cap)	Severo
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	Severo
Quema	Subsistema Agropecuario (Cap)	Irrelevante
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	Moderado
Tala	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	Moderado
Fenómeno de remoción en masa	Subsistema Agropecuario (Cap)	Moderado
	Subsistemas de Bosques y vegetación	Moderado

Impacto	13. Modificación de la calidad paisajística	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
	natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv y Ncv)	

Descripción general del impacto

La modificación de la calidad paisajística está definida en función de la alteración de la estructura paisajística de las unidades presentes en el área de influencia indirecta. Dentro de estas se identificaron seis actividades que generan una modificación de la calidad del paisaje en subsistemas naturales, agropecuarios y urbanos y de infraestructura y transporte.

En primera instancia se presentan el desarrollo de actividades agropecuarias (ganadería y agricultura) en subsistemas naturales, los cuales generan impactos moderados ya que alteran la dinámica de las unidades afectadas, transformando áreas naturales nicho de fauna en áreas destinadas a sistemas productivos, cambiando la estructura al reemplazar áreas con variedad de vegetación en zonas con cultivos como maíz, cebolla granadilla, entre otros, o pasturas para ganado. Dichos cambios son de larga data en tal razón el paisaje dominante en el AI corresponde al paisaje agropecuario.

En cuanto a las actividades de tala y quema, el impacto es moderado en subsistemas naturales, e irrelevante en subsistemas agropecuarios debido a que se enfocan en la alteración de la estructura del paisaje al eliminar componentes claven en la calidad como lo son las coberturas. El impacto es mayor en áreas naturales teniendo en cuenta que los elementos presentan un menor grado de intervención antrópica, por lo que las modificaciones son fácilmente apreciables, mientras que, en el caso de las áreas agropecuarias, son dinámicas por naturaleza ya que varían en función a los sistemas productivos presentes.

La actividad de minería genera impactos que se consideran severos teniendo en cuenta que la extracción de material genera no solo una alteración en la estructura y forma de la tierra, sino que la alteración y eliminación de las coberturas, generan un cambio completo de las unidades de paisaje. Adicional a esto, la exposición del material explotado genera contrastes de color que convierte el área en elementos discordantes, que conllevan a la perdida de la percepción de la calidad visual por parte de los observadores.

Por último, los fenómenos de remoción en masa generan impactos moderados teniendo en cuenta que estos alteran tanto la geomorfología como las coberturas (factores determinantes para la determinación de las unidades del paisaje), sin embargo, debido a que ocurren de manera ocasional y se desarrollan de forma puntual, su severidad no es mayor.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
En conjunto las actividades han determinado la transformación del paisaje, generando pérdidas de bienes y servicios ecosistémicos que proporcionaban las coberturas naturales, y cuyos efectos se reflejan en las condiciones actuales de área, en donde predominan las unidades de paisaje culturales, principalmente de sistemas agropecuarios, en las cuales se aumentan procesos de degradación del medio tales como erosión de los suelos, perdidas de nacimientos, diversidad biológica entre otras.	Las actividades de quema, tala y fenómenos de remoción en masa generan impactos acumulativos debido a que el desarrollo de estos va alterando de forma progresiva la estructura paisajística, lo que se refleja en una disminución de la calidad de este. Por el contrario, actividades como la ganadería o la agricultura, conllevan a un cambio definitivo de la unidad del paisaje y su dinámica con la comunidad, generando un cambio permanente y no progresivo.

INDICADOR LÍNEA BASE

Corresponde al 100% del área de influencia del proyecto= 546,88 ha.

Impacto	13. Modificación de la calidad paisajística	
Medio	Abiótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Tabla 8.26 Porcentaje de área por unidad de paisaje en el área de influencia

Unidad de paisaje	Sigla	Área (ha)	Área (%)
Subsistema Agropecuario	Cap	302,53	55,32
Subsistemas de Bosques y vegetación natural	Nbv	27,11	4,96
Infraestructura y transporte en zonas urbanas	Cit	36,05	6,59
Cuerpos de agua y vegetación asociada	Ncv	172,71	31,58
Urbano en zonas urbanas	Cur	7,72	1,41
Minero en zonas urbanas	Cmn	0,73	0,13

8.2.2.2 Medio Biótico

Tabla 8.27 Cambios en la cobertura vegetal

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería Agricultura tradicional Quema Tala Poblamientos y asentamientos humanos	Bosque de galería (314)	Severo
Ganadería Agricultura tradicional Minería Quema Tala	Arbustales (32211 -32212) - Herbazal (321113)	Moderado
Ganadería Agricultura tradicional	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	Severo
Zonas de conservación pública o privada	Bosque de galería (314)	Muy Relevante
DESCRIPCIÓN		
La transformación de coberturas naturales a sistemas productivos representa uno de los mayores impactos sobre el área de estudio, en el Departamento de Norte de Santander se estima que el 40% del suelo tiene conflicto de uso (35 por ciento por sobreutilización y 5 por ciento por subutilización), esto se debe a la producción de cultivos como café, caña de azúcar, papa, arroz, tabaco, sorgo y fríjol, y a las zonas para la ganadería bovina, lo que ha generado la ampliación de la frontera agrícola en zonas poco aptas para estas actividades, deforestación y uso indiscriminado de las tierras de montañas (IGAC, 2011).		

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

La deforestación en el departamento de Norte de Santander es notoria en los últimos 20 años evidenciando una pérdida de 214.525 ha entre los años 1990 y 2010, con una pérdida promedio de bosque de 10.725,75 Ha. por año. Esta situación afecta las principales fuentes abastecedoras del departamento e incrementa el tema de los riesgos asociados al cambio climático. Así mismo para 2015 CORPONOR estima solamente un 20,86% de áreas de bosques en el Departamento de Norte de Santander. (CORPONOR, 2016).

En el municipio de Pamplona sobre el cauce del Río Pamplonita en las veredas Ulagá y El Naranjo, se presenta alto grado de disturbio, donde la vegetación natural ha desaparecido casi por completo, limitándose a franjas angostas sobre las riveras de los ríos y quebradas en áreas escarpadas. (Municipio de Pamplona, 2016).

Actualmente en el Área de Influencia se identificaron 4 coberturas naturales; bosque ripario, arbustal denso alto, arbustal denso bajo y Herbazal denso de tierra firme con arbustos, en un área de 195,28 ha que corresponde al 35,71% del AI, estas coberturas evidencian grado de intervención asociado al desarrollo de actividades de ganadería y agricultura, así también se identificaron 302,48 ha se encuentra ocupado por territorios agrícolas y artificializados en donde no se presenta cobertura vegetal natural.

En la Tabla 8.28 se presenta la distribución de coberturas en el área de influencia, además la actividad asociada de acuerdo con lo observado, la cual representa el motor de cambio de las coberturas vegetales en el AI.

Tabla 8.28. Actividades asociadas a las coberturas de la tierra en el Área de Influencia.

Cod Cob.	Cobertura	Área Ha	%	% Actividad	Actividades asociadas
112	Tejido urbano discontinuo	0,85	0,16%	8,02%	Poblamiento y asentamientos humanos
113	Construcciones Rurales	1,32	0,24%		
12211	Red vial	36,12	6,60%		
1212	Zonas comerciales	5,55	1,02%		
2221	Otros cultivos permanentes arbustivos	0,40	0,07%	55,31%	Ganadería Agricultura tradicional
231	Pastos limpios	161,33	29,50%		
232	Pastos arbolados	73,04	13,35%		
233	Pastos enmalezados	34,49	6,31%		
242	Mosaico de pastos y cultivos	13,14	2,40%		
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	20,09	3,67%		
1315	Explotación de materiales de construcción	0,73	0,13%	0,13%	Minería
314	Bosque de galería y/o ripario	16,39	3,00%	35,71%	Quema
32211	Arbustal denso alto	33,85	6,19%		Tala
32212	Arbustal denso bajo	87,31	15,97%		Zonas de conservación pública o privada
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	57,72	10,55%		
511	Río	4,55	0,83%	NA	
Total General		**546,89**	**100,00%**		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las actividades que generan mayor presión a las coberturas vegetales son ganadería y agricultura tradicional, particularmente sobre el Bosque de galería y/o ripario, dada la extensión que requieren estas actividades, la sensibilidad ambiental y el grado de alteración de la cobertura, el impacto de modificación de la cobertura vegetal es SEVERO. En la Fotografía 8.30 se puede apreciar la presión que se ha ejercido sobre el bosque ripario, por efecto de la agricultura, en la Fotografía

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

8.31, por efecto de la ganadería, la reducción de esta cobertura.

Fotografía 8.30 Presión agrícola sobre el bosque ripario ESTE: 1160171,38; NORTE: 1309088,26

Fotografía 8.31 Presión ganadera sobre el bosque ripario ESTE: 1160876,19; NORTE: 1309884,94

Para las actividades de quema, tala y Poblamientos y asentamientos humanos, se considera que el impacto también es SEVERO, sobre el bosque de galería, ya que actúan sinérgicamente con las antes mencionadas, incrementando el efecto de la perdida de cobertura vegetal y están directamente relacionadas con las actividades de agricultura y ganadería.

Para las coberturas de Arbustales y Herbazal denso, el impacto de las actividades de Ganadería, Agricultura tradicional, Minería, Quema y Tala, es MODERADO, dada la capacidad de recuperación que poseen estas coberturas, posible en un término de 1 a 10 años, adicionalmente, que la intensidad ha sido menor, teniendo en cuenta la ocupación de estas coberturas en el AI.

En la Fotografía 8.32, se observa la dinámica actual de la ganadería sobre la cobertura de Herbazal, en la Fotografía 8.33, se observa el desarrollo de la actividad en territorios de pastos, los cuales son producto del aumento de la frontera agrícola sobre las coberturas de arbustales colindantes.

Fotografía 8.32 Ganadería en Herbazal E: 1158849,76; N: 1309868,50

Fotografía 8.33 Ganadería en pastos arbolados E: 1159490,61; N: 1309293,78

Fotografía 8.34 Agricultura tradicional E: 1159501,22; N: 1309805,16

Fotografía 8.35 Minería E: 1159045,17; N: 1308634,71

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

Por otro lado, se presume un impacto SEVERO sobre Territorios agrícolas y artificializados, dada la transformación total de estos ecosistemas que originalmente se componía de áreas naturales.

Finalmente, se identificó una interacción positiva, sobre un parche de Bosque de galería, localizado sobre la Quebrada San Antonio, ya que se presenta una iniciativa de conservación, adherida por la comunidad y la institución educativa SENA, en este relicto de bosque, se procura la conservación del bosque, puesto que actúa como protector del nacimiento de la Quebrada San Antonio, la cual es fuente de abastecimiento de agua para la comunidad. En la Fotografía 8.34 y Fotografía 8.35, se muestra el fragmento. Esta interacción se considera MUY RELEVANTE para el medio.

Figura 8.12 Bosque ripario con iniciativa de conservación ESTE: 1158246,39; NORTE: 1309289,15

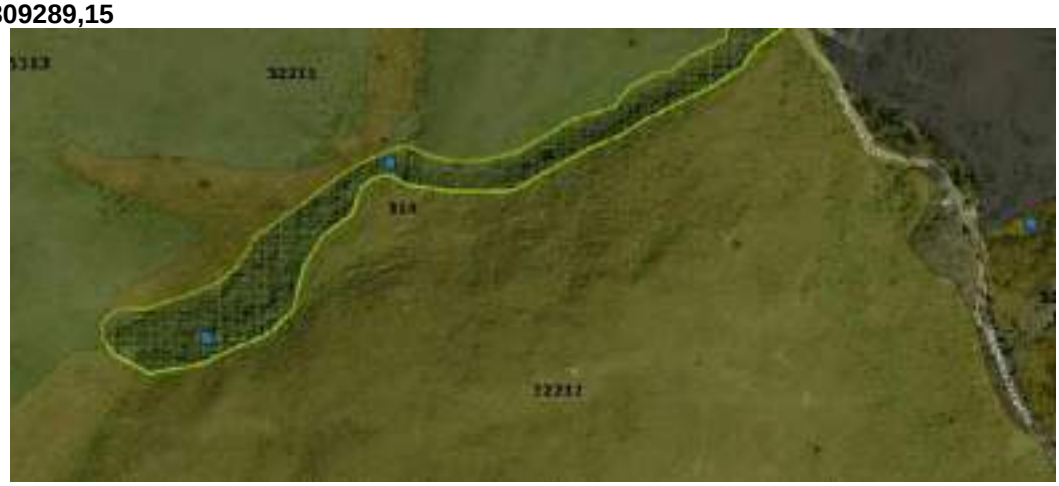


Figura 8.13 Bosque ripario con iniciativa de conservación ESTE: 1158474,71; NORTE: 1309451,22

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera que el impacto es sinérgico pues la modificación de la cobertura tiene efectos asociados a otros componentes tales como suelo y fauna, y es un impacto que pueda verse aumentado por efecto de otras acciones	Se considera que el impacto como acumulativo puesto que el efecto se presenta de manera incremental o progresiva sobre la cobertura por la ejecución de otros actividades y proyectos.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

Tabla 8.28. Actividades asociadas a las coberturas de la tierra en el Área de Influencia.

Tabla 8.29 Modificación de la conectividad de ecosistemas

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Bosque de galería y/o ripario (314)	Severo
Agricultura tradicional		
Poblamientos y asentamientos humanos		
Quema		
Tala	Bosque de galería y/o ripario (314)	Moderado
Ganadería	Arbustales (32211 -32212) - Herbazal (321113)	Moderado
Agricultura tradicional		
Minería		
Quema		
Tala		
Zonas de conservación pública o privada	Bosque de galería y/o ripario (314) Arbustales (32211 -32212) - Herbazal (321113)	Muy Relevante

DESCRIPCIÓN

Este impacto está relacionado con la pérdida de la continuidad de la cobertura vegetal generando efectos como aislamiento, reducción del área y modificación de la forma de los elementos del paisaje (parches, corredores y matriz), por las actividades antrópicas.

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas
Medio	Biótico

La fragmentación es la división de un hábitat originalmente continuo, en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Humboldt, 2012). Es un proceso dinámico que genera cambios notables en el patrón de conectividad de un paisaje y por lo tanto efectos en la ecología de este; cambios en la composición y estructura de la vegetación, disminución de los procesos de polinización y dispersión de semillas, cambios en la población y procesos migratorios de la fauna, modificación de los procesos ecosistémicos físicos y bióticos, lo que representa una pérdida significativa en la biodiversidad del área (Bustamante, 2005).

La evaluación del área de estudio sin proyecto indica que las actividades que generan cambio en la estructura ecológica del paisaje en una medida severa son la actividad ganadera, agricultura tradicional, Poblamientos y asentamientos humanos y quema, como se ha señalado anteriormente estas actividades son las que mayor incidencia tienen sobre bosques, arbustales y herbazales, por lo tanto, también el efecto de estas se ve reflejado en la fragmentación de estas unidades vegetales. Actualmente el AID presenta las métricas del paisaje e índice de conectividad que se presenta en la Tabla 8.30

Tabla 8.30 Métricas del paisaje e índice de conectividad en el AID

CLASE	INDICES POR TIPO ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD			
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)	CONECT
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	87,31	87,31	0,16
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	57,72	57,72	0,11
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	19,43	3,89	0,04
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	14,42	4,81	0,03
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	6,29	1,57	0,01
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	10,10	1,26	0,02
Total	**22**	**195,25**	**156,56**	**0,36**
NP: Número de parches de la clase en el paisaje				
CA: Área total (ha) de clase				
MPS: Tamaño promedio del parche (ha)				

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Como se observa en la tabla anterior, el valor del contexto paisajístico es de 0,36, el cual indica que la fragmentación del escenario SIN proyecto es FUERTE, sin embargo, enfatizando sobre el Bosque de galería y/o ripario, se puede observar que tienen el menor CP, así como el mayor número de parches y menor área, por lo tanto se puede afirmar que esta cobertura presenta una mayor fragmentación, por lo tanto, se presume un impacto SEVERO, es un impacto sinérgico y acumulativo ya que el efecto de estas actividades sumadas a otras que se desarrollan en el área potencializan los efectos de la fragmentación, dentro de los cuales se encuentran reducción de los tamaños promedio de fragmentos de clase, lo que implica mayor efecto de borde, ampliación de las distancias entre fragmentos, lo que dificulta el intercambio y el flujo energético entre masas forestales. Se presumen tiempos de recuperación a condiciones iniciales superiores a 10 años.

Para el Arbustal denso alto, Arbustal denso y Herbazal denso, se considera que el impacto es MODERADO, dado que estas coberturas presentan mayor posibilidad de recuperación en un término de 1 a 10 años, además de tener una mayor representación en área sobre el AI.

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas	
Medio	Biótico	
SINÉRGICO		ACUMULATIVO
El impacto es sinérgico puesto que el efecto de pérdida de conectividad es potencializado por acción de diferentes actividades que se producen en el AI y que reducen coberturas naturales como tala y quema, entre otros.		El impacto se considera acumulativo pues el efecto de pérdida de conectividad se presenta progresivamente con el desarrollo de diversas actividades.
INDICADOR DE LÍNEA BASE		
NP = Numero de parches CA = Tamaño de la clase (ecosistema) MPS = Tamaño promedio del parche por clase (ecosistema) (Tabla 8 23 Métricas del paisaje e índice de conectividad en el AID)		

Tabla 8.31 Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	
Medio	Biótico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Ganadería Agricultura tradicional Poblamientos y asentamientos humanos Tala	Bosque de galería (314) Arbustales (32211 -32212) - Herbazal (321113) Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	Moderado
Zonas de conservación pública o privada	Bosque de galería (314)	Muy Relevante
DESCRIPCIÓN		

Este impacto se refiere a la intervención y/o variación en el número de individuos de especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas (musgos, hepáticas, líquenes, bromelias, orquídeas, helechos arborescentes) y de importancia ecológica, económica y cultural.

Para la identificación de especies en veda se consultaron los listados de especies en veda Nacional (Resolución 0801 de 1977, Resolución 0316 de 1974, Resolución 0213 de 1977, Resolución 096 de 2006) y confrontando con los listados de flora registrada en los muestreos y censo forestal realizados, encontrándose que en el área de influencia se registra una (1) especie en veda Nacional, *Juglans neotropica.* Ver Tabla 8.32. Se consultó a la Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander sobre la normatividad vigente acerca de vedas Regionales, encontrando que no existe normatividad de Veda Regional para especies de flora.

Para la identificación de especies bajo grado de amenaza, se tomó como base el listado de especies registradas en el AI y se consultaron los listados de especies adoptados por la Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo sostenible, los apéndices I, II y III (Junio de 2014) correspondientes a la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES), la clasificación de categoría de especies amenazadas establecida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) versión 2014.3 (UICN, 2016) y por último el listado de especies en amenaza en la jurisdicción de CORPONOR, de las especies registradas en el área de influencia se encuentra una (1) especie en estado de amenaza: *Juglans neotropica* en estado En Peligro

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
Medio	Biótico

(EN).

Tabla 8.32 Especies en veda y amenazadas en el Área de Influencia

Familia	Especie	MADS (1912/2017)	UICN	Veda Nacional
JUGLANDACEAE	*Juglans neotropica*	EN	EN	Resolución 316 de 1974
Alnus acuminata	-	LC	-	-

Fuente: Consulta de información Oficial Aecom- Concol, 2017

En el área de influencia del proyecto se encontraron en total 15 especies, de las cuales 12 son de hábito epífito, y 4 de hábito terrestre. La familia Bromeliaceae registró doce (12) especies en (2) dos géneros y para Orchidaceae se reportaron tres (3) especies con el mismo número de géneros, la familia Orchidaceae se reporta en el apéndice II de CITES.

En cuanto a las especies no vasculares y líquenes se registraron en total 70 especies distribuidas en los siguientes grupos; Hepáticas ocho (8) especies en tres (3) familias, líquenes 47 especies en 20 familias y Musgos 15 especies en 8 familias. Ver Tabla 8.33. Así mismo se reportan las especies que se encuentran en veda nacional según la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA, y se indican adicionalmente, los grupos que cuentan en alguna categoría de amenaza para CITES. Se aclara que ninguna especie se encuentra reportada según la Resolución 1912 de 2017 del MADS y en la Red List de UICN.

Tabla 8.33 Especies de flora epifita registradas en el Área de Influencia

Tipo de organismo	Familia	Especie	Hábitat	Res. 0213 de 1977 – Veda Nacional	CITES
Hepática	Jubulaceae	*Frullania convoluta*	Epífito	X	
		Frullania ericoides	Epífito, Terrestre	X	
		Frullania riojaneirensis	Epífito, Terrestre	X	
	Lejeuneaceae	*Lejeunea cf. trinitensis*	Epífito	X	
		Lejeunea sp.	Epífito, Terrestre	X	
		Lejeunea sp.1	Epífito	X	
		Microlejeunea sp. 1	Epífito, Terrestre	X	
	Plagiochilaceae	*Plagiochila cf.cristata*	Epífito	X	
Líquen	Arthoniaceae	*Arthonia aff. bessalis*	Epífito	X	
		Herpotallon sp.2	Epífito	X	
		Herpothallon minimun	Epífito	X	
		Herpothallon rubrocinctum	Epífito	X	
	Caliciaceae	*Dirinaria picta*	Epífito	X	
	Chrysothricaceae	*Chrysothrix chlorina*	Epífito, Terrestre	X	
		Chrysothrix sp.	Epífito	X	
	Cladoniaceae	*Cladonia sp.*	Epífito, Terrestre	X	
		Cladonia chlorophaea	Terrestre	X	
		Cladonia subsquamosa	Terrestre	X	
	Coccocarpiaceae	*Coccocarpia palmicola*	Epífito	X	
	Coenogoniaceae	*Coenogonium sp.*	Epífito	X	
	Collemataceae	*Leptogium phyllocarpum*	Epífito	X	
		Leptogium ulvaceum	Epífito,	X	

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural				
Medio	**Biótico**				
			Terrestre		
	Lecanoraceae	*Lecanora caesiorubella*	Terrestre	X	
	Graphidaceae	*Glyphis cicatricosa*	Epífito	X	
		Glyphis scyphulifera	Epífito	X	
		Graphis puiggarii	Epífito	X	
	Lecanoraceae	*Lecanora fulvastra*	Epífito	X	
		Lecanora helva	Epífito	X	
	Lobariaceae	*Crocodia aurata*	Epífito	X	
	Megalariaceae	*Lopezaria versicolor*	Epífito	X	
	Parmeliaceae	*Bulbothrix goebelii*	Epífito	X	
		Flavopunctelia flaventior	Epífito	X	
		Hypotrachyna pseudosinuosa	Epífito	X	
		Parmelinopsis horrescens	Epífito, Terrestre	X	
		Parmotrema cristiferum	Epífito	X	
		Parmotrema masonii	Epífito, Terrestre	X	
		Parmotrema sp.	Epífito, Terrestre	X	
		Rimelia reticulata	Epífito	X	
		Usnea sp.	Epífito, Terrestre	X	
	Pertusariaceae	*Pertusaria sp.*	Epífito	X	
	Physciaceae	*Heterodermia albicans*	Epífito	X	
		Heterodermia leucomelos	Epífito	X	
		Heterodermia obscurata	Epífito, Terrestre	X	
		Heterodermia speciosa	Terrestre	X	
		Physcia erumpens	Epífito	X	
		Physcia integrata	Epífito	X	
		Physcia krogiae	Epífito, Terrestre	X	
	Pyrenulaceae	*Pyrenula laetior*	Epífito	X	
	Ramalinaceae	*Ramalina celastri*	Epífito	X	
		Ramalina pusiola	Epífito	X	
		Ramalina sp.	Epífito, Terrestre	X	
	Ramboldiaceae	*Ramboldia russula*	Epífito	X	
	Teloschistaceae	*Teloschistes flavicans*	Epífito, Terrestre	X	
		Caloplaca sp.	Terrestre	X	
	Trypetheliaceae	*Pseudopyrenula subnudata*	Epífito, Terrestre	X	
Musgo	Brachytheciaceae	*Brachythecium plumosum*	Epífito, Terrestre	X	
		Rhynchostegium scariosum	Epífito, Terrestre	X	
		Rhynchostegium serrulatum	Epífito, Terrestre	X	
	Bryaceae	*Bryum densifolium*	Epífito	X	
		Bryum andicola	Terrestre	X	
		Bryum sp.2	Terrestre	X	
	Dicranaceae	*Campylopus asperifolius*	Epífito, Terrestre	X	
		Campylopus heterostachys	Epífito, Terrestre	X	
		Dicranum frigidum	Epífito, Terrestre	X	

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural				
Medio	**Biótico**				
	Entodontaceae	*Erythrodontium longisetum*	Epífito	X	
	Hedwigiaceae	*Hedwigidium imberbe*	Epífito, Terrestre	X	
	Meteoriaceae	*Meteorium nigrescens*	Epífito	X	
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum sp.*	Epífito	X	
	Sematophyllaceae	*Sematophyllum subsimplex*	Epífito, Terrestre	X	
		Sematophyllum galipense	Terrestre	X	
Especies vasculares	Bromeliaceae	*Catopsis nutans*	Epífito	X	
		Tillandsia biflora	Epífito	X	
		Tillandsia fasciculata	Epífito	X	
		Tillandsia fendleri	Epífito	X	
		Tillandsia incarnata	Epífito	X	
		Tillandsia myriantha	Epífito	X	
		Tillandsia recurvata	Epífito	X	
		Tillandsia sp3	Epífito	X	
		Tillandsia sp4	Epífito	X	
		Tillandsia tenuifolia	Epífito, Terrestre	X	
		Tillandsia usneoides	Epífito	X	
		Tillandsia variabilis	Epífito	X	
	Orchidaceae	*Epidendrum secundum*	Terrestre	X	Apéndice II
		Maxillariella procurrens	Terrestre	X	Apéndice II
		Scaphosepalum sp 1	Terrestre	X	Apéndice II

Fuente: Aecom- Concol, 2018

Con respecto a las especies endémicas se consultó el catálogo de Plantas de Colombia, elaborado por la Universidad Nacional, encontrando cuatro especies registradas en el área de influencia de Origen Nativo (Endémico). Ver Tabla 8.34.

Tabla 8.34 Especies en endémicas registradas en el Área de Influencia

FAMILIA	ESPECIE	ENDEMICA	ECOSISTEMA
ASTERACEAE	*Calea peruviana*	Nativa (Endémica)	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas medios de los Andes
	Lourteigia stoechadifolia	Nativa (Endémica)	
MELASTOMATACEAE	*Miconia aguirrei*	Nativa (Endémica)	Bosque ripario y/o galería del Orobioma medio de los Andes
	Miconia amblyandra	Nativa (Endémica)	Arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes

Fuente: Consulta de información Catalogo de Plantas de Colombia Aecom- Concol, 2017

Así mismo, revisada la información determinada por el municipio de Pamplona, se registran las especies endémicas en la Tabla 8.35, cabe mencionar que estas especies no fueron registradas en los muestreos de flora realizados en el Área de Influencia, pero se consideran dentro de las potenciales especies endémicas registradas en el área de estudio.

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
Medio	Biótico

Tabla 8.35 Especies endémicas reportadas en el municipio de Pamplona

Familia	Especie	Origen	Distribución Altitudinal
ASTERACEAE	*Ageratina killipii*	Endémica	2800-3000
ASTERACEAE	*Diplostephium ellipticum*	Endémica	2600- 2750
ASTERACEAE	*Espeletiopsis sanchezii*	Endémica	3200-3300
ARALIACEAE	*Oreopanax gargantae*	Endémica	2300-3600
SOLANACEAE	*Solanum pamplonense*	Endémica	2200-3900

Fuente: Municipio de Pamplona, 2016

La tala de bosques de galería y la ocupación de Herbazales con las actividades de ganadería y agricultura tradicional, durante los últimos años, ha alterado las poblaciones de estas especies, donde la apertura de claros en el dosel genera cambios climáticos a nivel de intensidad lumínica, humedad relativa, relaciones ecológicas entre otros. Dichos cambios, hacen que las poblaciones y la diversidad de especies sensibles de hábito epífito, rupícola y terrestre (árboles, bromelias, musgos, entre otros), se disminuyan, asociado principalmente a los disturbios a nivel de suelo, así como el reemplazo por colonización y/o cultivo de especies introducidas que generan barreras naturales para la recolonización y sobrevivencia de especies vedadas y sus relaciones ecológicas. Se considera que el impacto producido en el AI por la actividad de tala sobre bosques es MODERADO.

Fotografía 8.36 *Juglans neotropica*

Fotografía 8.37 *Tillandsia recurvata*

SINÉRGICO	ACUMULATIVO

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	
Medio	Biótico	
El impacto es sinérgico debido a que la afectación a estas poblaciones de especies se realiza de manera total, complementado por acción de más actividades.	El impacto es acumulativo debido a la pérdida de especies, se da por un efecto total sin posibilidad de sea progresivo.	
INDICADOR DE LÍNEA BASE		
Tabla 8.32 Especies en veda y amenazadas en el Área de Influencia Tabla 8.33 Especies de flora epifita registradas en el Área de Influencia Tabla 8.34 Especies en endémicas registradas en el Área de Influencia Tabla 8.35 Especies endémicas reportadas en el municipio de Pamplona		

Tabla 8.36 Intervención áreas ambientalmente sensibles

Impacto	Intervención áreas de manejo especial	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería Poblamientos y asentamientos humanos Quema Tala	Bosque de galería (314)	Severo
Ganadería	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	Severo
Ganadería Minería Quema Tala	Arbustales (32211 -32212) - Herbazal (321113)	Moderado
Tala Quema	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	Moderado
Zonas de conservación pública o privada	Bosque de galería (314)	Muy Relevante
DESCRIPCIÓN		
Se determinaron como áreas de manejo especial aquellas áreas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia, el impacto está relacionado con la afectación de estas áreas, visto como la disminución de su representatividad ecosistémica o la afectación de sus condiciones o características que lo definen como área protegida, ecosistema estratégico o sensible, el análisis se realizó partiendo de la base que el uso potencial corresponde bosques y su comparación con el uso actual.		

Tabla 8.37 Áreas de manejo especial

Áreas de Manejo Especial	Área (ha)	Ocupación en AI (%)
SIRAP (74,65ha)		
Margen protectora rio - quebrada Pamplona	68,21	12,48
Áreas de bosque protector - productor Pamplona	1,93	0,35
Áreas de bosque protector Pamplonita	4,51	0,83
POMCA (66,98ha)		
Conservación y protección ambiental	66,98	12,26
POTS (153,86ha)		

Impacto	Intervención áreas de manejo especial		
Medio	Biótico		
Pamplona. Áreas de conservación y protección ambiental		183,12	33,51

*Las áreas no pueden ser objeto de sumatoria puesto que en algunos casos se presenta solapamiento.
Fuente: Aecom- Concol, 2018.

Para realizar el análisis de la intervención en áreas de manejo especial que se da en el AI en el escenario sin proyecto, se determinaron como ámbitos de manifestación los que se presentan en la Tabla 8.38, haciendo uso de las coberturas de la tierra identificadas y su sensibilidad ambiental.

Tabla 8.38 Categorías de Áreas de manejo especial

Categorización de áreas sensibles	
1	Bosque de galería en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.
2	Arbustal denso alto – Arbustal denso bajo – Herbazal denso de tierra firme en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP
3	Territorios agrícolas y artificializados en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP

Fuente: Aecom- Concol, 2018.

Teniendo en cuenta la categorización de áreas de manejo especial, en el AI se presenta la distribución en la Tabla 8.39.

Tabla 8.39 Distribución de Áreas de manejo Especial

Áreas de Manejo Especial	Categoría 1 (ha)	%	Categoría 2 (ha)	%	Categoría 3 (ha)	%
SIRAP (52,11 ha)						
Margen protectora rio - quebrada Decreto Ley 2811/74	10,02	1,83	10,81	1,98	47,38	8,67
Áreas de bosque protector - productor EOT municipal – Pamplona	-	-			1,93	0,35
Áreas de bosque protector EOT municipal-Pamplonita	-	-	4,25	0,78	0,26	0,05
POMCA (66,98ha)						
Conservación y protección ambiental	11,71	2,14	12,16	2,23	43,12	7,89
POTS (135,98 ha)						
Pamplona. Áreas de conservación y protección ambiental	3,35	0,61	147,62	27,01	32,14	5,88

*Las áreas reportadas no pueden ser sujetas de sumatoria pues se presentan traslapes entre categorías.
Fuente: Aecom- Concol, 2018.

En general el impacto en el escenario sin proyecto muestra que en el AI existe un impacto SEVERO, sobre las Áreas de manejo Especial, en los ámbitos de manifestación evaluados, sin embargo, para la categoría 3, se presenta los mayores valores de Importancia, teniendo en cuenta la incompatibilidad entre el uso potencial de estas áreas y el uso actual, esto se muestra por ejemplo en los altos valores de área comprendidos por pastos sobre áreas de Margen protectora Rio Pamplonita.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto no se considera sinérgico puesto que las afectaciones se realizan de manera total sobre el medio y no se presentan de manera complementaria.	Se considera acumulativo, en algunos casos, ya que el efecto es total, y no se presenta de manera gradual.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

Impacto	Intervención áreas de manejo especial
Medio	Biótico
Área (Ha) de áreas en categorías de protección y conservación ambiental Tabla 8.38 Categorías de Áreas de manejo especial	

Tabla 8.40 Alteración de hábitat

Impacto	Alteración de hábitat	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Ganadería	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Ganadería	Pastos	Moderado
Agricultura tradicional	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Agricultura tradicional	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Minería	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Poblamientos y asentamientos humanos	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Quema	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Quema	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Quema	Pastos	Moderado
Tala	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Red vial	Severo

DESCRIPCIÓN

En el área de influencia, se evidencio la presencia de parches de Bosque de galería y ripario, junto a coberturas vegetales seminaturales, las cuales se caracterizan por estar altamente intervenidas por las actividades antrópicas (Ganadería, Agricultura tradicional, Minería, Quema y la Tala) que se desarrollan en dicha área. A esta presión se le suma el pequeño tamaño de estas coberturas (45.49% de representatividad del área total de 546,8865 ha) por lo cual se les consideran áreas sensibles para el mantenimiento de las poblaciones faunísticas.

Teniendo lo anterior, y que la calidad y oferta de los hábitats para la fauna silvestre dependen del estado de conservación del Bosque y áreas seminaturales, se consideró que este impacto tiene una importancia “SEVERO”, y para las áreas agrícolas heterogéneas y pastos se consideró “MODERADO”, ya que afecta los recursos naturales esenciales para la supervivencia de las poblaciones faunísticas. Siendo así las cosas, la intensidad del impacto tiene un grado de incidencia ALTA o fuerte sobre el medio y el efecto de dicho impacto se manifiesta en un área mayor al área de influencia del proyecto, ya que la deforestación por estas actividades económicas afectan también los corredores de movimiento, los cuales conectan las poblaciones locales de fauna con otras poblaciones faunísticas, aportando al intercambio de genes para el mantenimiento de pool genético y por ende a la diversidad presente en la región.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera sinérgico, ya que la alteración del hábitat incrementa el efecto del cambio en la composición y estructura en las especies de fauna asociados a los hábitats que ofrecen las coberturas naturales y seminaturales presentes en el área de influencia del proyecto.	Al afectar las coberturas naturales y seminaturales presentes en el área de intervención se aporta a la fragmentación de dichas coberturas vegetales, fenómeno que persiste y se acentúa por la presencia de actividades económicas presentes en el área de influencia.

Impacto	Alteración de hábitat
Medio	Biótico

INDICADOR DE LÍNEA BASE

Tabla 8.41 Coberturas de la tierra

Coberturas de la tierra	ha	% Ocupación
Bosque de galería y áreas seminaturales	50.24	9.19
Áreas agrícolas heterogéneas	33.22	6.07
Pastos	268.85	49.16
Red vial	36.11	6.60

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
*Coberturas vegetales definidas en hectáreas, muestreadas en el área de influencia.

Tabla 8.42 Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

Impacto	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Ganadería	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Ganadería	Pastos	Moderado
Agricultura tradicional	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Agricultura tradicional	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Minería	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Poblamientos y asentamientos humanos	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Quema	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Quema	Áreas agrícolas heterogéneas	Moderado
Quema	Pastos	Moderado
Tala	Bosque y Áreas seminaturales	Severo
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Red vial	Severo

DESCRIPCIÓN

Teniendo en cuenta la descripción del impacto “Alteración del hábitat”, al afectar la calidad y cantidad de hábitats naturales para la fauna por la deforestación o la perdida de las coberturas vegetales naturales y seminaturales presentes en el área de influencia del proyecto, por la ejecución de actividades de Ganadería, Agricultura tradicional, Minería, Quema, Tala, entre otras; se altera la composición y estructura de la fauna silvestre. Esta alteración se presenta por la pérdida de aquellos ejemplares que no se adaptan al cambio sufrido en sus hábitats, conllevando a extensiones locales y al desplazamiento de las poblaciones faunísticas por la búsqueda de recursos naturales que aseguren su mantenimiento y supervivencia en el área de influencia. Siendo así las cosas, este impacto se consideró con una importancia “SEVERA”, con una intensidad ALTA por afectar directamente los individuos altamente reproductivos, los cuales son importantes para mantener las poblaciones sanas y cuyo efecto se manifiesta en un área mayor al área de influencia de proyecto ya que las poblaciones faunísticas aledañas a estas también se ven afectas ya sea porque se incrementa la competencia intra e inter especifica por los recursos naturales disponibles o por la interrupción del flujo génico entre las poblaciones de las especies faunísticas.

Por otro lado, la Infraestructura vial y de transporte terrestre es una actividad permanente que se

Impacto	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
Medio	**Biótico**

desarrolla en el área y su ámbito de manifestación es la red vial. La red vial existente, se comporta como una barrera artificial para la fauna silvestre, ya que interrumpe abruptamente la continuidad de las coberturas naturales y seminaturales presentes y por ende los paso naturales utilizados por la fauna silvestre, motivo por el cual se presentan accidentes o atropellamientos de ejemplares faunísticos; conllevando a la perdida de individuos altamente reproductivos afectando directamente la tasa reproductiva de las poblaciones de las especies afectadas por estos accidentes viales. Teniendo en cuenta la anterior, este impacto se consideró con una importancia "SEVERA", con una intensidad ALTA y extenso; ya que no solo, se afecta a las poblaciones locales, sino también a las poblaciones de esas especies cercanas que dependen de nuevos genes para mantener su diversidad génica a nivel regional.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera sinérgico, ya que la alteración del hábitat incrementa el efecto del cambio en la composición y estructura en las especies de fauna asociados a los hábitats que ofrecen las coberturas naturales y seminaturales presentes en el área de influencia del proyecto.	Al afectar ejemplares faunísticos potencialmente reproductivos, se pierde diversidad genética, que, con el tiempo, si no se recupera la generación perdida, se incrementa la posibilidad que se presente endogamia entre las diferentes poblaciones de las especies presentes en el área; fenómeno que se acentúa por la fragmentación de las coberturas naturales dejando poblaciones faunísticas totalmente aisladas.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

Tabla 8.43 Coberturas de la tierra

Coberturas de la tierra	ha	% Ocupación
Bosque de galería y áreas seminaturales	198.17	36.26
Áreas agrícolas heterogéneas	28.49	5.21
Pastos	270.6	49.51
Red vial	41.41	7.58

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
* Coberturas vegetales definidas en hectáreas localizadas en el área de influencia.

Tabla 8.44 Modificación del hábitat y biota acuática

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática	
Medio	**Biótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Drenajes sencillos	Severo
Minería		Severo
Quema		Severo
Tala		Severo
Agricultura tradicional		Moderado
Poblamientos y asentamientos humanos		Moderado
Cría de especies menores		Irrelevante
Zonas de conservación pública o privada		Relevante

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática	
Medio	**Biótico**	
Minería	Río Pamplonita	Crítico
Poblamientos y asentamientos humanos		Severo
Ganadería		Moderado
Agricultura tradicional		Moderado
Infraestructura vial y de transporte		Moderado
Quema		Moderado
Tala		Moderado
Actividades industriales		Moderado
Cría de especies menores		Irrelevante

DESCRIPCIÓN

Drenajes sencillos y dobles

Los ríos, su ecología y posibles impactos por el desarrollo de actividades humanas, deben ser evaluados teniendo en cuenta su orden de magnitud (Strahler 1964), puesto que, dependiendo de este los impactos pueden afectar de modo diferente su calidad del agua y por ende, de la biota acuática. Los ríos de primer orden, como cabeceras, pequeñas cañadas y tributarios, son los cuerpos de agua de mayor vulnerabilidad frente a los usos del suelo y las alteraciones en los ecosistemas terrestres paralelos a sus riberas. Específicamente, son altamente sensibles a la pérdida de coberturas vegetales riparias, pues además de perderse la estructura de los suelos, la ausencia de sombreado sobre el espejo de agua modifica totalmente las condiciones de hábitat para la biota acuática. Al ser los bosques riparios la fuente principal de productividad primaria, al ser removida, la obtención de recursos cambia y por ende, lo hacen también los consumidores, disminuye la disponibilidad de oxígeno disuelto y aumenta la abundancia de ensamblajes del Perifiton y fitoplancton.

Para las corrientes principales existen otros efectos, aunque dependen en menor proporción de las coberturas vegetales riparias y su pérdida no modifica en gran proporción la oferta de recursos, los cambios en la estructura del suelo y la sedimentación derivada si alteran la composición y estructura de la biota acuática. Al incrementarse la sedimentación, así como la contaminación que llega por movimientos de escorrentía, se alteran las condiciones fisicoquímicas del agua, generando así, cambios en la composición y estructura de los ensamblajes acuáticos.

Dentro del contexto local del área de estudio, municipios de Pamplona y Pamplonita, Norte de Santander, se desarrollan diferentes actividades, entre ellas la ganadería, tala y quema de vegetación (asociada con la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria), la minería de carbón, actividades industriales, así como un crecimiento demográfico de regiones en desarrollo. En conjunto, dichas actividades pueden afectar de manera directa e indirecta las corrientes lóticas que irrigan el área de estudio, a seguir se detallará acerca de cómo cada actividad puede impactar los ecosistemas acuáticos.

La ganadería, aunque no es la principal actividad económica en el área de estudio, representa un alto impacto para los ecosistemas acuáticos en general. Su proceso trae consigo un conjunto de actividades que modifican la calidad del hábitat para la biota acuática, iniciando con la remoción de las coberturas vegetales riparias, lo cual genera (principalmente en los drenajes simples), un aumento en la temperatura del agua que, consecuentemente disminuye la concentración de oxígeno disponible y reduce la variedad de microhábitats para los ensamblajes acuáticos; adicionalmente, como efecto de la pérdida de la vegetación riparia, sumado a la pisoteo del ganado, la estructura de los suelos se deteriora, posibilitando una mayor entrada de materia

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática
Medio	Biótico

orgánica (incluyendo desechos del ganado), los cuales llegan por movimiento de escorrentía y afectan la calidad del recurso hídrico. Estos efectos modifican entonces la composición y la estructura de las comunidades, favoreciendo el establecimiento de especies exóticas introducidas y generalistas, así como afloramiento de algas como cianobacterias o macrófitas como el buchón. No obstante, su calificación fue severa en drenajes sencillos, dado a que estos presentan una mayor incidencia en las condiciones fisicoquímicas producto de dicha actividad. Por otro lado, el impacto se considera moderado en el Río Pamplonita, debido a la poca extensión que representa dentro del área de estudio, con hasta diez cabezas de ganado en los predios de mayor tamaño.

Dentro del área de estudio, la cría de especies menores corresponde a la cría de aves de corral, principalmente gallinas ponedoras y conejos en corral, así como de cerdos, principalmente es para el autoconsumo y venta minorista de huevos y carne; adicionalmente, pero en menor proporción, se encuentran cultivos piscícolas cuyo objetivo es la cría principalmente de Cachama. Aunque son actividades realizadas de modo tradicional y artesanal, al no contar con condiciones adecuadas de clasificación y depósito de sus residuos, estos son vertidos de manera directa a ríos y quebradas (especialmente sobre el río Pamplonita), contaminando las aguas y modificando las condiciones de hábitat para el recurso hidrobiológico, dado que dichas actividades se realizan a baja escala, el impacto se considera irrelevante

La agricultura tradicional involucra cultivos a pequeña escala (<1ha) de especies como leguminosas, maíz, cebolla, herbáceas aromáticas y frutales, tanto para el autoconsumo como para su comercialización minorita. Dada la poca extensión de estos y su baja representatividad en el área de estudio, el impacto se consideró moderado. Tal evaluación obedece a que, esta actividad implica un aporte de residuos sólidos y líquidos, como abonos y fertilizantes, contaminando las fuentes hídricas con material orgánico e inorgánico (sedimentos y aportes de nitrógeno, fosfato, potasio, cloro, azufre, entre otros); estos elementos eutrofizan el agua, ocasionando un aumento en la demanda biológica de oxígeno, imposibilitando la permanencia y desarrollo de la biota acuática, principalmente nativa.

La actividad minera genera vertimientos industriales originados por los drenajes ácidos típicos de las minas de carbón, producto de la acidez generada por oxidación de minerales, particularmente de sulfuros. - Nivel de metales disueltos es mayor que en drenajes casi neutros. - Asociado a minas metálicas, carbón y piritas. Adicionalmente, esta actividad genera altos niveles de erosión que aumenta la sedimentación y turbidez en las fuentes hídricas. De este modo, por la intensidad, extensión, reversibilidad y sinergia de sus efectos sobre el medio acuático, su calificación fue crítica en el río Pamplonita y severo en drenajes sencillos.

El desarrollo demográfico en las veredas en el AI, son de tipo disperso y con una baja concentración de personas. No obstante, aún con la baja concentración de personas en el área, su desenvolvimiento se da paralelo al río Pamplonita, razón por la cual los desechos producidos por los asentamientos y desarrollo humano son vertidos directamente al río Pamplonita y, bajo la ausencia de un servicio de tratamiento de aguas servidas, el impacto sobre este río es considerable. Por lo anterior, para el ámbito de manifestación correspondiente al río Pamplonita el resultado fue severo.

Las vías principales cruzan el río Pamplonita, esta cuenta con un manejo de escorrentía representado en alcantarillas. Adicionalmente, la vía Pamplona-Cúcuta presenta una serie de imperfecciones sobre el asfalto. En términos generales, el transporte y las vías existentes pueden generar material particulado que llega por aire o por escorrentía a las fuentes hídricas aumentando progresivamente la sedimentación.

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática
Medio	Biótico

Las actividades industriales involucran principalmente la fabricación y comercialización de bocadillos, ladrillos, no obstante, dichas actividades se desarrollan aisladamente y de manera dispersa en el área. Como parte de su proceso, estos sectores industriales, generan residuos líquidos, los cuales se vierten directamente sobre el río Pamplonita, siendo un agente más de contaminación de las fuentes hídricas, por lo cual el impacto se considera moderado, pues se afectan los ensamblajes de fauna y flora acuáticos.

La quema se lleva a cabo durante la época seca con el objeto de eliminar la vegetación existente para desarrollar o ampliar cultivos, así como para regenerar brotes de pastizales con fines ganaderos. Sus principales efectos son el deterioro de la estructura del suelo que, como consecuencia impide la infiltración de agua reduciendo su disponibilidad; así mismo, aumenta la erosión y por ende la sedimentación en las fuentes hídricas, haciéndolas más turbias, razones por las cuales el impacto se consideró como severo en drenajes sencillo y moderado en el río Pamplonita.

La tala se presenta como una de las actividades principales en la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, ocasiona efectos sobre el recurso hídrico, pues altera los ciclos hidrológicos, la estructura del suelo y modifica las condiciones de calidad del agua, posibilitando su contaminación por eutrofización y aumento en la temperatura del agua por pérdida de la sombra en las riberas. Esto afecta especialmente a los drenajes sencillos o ríos de menor orden de magnitud, puesto que son aquellos que se ven influenciados en mayor proporción por la vegetación riparia y los ecosistemas terrestre paralelos, de esta manera el impacto se considera severo.

Las zonas de conservación corresponden principalmente a áreas de bosque de galería, cuyo fin es conservar y proteger los cuerpos de agua. De acuerdo con lo anterior el impacto es Considerable, pues estas áreas sirven como áreas de amortiguamiento de impactos generados por actividades como agricultura y ganadería, ya que retarda y reduce la escorrentía superficial, adicionalmente son determinantes en las fluctuaciones de temperatura del agua, así como en la cantidad de luz, lo cual es un factor modelador de la riqueza y abundancia de las comunidades hidrobiológicas.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Todas las actividades que involucran vertimientos tanto de residuos líquidos, como sólidos fueron consideradas como actividades acumulativas. La suma de desechos que llegan a las fuentes hídricas ya sea a los cauces principales o a sus tributarios se suman y magnifican contaminando en mayor proporción los ecosistemas acuáticos y, por ende, afectando la calidad del hábitat para la biota acuática.	Aun cuando los vertimientos se suman, para los sistemas lóticos estos no se acumulan. Las actividades que se consideraron con efectos de este tipo son la ganadería, la agricultura, la minería y el poblamiento y asentamientos humanos.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

- Parámetros de calidad de agua

Tabla 8.45 Indicadores de calidad de agua

Corriente superficial	ICA		ICOSUS	
	Resultado	Clasificación	Resultado	Clasificación
NN-27	1,0	Buena	0,04	Muy Bajo

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática			
Medio	**Biótico**			
Rio Pamplonita	0,67	Regular	2,9	Bajo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Parámetros hidrobiológicos

Caracterización de comunidades de:
- Perifiton
- Fitoplancton
- Zooplancton
- Macroinvertebrados acuáticos
- Macrófitas
- Peces

8.2.2.3 Medio Socioeconómico

Tabla 8.46 Cambios en el desplazamiento poblacional

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Poblamientos y asentamientos humanos	Unidades territoriales menores (El Buque, San Luis, Simón Bolívar, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, El Naranjo, Ulagá Baja, La Hojancha y Alcaparral)	Moderado
Actividades comerciales	Unidades territoriales menores (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y Alcaparral)	Moderado

DESCRIPCIÓN

El impacto cambios en el desplazamiento poblacional, se enmarca en el componente demográfico del Estudio de Impacto Ambiental, haciendo referencia a la llegada y/o salida de personas hacia y desde la zona, generando con ello según sea el caso el incremento o decremento de la ocupación del suelo, la demanda de servicios públicos y sociales, y cambios en la adaptación económica y cultural de los habitantes en general. El impacto en mención, se espacializa en todas las unidades territoriales que componen el AI del proyecto, incluyendo tanto los asentamientos nucleados como los asentamientos dispersos ubicados en las zonas rurales. Este impacto, adquiere una importancia moderada y una naturaleza negativa al interactuar con las actividades: Poblamientos y asentamientos humanos, y actividades comerciales.

De manera más específica, se puede determinar que los cambios poblacionales ocurridos en el territorio se encuentran fuertemente asociados con la llegada de ciudadanos venezolanos, tras la crisis política, social y económica que afronta el vecino país. Si bien este fenómeno ha sido afrontado por gran parte de las regiones del país, se da de manera más evidente en las ciudades fronterizas, dentro de las cuales se encuentra Pamplona. La masiva llegada de estos ciudadanos ha impactado la dinámica habitual del municipio en tanto, se han alterado las condiciones demográficas, de demanda de servicios públicos y sociales y la economía, ejerciendo presión sobre los bienes tangibles e intangibles del municipio y tomando las oportunidades laborales. Este aspecto repercute bastante, teniendo en cuenta la devaluación de la moneda venezolana con respecto a la colombiana, es decir, que los trabajadores foráneos están dispuestos a emplearse

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional
Medio	Socioeconómico

en Pamplona y Pamplonita por bajos salarios, precarizando con ello, las condiciones laborales de la población nativa, lo cual promueve más, la llegada de personal principalmente a las zonas urbanas, correspondientes a los barrios San Luis, Simón Bolívar y El Buque, y al sector curva Los Adioses, localizado en la vereda Alcaparral.

Por su parte, respecto a las zonas rurales y dispersas, se identifica el regreso de población al campo dentro del marco de los procesos que el Gobierno Nacional se encuentra adelantando para la restitución de tierras en el marco de la Ley 1448 de 2011. Por lo anterior, en el municipio se registra el retorno de comunidades antes desplazadas por el conflicto armado, que, si bien no suman cifras significativas, es importante mencionarlo en esta descripción.

De otro lado en el área de influencia (AI) del proyecto, se registra llegada y salida de población por temporadas que obedece a dinámicas asociadas a los tiempos de descanso, las festividades del municipio y las vacaciones, y, por tanto, no dan cuenta de procesos migratorios de relevancia o de alta repercusión en el medio.

Otra de las actividades generadoras del impacto cambios en el desplazamiento poblacional, son las actividades comerciales que se desarrollan en la zona, específicamente en las unidades territoriales El Buque, San Luis, Simón Bolívar y el sector denominado curva Los Adioses de la vereda Alcaparral, que se encuentran fuertemente correlacionadas con el tema de la llegada de venezolanos en tanto perciben que los municipios Pamplonita y en especial, Pamplona poseen una dinámica comercial importante que da cabida a una amplia gama de actividades que se convierten en su fuente de ingresos económicos y en algunos casos incluso su única fuente de subsistencia. De la misma forma, las prácticas comerciales per se, son generadoras de cambios en el desplazamiento de la población, puesto que algunas de ellas, principalmente, las de tradición religiosa atraen turistas de todo el país en temporada específicas como lo es la Semana Santa.

Las anteriores interacciones registraron una extensión amplia, en tanto el impacto no solo puede verse reflejado en un ámbito local de unidad territorial, sino también a nivel municipal, es decir, en Pamplona y Pamplonita. Respecto a la periodicidad, se observa que este se cataloga como irregular, es decir que no existe certeza de la forma, la cantidad y las condiciones en que las actividades generadoras se presentan e inciden sobre el cambio en el desplazamiento y el alcance del cambio poblacional en el área de influencia.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto se considera sinérgico, ya que la interacción de varias actividades puede exacerbarlo, en este caso se resaltan los poblamientos y asentamientos humanos y las actividades comerciales que paulatinamente se han venido incrementando en la zona.	Este impacto se considera acumulativo porque entre más se realicen las actividades generadoras, más incide en el impacto, lo cual se ve reflejado en los datos demográficos y los datos de cobertura de los servicios públicos.

INDICADOR DE LÍNEA BASE
Población total registrada en las unidades territoriales menores del AID: 2.217 habitantes 554 predios localizados en las unidades territoriales menores del ámbito de manifestación

Tabla 8.47 Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	
Medio	**Socioeconómico**	
Poblamientos y asentamientos humanos	Unidades territoriales menores (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y Alcaparral)	Moderado
Actividad educativa	Unidades territoriales menores (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Naranjo)	Moderado
Minería	Unidad territorial menor (El Naranjo)	Moderado
Ganadería	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulaga Baja, Sabaneta Baja y La Hojancha)	Irrelevante

DESCRIPCIÓN

El impacto afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos, incluye tanto las redes o locaciones formales como las informales que utilizan las comunidades para proveerse o abastecerse de un servicio, en este caso, las que tienen que ver con el acueducto, el alcantarillado, la energía eléctrica, las formas de cocción de alimentos y las formas de disposición de residuos sólidos. La afectación a cualquier infraestructura o la incidencia negativa en la calidad de la prestación del servicio resulta crucial en el desempeño cotidiano de la población.

Este impacto, es considerado de naturaleza negativa con una importancia moderada para cualquiera de sus interacciones a saber: poblamientos y asentamientos humanos, actividad educativa, minería y ganadería.

En primer lugar se considera que en los cinco (5) asentamientos nucleados del AI, la cobertura de los servicios públicos básicos es alentadora sin excluir que existen algunas problemáticas asociadas a la presentación del servicio como cortes, altos costos, cortes frecuentes, entre otros; no obstante, en la medida que exista un mayor número de habitantes en el territorio, mayor será la presión o la probabilidad de afectación de las infraestructuras que prestan un servicio público, por ende se estima que su importancia es moderada. Por esta razón (entre otras) algunos habitantes han recurrido a la implementación de mangueras para la provisión del recurso hídrico que en su mayoría es utilizado para fines productivos y ocasionalmente para consumo. Estas mangueras, las cuales son aproximadamente ocho (8) localizadas en la Vereda Alcaparral, no reciben ningún tipo de mantenimiento oportuno y, por tanto, cuando la infraestructura sufre algún deterioro, genera molestias a quien se abastece mediante este medio.

Fotografía 8.38 Formas alternativas de abastecimiento de agua en el Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fotografía 8.39 Tanques de almacenamiento de agua en el Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
Medio	**Socioeconómico**

Coordenada: Este: 1157727,912 Norte: 1309044,317 Coordenada: Este: 1159736,775 Norte: 1309498,721

El ámbito de manifestación identificado para este impacto en la interacción con la actividad educativa corresponde a las unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Naranjo; esto debido a que en dichos lugares se registra el mayor porcentaje de cobertura y a su vez la mayor demanda en el servicio educativo. Debe considerarse que en el barrio El Buque se localiza la Universidad de Pamplona, que ofrece sus servicios tanto a la comunidad de Norte de Santander como a varias regiones de Colombia, en tanto, se infiere que su tendencia es a recibir cada vez más alumnos que por su puesto demandan más servicios, comerciales, educativos, públicos, sociales y culturales, entre otros. De igual manera, los barrios San Luis y Simón Bolívar, pese a que no cuentan con establecimientos educativos, registran una alta demanda en este servicio que es suministrado por los barrios aledaños del municipio de Pamplona.

Por otra parte, la mina de carbón localizada en la vereda El Naranjo podría afectar la infraestructura de las redes de servicios públicos de esta unidad territorial, a causa de las excavaciones requeridas para la extracción, o debido al paso de volquetas por la vía nacional. Se estima que su importancia es moderada porque la unidad territorial donde se localiza es dispersa, considerando que la afectación no representa mayor incidencia.

Según la información primaria suministrada por los líderes comunitarios, la ganadería se desarrolla en todas las veredas del área de influencia, por lo que el paso continuo de ganado por la zona puede incidir o afectar la infraestructura y, por ende, la prestación de los servicios públicos, sin embargo, se estima que su importancia es irrelevante en la medida que dicha afectación puede llegar a ser ocasional, con una intensidad y extensión menor.

La intensidad calificada para este impacto corresponde a media por su grado de incidencia sobre la infraestructura y prestación de los servicios públicos. El momento, se cataloga como inmediato, es decir que una vez las actividades generadoras (poblamientos y asentamientos humanos, y actividad educativa) ocurren, la afectación a la infraestructura de los servicios públicos es evidenciada. Una vez ocurre el daño a esta infraestructura, se hace necesaria la intervención del ser humano para resarcirlo, ya que por sí solo no retorna a su estado inicial; es por esto que se establece que la reversibilidad es a mediano plazo.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El efecto se considera sinérgico porque se identifica que las dos actividades generadoras (poblamientos y asentamientos humanos, y actividad educativa) al interactuar simultáneamente, exacerban el impacto.	Se considera acumulativo, porque en las seis (6) unidades territoriales menores, existe una tendencia a la demanda de servicios públicos, bien por sus actividades cotidianas como por el incremento de estudiantes en la Universidad de Pamplona.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

El indicador de línea base corresponde al promedio de las coberturas de servicios públicos para las unidades territoriales menores del área de influencia, con la información recolectada en las fichas de caracterización rural y urbana, 2017-2018:

- Acueducto: 52%
- Alcantarillado: 31%
- Recolección de Residuos Sólidos: 38%

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
Medio	**Socioeconómico**
- Energía Eléctrica: 98% - Gas Natural: 10%	

Tabla 8.48 Modificación a la infraestructura vial

Impacto	Modificación a la infraestructura vial	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Poblamientos y asentamientos humanos	Vía primaria	Moderado
Actividades comerciales		Moderado
Actividades industriales		Moderado
Minería		Moderado
Ganadería	Vías terciarias	Moderado
Cría de especies menores		Moderado
Agricultura tradicional		Moderado
Poblamiento y asentamientos humanos		Moderado

DESCRIPCIÓN

La modificación a la infraestructura vial se refiere a los cambios que se pueden generar sobre las condiciones de las vías existentes en el territorio y la infraestructura asociada a estas. Particularmente, para la descripción del presente impacto: Modificación de la infraestructura vial, se establecen dos (2) ámbitos de manifestación a saber: Vía primaria (nacional) y las vías terciarias o inter-veredales.

Este impacto en sus diferentes interacciones se considera de naturaleza negativa con un grado de importancia moderado al interactuar con las actividades poblamientos y asentamientos humanos, actividades comerciales, actividades industriales y minería; y un grado de importancia irrelevante al interactuar con las actividades poblamientos y asentamientos humanos, ganadería, cría de especies menores y agricultura tradicional.

Actualmente, en el territorio, se identifica una vía de primer orden y una serie de vías que conforman una red rural de orden terciario. La primera se encuentra pavimentada y comunica a los municipios de Pamplona y Pamplonita con las ciudades principales Cúcuta, Bucaramanga y conecta con el centro del país; y las vías terciarias, que en su mayoría están en material afirmado en regular estado; pese a esta situación, estas se consideran de gran importancia en tanto permiten el acceso, salida e interconexión de vehículos entre las unidades territoriales que conforman en área de influencia.

En la vía Cúcuta – Pamplona (primer orden), se registran una serie de poblamientos y asentamientos humanos que a su vez realizan una serie de actividades económicas de tipo comercial e industrial. Estos asentamientos dinamizan el impacto sobre la infraestructura vial debido al constante tránsito de vehículos transportadores de pasajeros y vehículos pesados que transportan todos los bienes necesarios para la subsistencia de las poblaciones. Por su parte, sobre la vía existen una serie de establecimientos comerciales (tiendas, hoteles, restaurantes,

Impacto	Modificación a la infraestructura vial
Medio	Socioeconómico

estaciones de gas, etc.) cuyos vehículos asociados a esta dinámica transitan constantemente; aunado a esto, se registra la presencia de establecimientos de tipo industrial (fábrica de bocadillos), que hacen uso de furgones y camiones para transportar los productos. El tránsito de todos estos vehículos de manera constante y prolongada ha permitido que, con el paso del tiempo, esta vía de orden primario se haya deteriorado y requiera en algunos trayectos de manera pronta mantenimiento y obras de recuperación y rehabilitación. Por su parte la minería de carbón que se desarrolla en la vereda El Naranjo genera un impacto directo en la vía nacional, a causa de la movilización de las volquetas que transportan el carbón extraído, cuyo nivel de ocurrencia se prevé moderado, en relación con el estado actual de la vía, la cual se encuentra en buenas condiciones y con mantenimiento rutinario o periódico.

Fotografía 8.40 Vía terciaria en la vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este: 1161150,29
Norte: 1311931,02

Fotografía 8.41 Vía nacional Cúcuta - Pamplona

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este: 1160137,61
Norte: 1308975,47

Las anteriores interacciones se consideran puntuales, respecto a su extensión; esto dado que las alteraciones ejercidas sobre la vía no sobrepasan este ámbito. El momento es inmediato porque una vez inicia el tránsito de vehículos debido a las actividades en mención, su incidencia se refleja. Respecto a la reversibilidad, esta se considera irreversible, puesto que sin intervención antrópica no se podría generar recuperación de la infraestructura vial.

Respecto al impacto, cuya importancia arroja la categoría irrelevante, se destaca su ocurrencia en las vías terciarias ubicadas en el territorio. El impacto a esta infraestructura vial se encuentra principalmente ligado al paso de vehículos pesados que transportan los productos de la zona, como resultado de la ganadería, la cría de especies menores y la agricultura tradicional. Ahora, si bien este desplazamiento de vehículos no acontece de manera permanente, cuando se presenta de forma paralela, genera afectación a las vías, incluso aún mayor que en la vía primaria, en tanto estas no se encuentran pavimentadas y tampoco se encuentra acondicionadas para transporte pesado.

Este impacto en cualquiera de sus interacciones se considera sinérgico y acumulativo en todos los ámbitos de manifestación. Respecto al tema de la reversibilidad, al igual que en la vía primaria. Se considera a mediano plazo, ya que sin la intervención del hombre puede incluso durar hasta diez (10) años su retorno al estado inicial. Por último, respecto a la recuperabilidad (intervención antrópica), es recuperable y corregible una vez se establecen las medidas acordes a la afectación.

Impacto	Modificación a la infraestructura vial	
Medio	Socioeconómico	
SINÉRGICO		ACUMULATIVO
Este impacto se considera sinérgico ya que la interacción de las actividades económicas de manera paralela y continúa potencia el deterioro de la malla vial de forma significativa.		El efecto de este impacto se considera de carácter acumulativo debido a que ante una mayor cantidad de actividades o una frecuente periodicidad de estas, se incrementara el impacto negativo sobre la infraestructura vial existente (vías de orden primario y terciario).
INDICADOR DE LÍNEA BASE		
- 373,22 kilómetros de malla vial en Pamplona y Pamplonita.		

Tabla 8.49 Cambios en la movilidad peatonal y vehicular

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Poblamientos y asentamientos humanos	Vía primaria	Moderado
Minería		Moderado
Actividades comerciales		Moderado
Actividad educativa		Moderado
Actividades industriales		Moderado
Infraestructura vial y de transporte terrestre		Relevante
DESCRIPCIÓN		

El cambio en la movilidad peatonal y vehicular se entiende como la obstaculización temporal de las vías de acceso a los barrios y zonas rurales del área de influencia directa, que impide el flujo normal de vehículos y peatones que por allí transitan. También se refiere al impedimento para el acceso al servicio público, la disminución del área de rodamiento debido a la realización de obras civiles, protestas, actividades tradicionales de los pobladores, entre otras actividades que alteran la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.

Este impacto tiene como ámbito de manifestación la vía primaria nacional que comunica la ciudad de Cúcuta con los municipios de Pamplona y Pamplonita. Se considera que su naturaleza es negativa, excepto cuando interactúa con la actividad infraestructura vial y de transporte terrestre. El orden de importancia establecido para el impacto es relevante, si es generado por la infraestructura vial y de transporte terrestre, mientras que, si es generado por el resto de las actividades como poblamientos y asentamientos humanos, actividades comerciales, actividad educativa, minería y las actividades comerciales, su carácter de importancia es moderada.

En el área de influencia directa, se identifican cinco (5) asentamientos humanos nucleados (El

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
Medio	**Socioeconómico**

Buque, San Luis, Simón Bolívar y Alcaparral -curva Los Adioses-. Las personas que allí habitan desarrollan actividades cotidianas comerciales y culturales propias de su idiosincrasia, por lo que, en ocasiones, la práctica de estas actividades puede conllevar a una alteración en la movilidad peatonal y vehicular. Un ejemplo de esto, pueden ser las fiestas patronales que celebran los habitantes, donde la mayoría de las veces hacen cierre temporal de la vía para permitir el paso de las procesiones de los feligreses y turistas que comparten esta práctica.

Respecto a la infraestructura vial, en el área de influencia se identifica la vía nacional primaria que posee un flujo de vehículos representativo al constituirse como la única vía que comunica con la capital del departamento y que a su vez se posiciona como el centro administrativo, comercial y cultural más destacado de la región. Esta vía genera unas condiciones favorables para el desarrollo de la movilidad sin inconvenientes y de manera fluida, que no solo se ve reflejada en el desplazamiento de los usuarios de servicio público o privado, sino también en el desplazamiento de productos y demás artículos de orden básico para las comunidades. Ahora, teniendo en cuenta la importancia de esta vía, el Departamento Nacional de Planeación, tiene proyectado la potenciación del flujo vehicular de las ciudades más importantes del departamento de Norte de Santander (incluyendo Pamplona) a través del desarrollo de obras civiles que permitan mejorar la conectividad, movilidad y flujo de carga y pasajeros por vía terrestre. Es decir que se esperan aún mejores condiciones para este acceso.

Por su parte, las actividades de orden comercial, industrial y de minería, que puntualmente se encuentran aledañas a la vía, juegan un papel importante cuando se trata de la movilidad peatonal y vehicular, ya que inciden de manera negativa restringiendo la movilidad tanto vehicular como peatonal con mayor incidencia en las unidades territoriales Alcaparral, El Naranjo y El Buque. Es decir, las prácticas asociadas a este como por ejemplo el transporte de los insumos, materia prima, artículos y productos de comercialización, e incluso el traslado de los mismos clientes, generan tráfico sobre la vía primaria. A esto también se suma la actividad educativa que requiere el constante ingreso y salida de estudiantes desde y hacia la Universidad de Pamplona, cuyo transporte dinamiza el flujo vehicular y peatonal de manera considerable.

En términos generales, este impacto se considera sinérgico y acumulativo en cualquiera de sus interacciones generadoras. La intensidad del impacto se considera alta, excepto cuando es generado por la actividad poblamiento y asentamientos humanos, actividades industriales y minería donde se considera media; este último, en tanto solo se identifica una empresa ejecutora de actividades industriales (elaboración de bocadillo).

El impacto es inmediato cuando es generado por cualquiera de las actividades en mención; esta calificación se da porque se infiere que una vez las actividades generadoras cesan, el impacto también se detiene.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Las actividades generadoras del impacto potencializan entre sí el impacto al realizarse de manera simultánea.	Este impacto adquiere un carácter acumulativo ya que, si las actividades generadoras incrementan la actividad, inciden directamente sobre el impacto aumentando su manifestación.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
Medio	Socioeconómico

- 373,22 kilómetros de malla vial en Pamplona y Pamplonita, este dato corresponde a las vías que se van a utilizar en el proyecto.

Tabla 8.50 Cambios en el riesgo de accidentalidad

Impacto	Cambios en el riesgo de accidentalidad	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Vía primaria	Moderado
Actividades comerciales		Moderado
Actividad educativa		Moderado
Actividades industriales		Moderado
Minería		Moderado
Agricultura tradicional	Vías terciarias	Irrelevante
Actividades comerciales		Irrelevante
Poblamiento y asentamientos humanos	Vía primaria	Irrelevante

DESCRIPCIÓN

Los cambios en el riesgo de accidentalidad como impacto ambiental, es concebido como la posibilidad de que se presenten accidentes de tránsito debido a las variaciones en la composición y flujo vehicular de transporte automotor, así como también las variaciones en la frecuencia del tránsito en las vías. Este impacto es generado por las siguientes actividades a saber: agricultura tradicional, poblamiento y asentamientos humanos, infraestructura vial y de transporte terrestre, actividades comerciales, actividades educativas, las actividades industriales y la minería.

Para todas las interacciones, el impacto se considera de naturaleza negativa. En orden de importancia, al interactuar con las actividades agricultura tradicional, poblamiento y asentamientos humanos y actividades comerciales, este es irrelevante; mientras que para las actividades generadoras infraestructura vial y de transporte terrestre, actividades comerciales, actividades educativas, actividades industriales y minería, su importancia se considera moderada. Respecto a los ámbitos de manifestación, se identifican dos (2); el primero obedece a la vía primaria que comunica a los municipios de Pamplona y Pamplonita con la ciudad de Cúcuta y el segundo corresponde a la red vial terciaria ubicada en el área de influencia.

Las actividades que generan el impacto en mención, en el ámbito de manifestación vías terciarias, se dan en el territorio de manera periódica, es decir, para la agricultura tradicional en época de cosecha y las actividades comerciales semanales o quincenalmente cuando se surten las pequeñas tiendas de abarrotes ubicadas en las zonas rurales del área de influencia. Pese a que el flujo de transporte requerido para la comercialización no es alto, es importante destacar que lo que incide en el riesgo de accidentalidad, se asocia al estado de la vía puesto que en su mayoría se encuentran sin pavimentar, en estado regular y carente de señalización por lo que se presta para los vehículos excedan la velocidad e incluso comentan otro tipo de infracciones.

En el ámbito de manifestación vía primaria, el impacto cambios en el riesgo de accidentalidad se

Impacto	Cambios en el riesgo de accidentalidad
Medio	Socioeconómico

considera aún más latente y es más evidente que en la red terciaria, puesto que la vía al ser de tipo nacional, permite el tránsito a velocidades más altas, los vehículos no solo son de carga media sino pesada como por ejemplo cama bajas, tracto mulas, volquetas; existe tráfico de buses de transporte público que constantemente hacen paradas para recoger y dejar pasajeros y existen cinco asentamientos nucleados aledaños a la vía que de por si implican un desplazamiento de personas por la vía. Sumando a esto, los establecimientos comerciales e industriales atienden a un sin número de personas, clientes y proveedores durante las 24 horas del día, lo cual implica parqueo y reversa de autos sin una señalización adecuada, situación que también se registra con la entrada y salida de volquetas de la mina localizada en la vereda El Naranjo, incrementando el riesgo de accidentalidad sobre la vía nacional con los vehículos que transiten o las personas que circulen a pie por la zona.

Así como el poblamiento y los asentamientos humanos generan un desplazamiento considerable de peatones, la actividad educativa también lo hace; constantemente, se observa grupos estudiantiles y comunidad en general caminando por la zona, principalmente, en los barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar, que no cuentan con pasos peatonales seguros como puentes peatonales o semáforos que les permita cruzar la vía adecuadamente.

La extensión de estas interacciones se cataloga como puntual porque realmente el impacto no se traslada a otros escenarios diferentes a las vías donde se presenta el riesgo de accidentalidad. La intensidad del impacto en la red vial terciaria es baja en tanto, mientras que, en la vía primaria, el riesgo oscila entre la categoría alto y muy alto porque el flujo vehicular es superior, y las condiciones del flujo vehicular antes mencionadas, permiten que tengan esta puntuación. En los dos escenarios y bajo la interacción de todas las actividades, el impacto se considera sinérgico y acumulativo. Respecto a la reversibilidad, se estima que esta es a corto plazo sin necesidad de intervención antrópica.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto cambios en el riesgo de accidentalidad se considera sinérgico porque las ocho (8) actividades generadoras al interactuar de manera simultánea potencializan el efecto en los dos (2) ámbitos de manifestación (vía primaria y vías terciarias)	El impacto cambios en el riesgo de accidentalidad se considera acumulativo por la práctica de cualquiera de las actividades generadoras de manera repetitiva y reiterada.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

- Tasa de mortalidad en accidentes de tránsito Norte de Santander: 17,8 (Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2016).

Tabla 8.51 Alteración en el acceso de los predios

Impacto	Alteración en el acceso de los predios	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Infraestructura vial y de transporte terrestre	Vía primaria	Moderado
Actividades comerciales		Moderado
Actividades industriales		Moderado

Impacto	Alteración en el acceso de los predios	
Medio	**Socioeconómico**	
Minería		Moderado
Ganadería	Vías terciarias	Irrelevante
Cría de especies menores		Irrelevante
Agricultura tradicional		Irrelevante

DESCRIPCIÓN

Este impacto, se concibe como la alteración que pueda existir en el acceso a los predios, en términos de su impedimento para acceder o salir de estos. Para la presente descripción, se considera de naturaleza negativa con una importancia irrelevante cuando es generado por las actividades de ganadería, cría de especies menores y agricultura tradicional; y se considera de importancia moderada, cuando interactúa con la infraestructura vial y de transporte terrestre, las actividades comerciales, las actividades industriales y minería. Asimismo, se identifican dos (2) escenarios donde se manifiesta el impacto, los cuales obedecen por un lado a la vía de orden primario existente, denominada Cúcuta – Pamplona y, por otro lado, en las vías de orden terciario localizadas en las zonas más rurales del territorio.

El impacto alteración en el acceso de los predios, en el ámbito de manifestación vías terciarias, se atribuye a las actividades económicas que practican los pobladores de la zona, por ejemplo, la ganadería de doble propósito, la cría de especies menores como gallinas ponedoras y pollos de engorde, y las actividades de la agricultura tradicional que para la región correspondientes a papa, maíz, fríjol, cebolla cabezona y arracacha, entre otras legumbres y árboles frutales, como por ejemplo, tomate de árbol. Estos productos una vez recolectados, deben ser trasladados hacia los sitios de comercialización que usualmente corresponden a la misma unidad territorial y en casos más remotos hacia las cabeceras municipales de Pamplona y Pamplonita, lo cual implica la utilización de vehículos de carga e incluso de tracción animal. En ocasiones estos traslados generan interrupción en las vías y principalmente al acceso o salida de los predios rurales; no obstante, este impacto no se considera tan significativo como en las vías primarias, en tanto, cada uno de los productos que mueven la economía en mención no supera los 50 kilos semanales.

Este impacto, en este ámbito de manifestación, es de momento inmediato y persistencia fugaz porque dichas molestias para ingreso y salida de los predios no son superiores a un año. El efecto de este impacto se considera indirecto porque no son las actividades económicas en sí las generadoras del impacto sino su traslado.

Por su parte, frente al impacto alteración en el acceso de los predios, en el ámbito de manifestación vía primaria, se establece que este también es generado por las actividades económicas que se ejercen aledañas a las vías principalmente en los barrios Simón Bolívar, San Luis, El Buque, Alcaparral, en el sector conocido como curva Los Adioses y en El Naranjo. Estas actividades corresponden específicamente a las comerciales, las industriales (fábrica de bocadillos), cuyos insumos necesitan ser trasladados a sitios de distribución al por mayor o venta al detal y la minería, cuya importancia es moderada para la vía primaria, puesto que esta infraestructura es empleada por la mina localizada en la vereda El Naranjo, cuyo tráfico pesado puede alterar o restringir el acceso a los predios vecinos a la mina, durante el cargue de este mineral. También el hecho de que sobre la vía existan establecimientos comerciales que de por si generan un tráfico, incide en la obstaculización del acceso y salida de los predios aledaños. Sumado a esto, se encuentra que en la vía per se, se genera tráfico de pasajeros, transporte de bienes e incluso servicios, razón por la cual, se incluyó la actividad infraestructura vial y de transporte terrestre.

Impacto	Alteración en el acceso de los predios
Medio	Socioeconómico
En este ámbito de manifestación, se destaca que el momento de aparición del impacto es inmediato, con una persistencia fugaz (inferior a un (1) año) y una extensión puntual al interactuar con las tres (3) interacciones mencionadas, en el ámbito de manifestación – vías terciarias.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
Se identifica que en este impacto no solo se presenta una sinergia entre las actividades generadoras del mismo, sino también con el impacto cambios en la movilidad vehicular y peatonal, al incrementarlo cuando algunas de estas se presentan de manera prolongada y simultánea.	Este impacto adquiere un carácter acumulativo porque la incidencia de todas las actividades generadoras aumenta significativamente su manifestación sobre la vía primaria y las vías terciarias existentes.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	
- 373,22 kilómetros de malla vial en Pamplona y Pamplonita - 554 predios localizados en las unidades territoriales menores de los ámbitos de manifestación	

Tabla 8.52 Modificación en la demanda de bienes y servicios

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Asentamientos dispersos (Sabaneta Alta, El Naranjo, Ulaga Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha)	Considerable
Cría de especies menores		Considerable
Agricultura tradicional		Considerable
Poblamiento y asentamientos humanos	Asentamientos nucleados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral)	Relevante
Actividades comerciales		Relevante
Actividad educativa		Relevante
Actividades industriales		Considerable
DESCRIPCIÓN		
La demanda de bienes y servicios se refiere a la requisición que hace una persona, una familia, una empresa o un consumidor respecto a un determinado producto, artículo o servicio. En el territorio objeto de análisis, se identifican una serie de actividades que dinamizan de manera positiva el impacto. La modificación en la demanda de bienes y servicios se considera de naturaleza positiva y adquiere una importancia considerable cuando es generada por las actividades de ganadería, cría de especies menores y agricultura tradicional, teniendo a los asentamientos dispersos como ámbito de manifestación. Por su parte, este impacto también adquiere una importancia relevante cuando es generado por las actividades de poblamiento y asentamientos humanos, actividades comerciales, actividad educativa y las actividades industriales cuando se presentan en los asentamientos nucleados como ámbito de manifestación. La ganadería, la cría de especies menores y la agricultura tradicional, son actividades que se desarrollan de manera cotidiana en la zona rural del área de influencia directa del proyecto. Estas actividades resultan de gran importancia para los pobladores porque son la base de sustento económico y en especie para la mayoría de las familias que allí residen; los productos son		

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios
Medio	Socioeconómico

cosechados y las especies de animales son criados en pequeñas parcelas en aras de que cuando haya llegado el tiempo de su comercialización, se pueda atender la demanda a nivel local, es decir en las mismas unidades territoriales. Si la demanda local es inferior a la oferta, la producción excedente se traslada a las cabeceras municipales para su comercialización.

Respecto a los servicios ofrecidos en la zona rural, el desarrollo de las actividades mencionadas también demanda una serie de servicios que permitan desarrollar con éxito las prácticas agropecuarias que mueven la economía de la zona (ganadería, cría de pollos, maíz, papa, frijol, zanahoria, arveja, entre otros).

Fotografía 8.42 Cría de especies menores en Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este:1160411,11
Norte: 1309357,98

Fotografía 8.43 Cultivos de tomate de árbol y maíz

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este: 1160701,62
Norte: 1309583,93

Por otro lado, el impacto modificación en la demanda de bienes y servicios, en el ámbito de manifestación Asentamientos nucleados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral), como se mencionó anteriormente, adquiere un orden de importancia relevante, ya que, a diferencia de las zonas rurales, por su densidad demográfica, tanto la oferta como la demanda son superiores. Allí se registra la presencia de establecimientos orientados al desarrollo comercial y la prestación de servicios públicos, educativos y de alojamiento que requieren una alta demanda por parte de los pobladores, foráneos y comunidad estudiantil que asiste a la Universidad de Pamplona (Barrio El Buque). Entre algunos ejemplos de dichos establecimientos, se encuentran las misceláneas, restaurantes, estaciones de servicio, hoteles, venta de minutos a celular, venta de productos básicos de la canasta familiar (abarrotes), servicio de internet y fotocopiado, monta llantas y servicios financieros, entre otros. Asimismo, de acuerdo a lo reportado por las comunidades a través de las fichas de caracterización rural, en la Vereda La Hojancha existe un (1) establecimiento orientado a la venta de comida (restaurante), un (1) a la prestación del servicio de alojamiento (hospedaje) y siete (7) al comercio de productos, como la venta de licores, artículos de primera necesidad, y bebidas y otros dedicados a la distribución y venta de alimentos y prestación de servicio de hospedaje (ver 5.3.4. Dimensión Económica).

Fotografía 8.44 Restaurante en El Buque

Fotografía 8.45 Montallantas en El Buque

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios
Medio	Socioeconómico

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este: 1157463,33
Norte: 1309071,45

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.
Coordenada: Este: 1157463,33
Norte: 1309071,45

En los asentamientos nucleados y en los dispersos, existe una demanda de bienes y servicios que no solo se manifiesta por los habitantes de la zona, sino también por la población flotante que arriba al territorio con fines turísticos. También se destaca que toda esta actividad de intercambio económico resulta bastante benéfica para los que las desarrollan.

Todas las actividades mencionadas que generan el impacto resultan sinérgicas y acumulativas. La extensión del impacto para las actividades del ámbito de manifestación de asentamientos dispersos adquiere un carácter puntual ya que, por su bajo nivel de producción agropecuaria, la tendencia es a dinamizar solamente a nivel de unidad territorial. Caso contrario ocurre en los asentamientos nucleados donde el cambio de la oferta y la demanda, pueden trasladarse hasta las cabeceras municipales, y es por esto que su extensión oscila entre las categorías amplio-extenso y total. En cuanto a la reversibilidad y el efecto del impacto, en todas las interacciones se califican a corto plazo y con una incidencia directa.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto se considera sinérgico con las distintas actividades generadoras debido a que todas ellas en conjunto incentivan y potencializan la demanda de bienes y servicios tanto en el ámbito rural como en los cinco (5) asentamientos nucleados, donde la demanda incluso resulta más alta. No obstante, la calificación arroja que, para el ámbito de asentamientos dispersos, la calificación es inferior (media), mientras que para los asentamientos nucleados la puntuación expresa una sinergia alta.	El impacto cambios en la demanda de bienes y servicios, se considera acumulativo en todas sus interacciones porque de acuerdo con los registros de la información primaria, las actividades agropecuarias y las comerciales tienden a incrementarse debido a la misma demanda de los estudiantes, pobladores y foráneos, por lo que hace que su incidencia en el impacto sea proporcional.

INDICADOR DE LÍNEA BASE
- 3,319 PIB Departamental

Tabla 8.53 Modificación en la dinámica de empleo

Impacto	Modificación en la dinámica de empleo	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Actividades comerciales	Asentamientos nucleados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral)	Relevante
Actividades comerciales	Asentamientos dispersos (Sabaneta Alta, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha)	Relevante
Actividad educativa	Asentamientos nucleados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral)	Relevante
Actividades industriales		Considerable

DESCRIPCIÓN

El impacto modificación en la dinámica de empleo se produce por los cambios en la oferta y demanda de los cupos laborales de un determinado lugar, incidiendo en la variación de empleo de una región, hasta el punto de modificar las dinámicas de las actividades económicas, lo cual genera fluctuaciones en los registros de empleo y cambios en los comportamientos tradicionales de vinculación de mano de obra.

Este impacto se presenta básicamente en dos escenarios o ámbitos de manifestación a saber: Asentamientos dispersos (Sabaneta Alta, El Naranjo, Ulaga Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha) y asentamientos nucleados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral). En cuanto a las actividades generadoras del impacto, se establecen las actividades comerciales, las actividades educativas y las actividades industriales debido al grado de demanda de mano de obra que genera (a nivel local fundamentalmente).

Las actividades comerciales presentes en el territorio se ejecutan de manera sobresaliente en los cinco (5) asentamientos nucleados evidenciados (El Buque, San Luis, Simón Bolívar y El Alcaparral). Allí existen establecimientos que prestan diversos servicios y ofrecen diversidad de artículos que abastecen, por un lado, a los habitantes de la región y por otro, a la comunidad estudiantil que asiste a la Universidad de Pamplona. Adicionalmente, el campus universitario por sí mismo, abastece a los estudiantes en diferentes aspectos (restaurante, servicios de educación, entre otros), lo cual, también genera algunos empleos tanto de obra calificada como no calificada.

Aunado a esto, en el Sector la curva Los Adioses de El Alcaparral, se registra la presencia de una fábrica que elabora bocadillos que demanda algunos cupos laborales. Si bien, los líderes comunitarios no cuentan con datos precisos que den cuenta de la actividad laboral en el territorio, se evidencia que los cupos laborales existentes son bastante significativos para los pobladores e incluso en algunos casos, se constituyen como la única fuente de ingreso económico para ellos.

Por su parte, es importante destacar que las actividades comerciales también se encuentran fuertemente potencializadas por la actividad turística que se presenta en los municipios de Pamplona y Pamplonita, por lo que el incremento de mano de obra se da fundamentalmente en puentes festivos, Semana Santa y vacaciones de mitad y final de año. En términos generales, este impacto resulta positivo para la población del municipio; no obstante, se resalta que en el último año se ha tenido una incidencia no tan favorable debido a la llegada de población venezolana, aumentando con ello la oferta de mano de obra que no necesariamente alcanza a ser recibida en su totalidad por el mercado laboral y precarizando las condiciones de la población oriunda.

El impacto modificación en la dinámica de empleo presenta un momento inmediato y una reversibilidad a corto plazo, en todas sus interacciones generadoras. Respecto a la

Impacto	Modificación en la dinámica de empleo
Medio	Socioeconómico

recuperabilidad del elemento, se destaca que esta también se da de manera inmediata.

Fotografía 8.46 Universidad de Pamplona Coordenadas Este: 1157801,90 - Norte: 1308776,93

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Fotografía 8.47 Fábrica de bocadillos (curva Los Adioses) Coordenadas Este: 1159779,54 Norte: 1308059,95

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto modificación en la dinámica de empleo se considera sinérgico porque las actividades comerciales, industriales y educativas generadoras pueden ejecutarse de manera simultánea. Adicionalmente, se identifica que este impacto también es sinérgico con el impacto demanda de bienes y servicios, ya que, entre más demanda de servicios, más contratación de mano de obra para dar alcance a esta.	Este impacto se considera acumulativo porque la acción de cada una de las actividades generadoras (actividades comerciales, industriales y educativas) ejercen un efecto incremental en el mismo, es decir la suma de los efectos pasados, presentes y futuros potencializan la modificación en la dinámica de empleo.

INDICADOR DE LÍNEA BASE

- 75% de la población de las unidades territoriales menores está ocupada
- 25% de la población de las unidades territoriales menores está desocupada

Tabla 8.54 Modificación en la destinación económica del suelo

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Ganadería	Ganadería -Agroforestal	Considerable
Poblamientos y asentamientos humanos		Considerable
Poblamientos y asentamientos humanos	Asentamientos Humanos e infraestructura	Relevante
Actividades comerciales		Considerable
Actividades comerciales	Infraestructura de transporte	Considerable
Quema	Forestal y Producción-Protección	Moderado

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo	
Medio	**Socioeconómico**	
Tala		Moderado
Zonas de conservación		Relevante

DESCRIPCIÓN

La modificación a la destinación económica del suelo se define como el cambio de actividad económica que se produce en el uso del suelo a raíz de actividades antrópicas al interior de las dinámicas económicas, culturales y/o naturales. Se deriva de la apropiación de los recursos que hacen los habitantes de una población. A continuación, se presenta la descripción de las interacciones que se identificaron y evaluaron para el escenario sin proyecto.

Con relación a la actividad ganadera se determinó su naturaleza como positiva por los recursos que genera esta actividad actualmente para los habitantes del área de influencia y por la magnitud del área utilizada que suma un total de 36,28 hectáreas constituyendo el 61,91% del área de intervención total. Se valoró con una intensidad baja ya que no se percibió la adecuación de áreas para actividad ganadera en tanto, están establecidas desde hace mucho tiempo. Cabe recordar que, dentro del área de influencia, la actividad ganadera se desarrolla sobre todo en Pamplonita, cuya economía es eminentemente rural.

Con relación al tiempo transcurrido en la aparición de los efectos de esta actividad se valoró como inmediato ya que en los casos en que se adecuan terrenos para tal actividad su efecto en el suelo es menor de un año. Su persistencia puede ser temporal ya que dentro de las actividades agropecuarias existe la rotación o cambio de actividad pecuaria a agrícola o en algunos casos, los terrenos se dejan sin uso. Se valoró con una importancia considerable ya que su reversibilidad y recuperabilidad se dan en el corto plazo.

Fotografía 8.48 Actividad ganadera en El Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

La modificación del suelo resulta ser de intensidad alta, debido a que la tala y quema de áreas forestales en la búsqueda de nuevas tierras para uso habitacional en las veredas y en el sector urbano del área de influencia, debido a la demanda de asentamientos poblacionales, este impacto resulta ser moderado, debido a que la principal actividad en las veredas del área de influencia es la agrícola y la ganadera.

Un gran porcentaje de la población de Pamplona está dedicada al tercer renglón de la economía(comercio y servicios), la principal fuente de ingresos de los Pamploneses se deriva de los servicios asociados a la Universidad de Pamplona, lo que genera una numerosa población estudiantil que a su vez demandan alimentos que son suministrados en parte por los productores rurales creando una dinámica comercial constante para satisfacer dicha demanda, por lo anterior se deduce la importancia de la infraestructura vial para mantener dicha actividad comercial entre

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo
Medio	Socioeconómico

la zona rural productora de alimentos y el casco urbano demandante de los mismos.

La modificación en la destinación económica del suelo en el ámbito de los asentamientos y la infraestructura dio considerable ya que las actividades comerciales y productivas se facilitan a través de la infraestructura vial. La relación entre productores y consumidores dada por el comercio sus efectos, son inmediatos y su persistencia fugaz y con una reversibilidad a corto plazo ya que, por ejemplo, predios dedicados a la producción agrícola pueden pasar en tiempo corto a tierras para ganadería y a la inversa.

Fotografía 8.49 Tienda en vereda El Naranjo

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

Las actividades de tala y quema se dan de manera incipiente en las unidades territoriales menores rurales ya que como medio de cocción de alimentos se utiliza la misma madera encontrada dentro de los predios, algunas veces esta madera es arbustiva y en otros casos, corresponde a cultivos pequeños destinados para para tal fin dentro del territorio. La quema es utilizada como técnica para limpiar potreros, sembrar cultivos y resulta una práctica medianamente utilizada en esta zona rural.

Su valoración resulto moderada ya que son prácticas empleadas solo en algunas fincas del área de influencia y son actividades que se realizan en sitios puntuales y no son extendidas en todas las unidades territoriales menores.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto es sinérgico, con las distintitas actividades debido al efecto paralelo entre ellas, ya que, por ejemplo, con el poblamiento y asentamientos humanos, y las actividades ganaderas, se han causado cambios que con el transcurso del tiempo han ocasionado que el suelo pierda fertilidad, haciendo que los niveles de producción se reduzcan progresivamente y las actividades económicas varíen.	El impacto se presenta como acumulativo en todas las actividades, dado que tanto las actividades ganaderas, como la tala y el poblamiento y asentamientos humanos, con el tiempo pueden tener una expansión constante. Las prácticas de tala y quema son también acumulativas sino se reemplazan dichas prácticas por otros medios o elementos ocasionando de esta manera deficiencia en el área en donde se pueden desarrollar las actividades tradicionales como las agrícolas y el establecimiento de plantaciones forestales.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo
Medio	Socioeconómico

Tabla 8.55 Destinación económica del suelo – escenario actual

Uso Actual	Tipo de Uso	Área (ha)	Área (%)
Ganadería	Pastoreo extensivo	268,85	49,16
Forestal	Producción-Protección	33,85	6,19
Agroforestal	Sistemas silvopastoriles	20,08	3,67
	Sistemas agrosilvopastoriles	13,54	2,48
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	145,03	26,52
	Sistemas forestales protectores	16,39	3,00
	Cuerpos de agua naturales	4,55	0,83
Asentamiento	Residencial	2,18	0,40
Infraestructura	Transporte	36,11	6,6
	Comercial	5,55	1,02
Minería	Materiales de construcción	0,73	0,13
	Total	**546,88**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Tabla 8.56 Modificación en la gestión y capacidad organizativa

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Agricultura tradicional	Organizaciones de base (Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha, El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	Relevante
Infraestructura vial y de transportes	Organizaciones de base (Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha, El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	Relevante
Actividad educativa	Organizaciones sociales (Sabaneta Alta y El Naranjo)	Relevante
DESCRIPCIÓN		

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa
Medio	Socioeconómico

El impacto de modificación a la gestión y capacidad organizativa es el cambio en la capacidad de gestión de las organizaciones sociales existentes. Este cambio se puede apreciar en dos sentidos: el primero en cuanto a la iniciativa de las organizaciones para movilizar intereses y estrategias comunes; el segundo, se genera como consecuencia de la reacción de dichas organizaciones a actividades y agentes presentes en el municipio, incluyendo los proyectos de desarrollo.

Este impacto presenta unas interacciones muy puntuales en el escenario sin proyecto, debido a que las actividades que generan algún tipo de variación en las condiciones organizativas de las comunidades son la agricultura, por cuenta de las asociaciones de productores que se conforman para defender los intereses de dicho gremio. Pese a que el epicentro de estas organizaciones son las cabeceras municipales de Pamplona y Pamplonita, estas se componen de los productores rurales y de las asociaciones conformadas para promover el desarrollo a través de la comercialización de los productos propios de las unidades territoriales.

Fotografía 8.50 Volante de Asopropamplonita

Fuente: http://aspropamplonita.blogspot.com.co/

La otra actividad que genera incentivos para la gestión y organización es la infraestructura vial, esto por cuenta de las Juntas de Acción Comunal que mantienen dentro de las propuestas para las alcaldías municipales, así como dentro de sus proyectos de autogestión el mejoramiento de la malla vial existente, por lo que el ámbito incorpora a todas las unidades territoriales del área de influencia.

Dentro de las unidades territoriales menores y básicamente en las instituciones educativas se destacan las asociaciones de padres de familia (Sabaneta Alta y El Naranjo) como escenarios fundamentales de discusión de las principales problemáticas locales de los niños y la juventud y en general de las familias. Aquí se convocan y analizan distintas dimensiones no solo educativas sino ambientales y de bienestar para la comunidad.

En todos los casos la naturaleza es positiva porque fungen como incentivos para la cohesión entre

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa
Medio	Socioeconómico

sectores de interés o de comunidades y propende por la gestión de las comunidades y/o agremiaciones ante las autoridades de tipo local o departamental y ante los proyectos de desarrollo propuestas por estas.

La intensidad es alta en todas las actividades, puesto que incide en las condiciones de vida de los habitantes y son los principales escenarios de participación en los sectores rurales y urbanos del área de influencia. La extensión es puntual ya que la influencia se ejerce principalmente en las agremiaciones que tienen intereses particulares, solo en las juntas de acción comunal la extensión puede a llegar a ser amplia ya que son escenarios donde se discuten asuntos que afectan a toda la comunidad.

Los efectos que se dan por las actividades de las organizaciones, asociaciones y juntas se observan fundamentalmente a mediano plazo ya que tienen que ver con cambios y modificaciones en las condiciones de vida que pueden no ser pasajeros, sino que perduran por algún tiempo
.
Las actividades mantienen un efecto indirecto sobre la modificación de la gestión y capacidad organizativa debido a que influye en la organización de las comunidades y respectiva gestión de una parte de productores agrícolas para mantener unas condiciones buenas de comercialización de sus productos y por parte de las JAC para el mantenimiento o mejoramiento de su infraestructura vial.

Así mismo, para los dos (2) ámbitos presentan un parámetro de disipación a mediano plazo debido a que las formas organizativas y las estructuras y modos de proceder son valores acogidos por las agremiaciones y comunidades que tardan un lapso de tiempo en desaparecer.

Fotografía 8.51 Convocatoria a reuniones a través de la JAC de El Alcaparral

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa
Medio	**Socioeconómico**
En la agricultura tradicional el impacto no es sinérgico puesto que no existen elementos particulares en el área de influencia que generen alteraciones en la gestión y capacidad organizativa de las comunidades. En la infraestructura vial y en las actividades educativas pueden incidir otros factores como autoridades locales o procesos más amplios y de carácter nacional que potencien las organizaciones de base.	Las organizaciones sociales de base desarrollan un cumulo de experiencia que son transmitidas por las directivas a las generaciones o directivas en los relevos de estas por tanto el efecto es acumulativo. A la par de lo anterior los proyectos y actividades que desarrollan estas organizaciones van potencializando sus resultados y manteniéndose en el tiempo y acrecentando sus resultados.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	
- Dos (2) Alcaldías Municipales - Nueve (9) Juntas de Acción Comunal - Tres (3) Asociaciones de Usuarios de Acueducto - Tres (3) Asociaciones de Padres de Familia - Una (1) Asociación de Madres Cabeza de Hogar - Una (1) Asociación de Productores Agrícolas - Dos (2) Veedurías ciudadanas conformadas en Pamplona - Un (1) Comité de Delegados de la Universidad de Pamplona	

Tabla 8.57 Generación de expectativas

Impacto	Generación de expectativas	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Poblamientos y asentamientos humanos	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha, El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	Irrelevante
Actividades comerciales		Irrelevante
DESCRIPCIÓN		
La generación de expectativas obedece a suposiciones, ideas, imaginarios, rumores y/o esperanzas sobre las posibilidades, beneficios y/o afectaciones que se prevén ante la ejecución de una intervención, acción o proyectos, generados en la comunidad. Implica la aparición de imaginarios positivos o negativos en la población, relacionados con las dinámicas propias de los territorios. Estas expectativas se generan en torno a las posibilidades de mejora de las condiciones de vida, bien sea por actividades propias de los pobladores o por agentes externos de carácter tanto público como privado. Es decir, pueden ser proyectos de desarrollo privado como proyectos productivos o de infraestructura, o pueden generarse expectativas ante políticas públicas nacionales o locales por ejemplo de vivienda o salud. La naturaleza de este impacto es negativa debido a que las necesidades de las comunidades son muchas y los recursos del Estado son limitados, esto es, que no satisfacen por completo las		

Impacto	Generación de expectativas
Medio	**Socioeconómico**
esperanzas y aspiraciones de los pobladores. En muchas ocasiones dichas expectativas ni siquiera llegan a obtener una respuesta, lo que configura un ambiente vulnerable a los conflictos por las solicitudes no atendidas de parte de instituciones o proyectos que llegan a los territorios. La intensidad de esta interacción es media, ya que al no cubrirse o llenarse las expectativas, se generan en las comunidades, frustraciones, pasivos y falta de participación o escepticismo frente a la intervención exógena. Cuando las expectativas no son cubiertas por los proyectos de desarrollo, los recursos invertidos pueden en determinado perderse o desviarse por la misma falta de interés y participación, debido a que las políticas públicas o los proyectos de cualquier índole, involucran a gran cantidad de personas y grupos sociales. La extensión es parcial porque el relacionamiento entre grupos humanos puede acrecentar los rumores y en consecuencia, ampliar la expectativa ya generada. Su efecto es directo por cuenta de que las expectativas no satisfechas repercuten directamente sobre las comunidades, por lo que es necesaria la implementación de programas de divulgación, información y planes de gestión social que minimicen el riesgo de generar pasivos al interior de las comunidades. En cuanto a las actividades comerciales (sobresalientes sobre todo en el Barrio El Buque y el sector curva Los Adioses de la vereda Alcaparral), estas están determinadas por condiciones económicas que son fluctuantes e impredecibles, lo que en ocasiones genera en productores y comerciantes de las áreas de influencia, pérdidas y bajas utilidades ante las inversiones hechas en sus actividades, por lo que la naturaleza de este impacto es negativa con una intensidad media. Puede tener una extensión media ya que la actividad comercial implica intercambios de bienes y servicios entre comunidades rurales y urbanas. Las actividades comerciales se dan sobre la base de un intercambio, si las expectativas no se cumplen estas se reflejan de manera inmediata pero fugaz ya que una vez terminada la transacción o el intercambio su efecto desaparece. Dentro de las actividades comerciales está implícita la posibilidad de obtener utilidades o no por el fluctuar de la misma economía, por lo que la misma actividad comercial es constante y repetitiva (reproduce el sistema económico dominante). Aunque las comunidades esperen de sus actividades comerciales un progreso y una mejora en sus condiciones de vida que en ocasiones no se cumplen, las actividades comerciales no cesan y su misma dinámica genera que en el corto plazo pueda haber un repunte en las utilidades.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
El impacto no es sinérgico porque no hay factores que multipliquen su efecto o causas que se junten para crear un efecto mayor.	Este impacto no es acumulativo, debido a que las expectativas bajan en la medida en la que las comunidades se informan o los proyectos y programas se plasman en realidades tangibles y concretas.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	
No aplica	

Tabla 8.58 Generación de nuevos conflictos

Impacto	Generación de nuevos conflictos	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Poblamientos y asentamientos humanos	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja, La Hojancha y Simón Bolívar)	Moderado
Actividad educativa	Unidades territoriales menores (El Buque y San Luis)	Moderado

DESCRIPCIÓN

La generación de nuevos conflictos se relaciona con la diferencia de intereses entre los grupos sociales existentes en un territorio y que generan confrontaciones de carácter social, político, económico, ambiental, generando diferencias a nivel individual y colectivo propias de la dinámica social de los grupos humanos, es un cambio en las condiciones presentes de las comunidades.

Este tipo de impactos se presentan en cada una de las unidades territoriales menores ya que en ellas se desarrollan actividades productivas, relaciones sociales, aprovechamiento de los recursos y de relaciones con las entidades públicas y privadas, las cuales son cambiantes en todo momento.

La generación de conflictos puede llevar a la pérdida de procesos y experiencias para las comunidades, por lo que su naturaleza es negativa, y para los ámbitos de manifestación definidos, toma una importancia moderada.

Al tener en cuenta la información proporcionada por las comunidades a través de las fichas de caracterización, se encuentra que los barrios El Buque y San Luis, refieren situaciones de conflicto dada la existencia de la Universidad de Pamplona. Allí se generan una serie de protestas y marchas propias de las Universidades del país con el propósito de exigir mejoras en la calidad de la educación pública o de mayores recursos. Algunas otras ocasiones son marchas por la paz o reivindicatorias del movimiento estudiantil universitario. En todo caso se pueden calificar de naturaleza negativa y una extensión parcial dado que, aunque el plantel se localiza en el Barrio El Buque, las acciones de protesta irradian al Barrio San Luis que, por su cercanía, alcanza a recibir los efectos de dicha movilización social, con la cual se altera la cotidianidad y vida productiva de las comunidades.

Cabe mencionar que en las veredas Sabaneta Alta, Ulagá Baja y El Naranjo, no refieren la existencia de conflictos que alteren el bienestar de sus habitantes. Sin embargo, dentro del ámbito de manifestación se incluyen dichas unidades territoriales dado que el conflicto es inherente a cualquier tipo de relacionamiento entre humanos y ante cualquier situación puede potencializarse. Finalmente, se señala que en el barrio Simón Bolívar, manifiestan la existencia de conflictos asociados al uso de sustancias psicoactivas en lugares públicos, mientras que, en las demás unidades territoriales, los hechos de conflicto se relacionan con delincuencia común y delimitación de veredas.

Otro aspecto que se tiene en cuenta para la definición de los ámbitos de manifestación y la valoración del impacto se relaciona con la llegada de población venezolana como consecuencia de la crisis sociopolítica del vecino país. De manera específica, las comunidades de las veredas Sabaneta Baja, La Hojancha y El Naranjo, refieren ser receptoras de dicha población. En consecuencia, la demanda de servicios públicos, sociales y oportunidades laborales, puede influir que genere un nuevo conflicto en el territorio.

Su extensión es parcial dado que las situaciones que influyen en los conflictos pueden presentarse

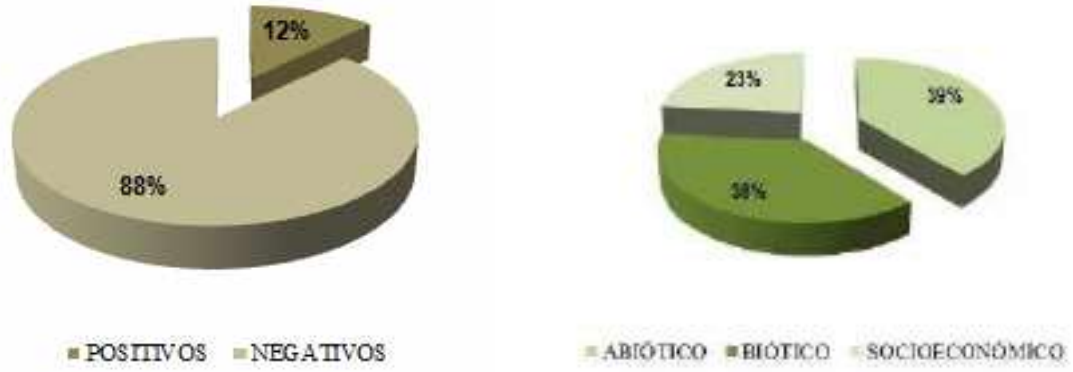
Impacto	Generación de nuevos conflictos
Medio	**Socioeconómico**
en varias unidades territoriales. El tiempo que transcurre para ver el efecto de un conflicto por lo general es menor a un año, por tanto, su momento es inmediato y su duración es fugaz y recuperable a corto plazo. Las repercusiones o efectos se manifiestan directamente sobre las relaciones económicas y sociales y no hay certeza en la aparición de sus efectos, por tanto, su periodicidad es irregular.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
El impacto es sinérgico puesto que pueden existir factores particulares que potencien los conflictos.	Este impacto es de tipo acumulativo debido a que pueden existir dificultades como falta de liderazgo o falta de diálogo en la resolución de conflictos que llevan a que los mismos se vayan acrecentando.
INDICADOR DE LÍNEA BASE	
No aplica	

8.2.3 Síntesis evaluación escenario sin proyecto

En el escenario sin proyecto se identificaron y evaluaron en total doce (12) actividades y una (1) condición natural, donde se presenta un total de dos cientos cincuenta y dos (252) interacciones entre las actividades-impactos-ámbitos de manifestación, de las cuales doscientos veinte y dos (222) son de naturaleza negativa, correspondiendo al 88%; y treinta (30) de naturaleza positiva; y aproximadamente el 12% restante sobre el total de interacciones, presentados en un total de treinta (30) impactos evaluados.

De acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental en el escenario sin proyecto (Ver Figura 8.14), se obtiene que en el medio abiótico se evaluaran 98 interacciones (39%), seguido por el medio biótico con 95 interacciones (38%) y en menor proporción el medio socioeconómico con 59 interacciones (23%).

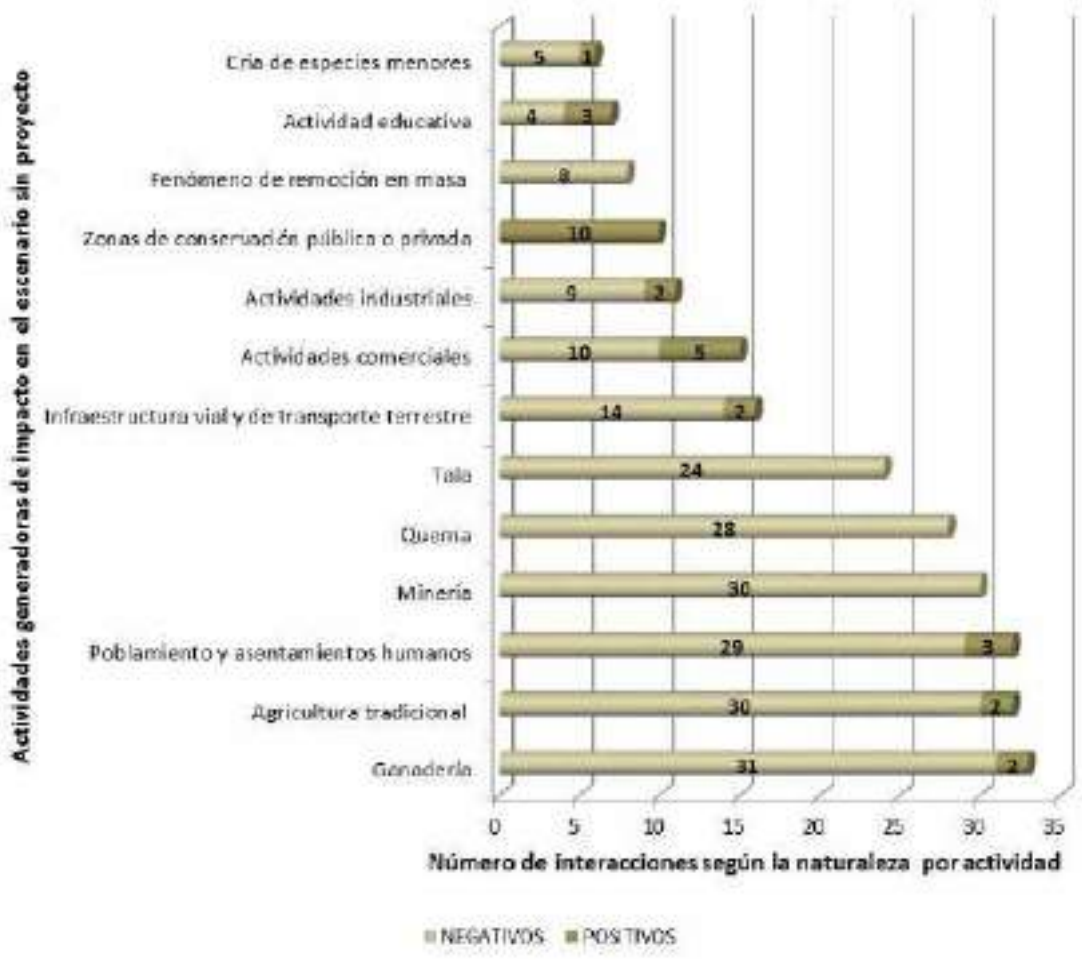
Figura 8.14 Distribución de interacciones según su naturaleza y su medio - escenario sin proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la Figura 8.15 se presentan las actividades generadoras de impacto en el escenario sin proyecto, teniendo en cuenta la naturaleza de las interacciones, obteniendo a la ganadería, agricultura tradicional y poblamiento y asentamientos humanos como las actividades que tienen la mayor cantidad de interacciones, debido a los cambios generados en los elementos agua superficial, áreas sensibles, atmósfera, biota acuática, ecosistemas, fauna, flora, geomorfología, paisaje, suelo, y dimensión demográfica, económica y espacial.

Figura 8.15 Distribución de interacciones según la naturaleza por actividad - escenario sin proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

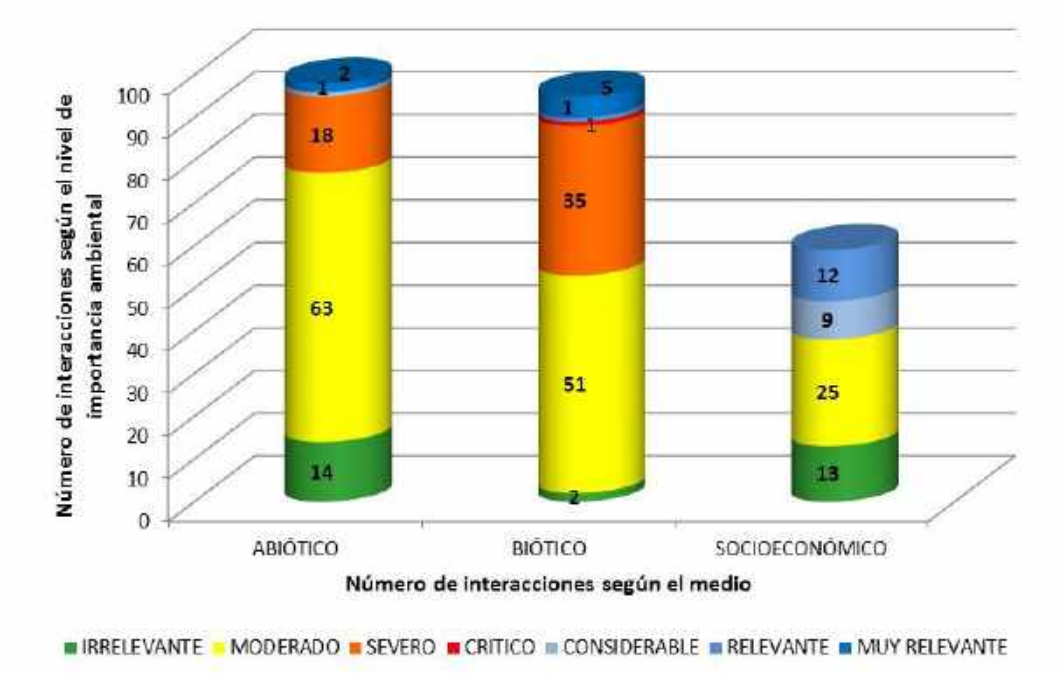
Según la distribución en los índices de importancia ambiental en la Figura 8.16, donde se presenta la mayor parte de las interacciones son negativas, con el 55,16% en nivel moderado, seguido por el nivel severo con el 21,03% y en nivel irrelevante con el 11,51%; para las interacciones positivas se encuentra el 3,97% en nivel considerable, el 5,16% en nivel relevante y en el 2,78% muy relevante.

Figura 8.16 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental - escenario sin proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En cuanto a la distribución de interacciones por medio según el nivel de importancia ambiental en el escenario sin proyecto, se observa en la Figura 8.17 que el medio abiótico obtuvo la mayor cantidad de interacciones identificadas y evaluadas, con 98 interacciones y correspondiendo al 38,88%; seguido por el medio biótico con 95 interacciones, representadas en el 37,69%; y por último pero no menos importante, el medio socioeconómico con 59 interacciones, constituyendo el 23,41% restante, sobre el total de interacciones en el escenario sin proyecto, aclarando que el conjunto de interacciones está directamente determinado por el número de impactos y ámbitos de manifestación asociados, los resultados obtenidos son relativos, en tanto su grado de incidencia se observará en detalle en la zonificación cartográfica de los impactos.

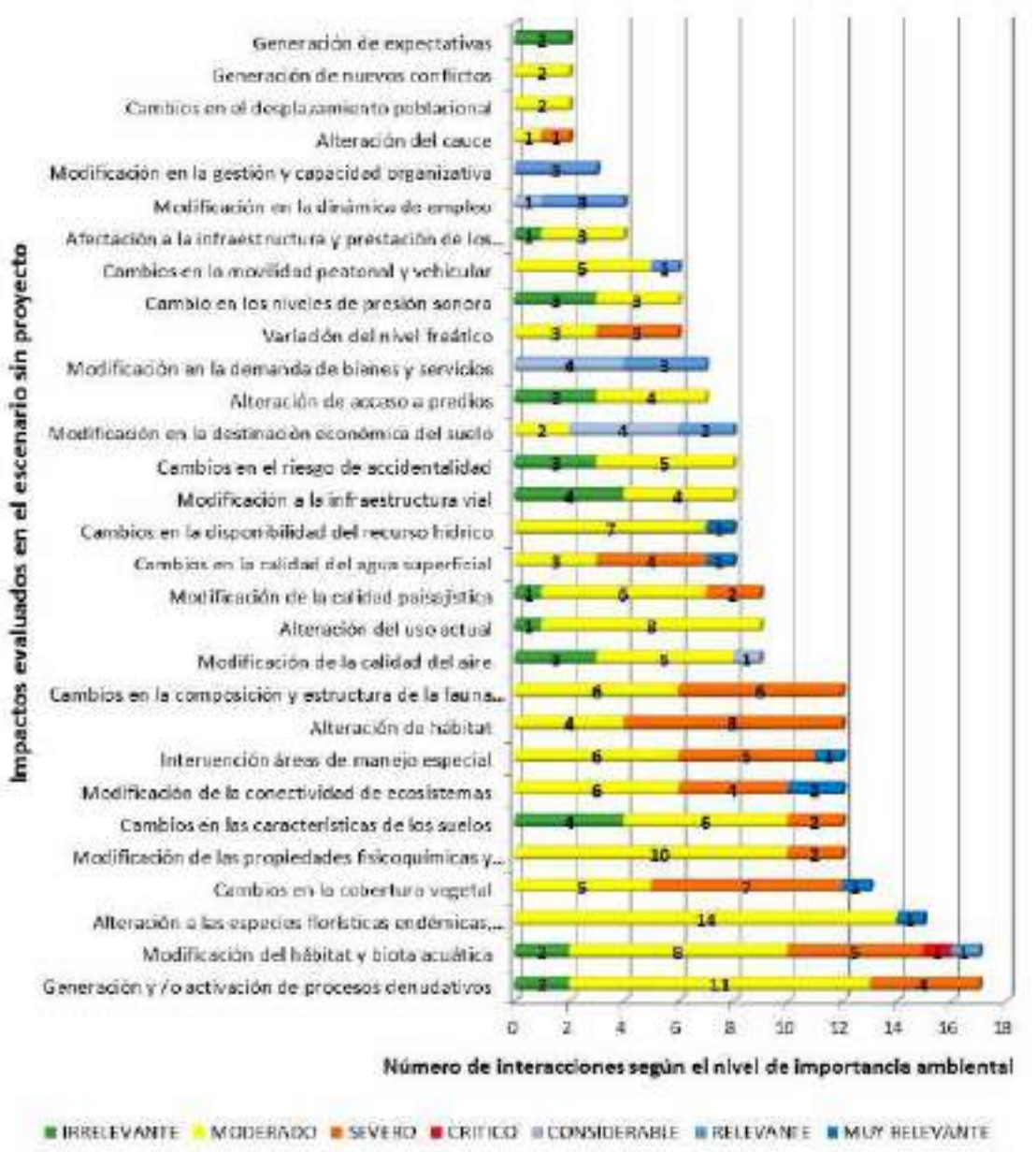
Figura 8.17 Distribución de interacciones por medio según el nivel de importancia ambiental- escenario sin proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la Figura 8.18 se presentan los impactos identificados y evaluados en el escenario sin proyecto y su distribución en los rangos establecidos de importancia ambiental. Entre los impactos con naturaleza negativa y con mayor número de interacciones, corresponden a la Generación y/o activación de procesos denudativos y deslizamientos y a la Modificación del hábitat y biota acuática, seguidos por la Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural y Cambios en la cobertura vegetal, entre otros.

Figura 8.18 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental en cada impacto en el escenario sin proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3 ESCENARIO CON PROYECTO

El análisis del escenario con proyecto considera la identificación y valoración de los potenciales efectos que se pueden generar en las diferentes actividades de las etapas del proyecto sobre el entorno, ya sea sobre elementos físicos, bióticos o socioeconómicos.

En primera instancia se realiza una descripción general de las actividades requeridas para la ejecución del proyecto en sus diferentes fases; una vez descritas se presentan los impactos identificados y valorados, y su relación causa-efecto por cada medio y finalmente se realiza una síntesis de los hallazgos más relevantes para dar paso a la zonificación de impactos significativos y al análisis de impactos residuales e impactos acumulativos.

Tabla 8.59 Actividades generadoras de impactos en el escenario con proyecto

ACTIVIDADES	Definición
ETAPA PRECONSTRUCTIVA	
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Proceso de concertación con los propietarios de cada uno de los predios que posiblemente se van a ver afectados por las actividades del proyecto, con el propósito de llegar a negociaciones necesarias para la construcción de las obras planteadas. Esta faja varía según la categoría de la vía, conforme lo establece el artículo 2º de la Ley 1228 de 2008: Artículo 2o. Zonas de Reserva para Carreteras de la Red Vial Nacional. Establézcanse las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional: 1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros. 2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros. 3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros Parágrafo. El metraje determinado en este artículo se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. Para el caso específico corresponde a carreteras de primer orden. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior.
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Gestión desarrollada por el contratista para llevar a cabo la reubicación de infraestructura (servicios públicos y/o sociales) presente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto o que pueda interferir con las actividades de este.
Contratación y capacitación del personal	Desarrollo de las estrategias de concertación entre la empresa operadora o contratistas y las comunidades del área de influencia, con el fin de contratar y capacitar el personal requerido para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto. La instrucción está enfocada en conocimientos específicos relacionados con la labor a realizar, aspectos de la organización, formación básica en salud ocupacional, seguridad industrial y cuidado del medio ambiente.
ETAPA CONSTRUCTIVA VÍA	
Adecuación de accesos	Para llegar adecuadamente a todos los frentes de trabajo y/o sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario adecuar accesos para maquinaria y personal. Por la condición de vías veredales nuevas. Estas adecuaciones corresponderán exclusivamente a intervenciones sobre la capa de rodadura mediante la conformación de afirmado.

<table>
<tr><th>ACTIVIDADES</th><th>Definición</th></tr>
<tr><td>Construcción de accesos</td><td>Para llegar adecuadamente a todos los frentes de trabajo y/o sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario crear accesos de corta longitud desde las vías industriales existentes para maquinaria y personal.</td></tr>
<tr><td>Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos</td><td>La movilización y transporte de materiales, personal, equipos y maquinaria, relacionados con las actividades propias de la construcción. Generalmente el transporte se realiza en camabajas, doble troques, camiones, volquetas y vehículos livianos.</td></tr>
<tr><td>Materialización y replanteo (Topografía)</td><td>Corresponde a la materialización en el terreno del trazado, así como de todas las obras de arte y de geotecnia preventiva de acuerdo con los planos de diseños civiles detallados.</td></tr>
<tr><td>Captación de agua</td><td>Se requiere el aprovechamiento de recurso hídrico superficial presente en el área del proyecto para elaboración de concretos, hidrataciones y lavados a nivel general. Se contempla una franja de captación cuyas coordenadas se relacionan en la Tabla 8.60.

Tabla 8.60 Coordenadas Franja de Captación UF1
<table>
<tr><th>Id</th><th>Nombre de la fuente</th><th>Este</th><th>Norte</th></tr>
<tr><td rowspan="8">C11</td><td rowspan="8">Rio Pamplonita</td><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td></tr>
<tr><td>1159593,987</td><td>1307796,500</td></tr>
<tr><td>1159592,450</td><td>1307794,503</td></tr>
<tr><td>1159588,108</td><td>1307788,464</td></tr>
<tr><td>1159584,653</td><td>1307790,887</td></tr>
<tr><td>1159589,421</td><td>1307797,914</td></tr>
<tr><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td></tr>
</table>
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.</td></tr>
<tr><td>Vertimientos</td><td>Se debe disponer de manera adecuada el agua residual procedente del lavado de cubas de hormigón, lavado de maquinaria, lavado de planta de machaqueo, lavado de planta de asfaltos, lavado de planta de hormigón.

Se contemplan dos puntos de vertimiento localizados en: Punto V10: E = 1159590,6; N = 1307798,65; Localizado sobre el río Pamplonita. Y Punto V13 E = 1159173,33; N = 1309628,47; Localizado sobre la quebrada San Antonio.</td></tr>
<tr><td>Desmonte y limpieza</td><td>Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural, removiendo la cubierta vegetal, en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial junto con las zonas o fajas laterales reservadas para la vía y áreas asociadas. Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.</td></tr>
<tr><td>Demolición y retiro de estructuras</td><td>Demolición total o parcial de estructuras en las zonas requeridas del proyecto, y la remoción y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Incluye también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre y otros obstáculos.</td></tr>
<tr><td>Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación</td><td>Estas actividades consisten en cortar, excavar, remover y cargar, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto. También se incluyen acciones como escarificar, nivelar y compactar el terreno, con materiales apropiados de acuerdo con los diseños realizados.</td></tr>
</table>

ACTIVIDADES	Definición
Construcción de obras de drenaje	TUBERÍAS Y BOX COULVERT: consiste en el suministro, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías y marcos de hormigón in situ o prefabricado. DISIPADORES DE ENERGÍA Y SEDIMENTADORES: consiste en la construcción de estructuras cuya finalidad es reducir la velocidad del flujo de una corriente de agua, para reducir los riesgos de erosión en los elementos que sea de interés para el proyecto y producir una retención dentro de la estructura, de los sedimentos suspendidos. Los disipadores de energía y los sedimentadores se clasifican de acuerdo con el tipo de construcción y a sus elementos constitutivos. Estos pueden ser en gaviones o en concreto ciclópeo. En todos los casos, la construcción comprende el suministro de materiales y equipos, así como la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas de concreto y mortero, colocación de gaviones, acabado y curado de las obras. SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR Esta especificación se refiere al uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo. DRENES HORIZONTALES EN TALUDES: Los drenes horizontales de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de cortes y eventualmente en terraplenes. CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO: consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto prefabricadas o fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte para aliviar la presión de poro. Este trabajo comprende la perforación de poro. Este trabajo comprende la perforación de barrenos en los taludes del proyecto, la instalación de tubería perforada en los mismos, con o sin recubrimiento exterior de la tubería perforada con un geotextil, en los sitios establecidos en los planos o en los que indique el Interventor. ZANJAS DE CORONACIÓN DE TALUDES: consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto fundidas en el lugar, con sacos de suelo-cemento o revestidas con geomembranas. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte para aliviar la presión de poro. Comprende obras como zanjas de coronación para minimizar el accionar de las aguas de escorrentía, la inducción vegetal mediante técnicas forestales como la empradización, la siembra de semillas, las fajinas, los biomantos, la siembra arbustiva, etc. (actividades que se acometerán cuando las condiciones técnicas así lo requieran). Dado el posible comportamiento previamente analizado, puede comprender además obras preventivas y de reforzamiento estructural como son los trinchos, los pernos para anclaje o “amarre” y los muros de confinamiento. Con respecto a obras de estabilización, se hace referencia principalmente a muros de contención de taludes de corte o de terraplén, los cuales se pueden ejecutar de diversas formas y materiales (concreto reforzado, concreto simple, gavión, entre otros).

ACTIVIDADES	Definición
Construcción de estructuras de concreto	Consiste en el suministro de materiales, fabricación, instalación, vibrado, curado y acabados de los concretos requeridos, para la construcción de cunetas, alcantarillas, box culverts, muros de contención, entre otras obras de concreto.
Construcción de estructuras de pavimento	Consiste en la colocación, nivelación y compactación de cada uno de los componentes que conformarán la estructura del pavimento, incluyendo la compactación de base y subbase y colocación de la capa de rodadura.
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES: consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos. Se consideran como opciones de protección, el trasplante de césped, la colocación de tierra orgánica (material vegetal) y la hidrosiembra controlada. PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSIÓN: Se refiere al uso e instalación de sistemas para control de erosión que faciliten el establecimiento de la vegetación natural en taludes o laderas geotécnicamente estables, con el objetivo de controlar el proceso erosivo. Considera la instalación de productos enrollados para control de erosión (PECE). RECUBRIMIENTO DE TALUDES CON MALLA Y MORTERO: consiste en la protección de taludes utilizando malla de alambre de acero y mortero de cemento Portland. ANCLAJES PASIVOS: Hace referencia a los sistemas de refuerzo de los taludes mediante la instalación de barras de acero y lechada de concreto, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o rocas inestables ante la ejecución de cortes viales. ANCLAJES ACTIVOS: Hace referencia a los sistemas de estabilización de taludes mediante la utilización de torones de acero pretensado e inyecciones de lechada de concreto en el bulbo, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o rocas inestables ante la ejecución de cortes viales. PANTALLAS ANCLADAS: Es un sistema en el cual se utilizan elementos estructurales (pilotes) junto con sistemas de anclajes activos con el propósito de contener grandes masas de suelo inestables que puedan afectar la operación de la vía.
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Corresponde al retiro de materiales residuales provenientes de la construcción de la vía y del túnel y los escombros generados por la demolición de infraestructura social. Consiste en el desmonte de la capa vegetal existente, la limpieza del terreno, el movimiento de tierra para permitir el acceso de las volquetas y equipos , la construcción de las estructuras de contención (gaviones, muros, etc.) las cual en su mayoría deben ser ubicadas en la pata del ZODME, con el objeto de controlar los posibles deslizamientos del material dispuesto, construcción de drenajes como filtros longitudinales y transversales que sirven para conducir el agua a fuera, el material es dispuesto extendiendo y compactándolo por capas según indicaciones del geotecnista en terrazas para facilitar la disposición y compactación del material que disminuye la superficie y el grado de pendiente, otra tarea es la conformación de taludes, la cual consiste en disponer y compactar el material con pendiente específica, la construcción de las bermas y cunetas de coronación las cuales se construyen cuando se alcance la altura específica para la terraza y se debe adecuar la berma con el objetivo de conducir las aguas lluvias. Para la UF 1 se han proyectado aproximadamente la construcción de 8 ZODMES, las cuales combinadas tendrán una capacidad total estimada de 832.826 m³.

ACTIVIDADES	Definición
Recuperación de áreas intervenidas	Adecuación geotécnica y paisajística de las áreas intervenidas como: sitios de disposición temporal de escombros, en sitios de acopio y accesos.
Señalización y demarcación definitiva	Realización de la demarcación de los carriles, señalización vertical y estructuras de contención y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad vial.
Limpieza y cierre final	Una vez finalizada la etapa de construcción, se procederá al desmantelamiento de los equipos y demás infraestructura instalada.
ETAPA CONSTRUCCIÓN TÚNEL	
Portales de entrada y salida	Comprende actividades como limpieza y descapote del área a cortar, seguido de corte de la roca o suelo hasta donde las condiciones geomecánicas de la roca lo permitan. En el sitio de emportalamiento se realizará la protección de los taludes adyacentes colocando concreto lanzado con fibra y perforando drenajes o mechinales para aliviar la carga hidráulica existente en el frontón, también se perforará e instalaran bulones de anclaje para mejorar las condiciones de soporte del terreno si lo amerita. En el patio de maniobras se dispondrá de un área de plataforma para operación del equipo y se construirán las cunetas necesarias para el manejo de agua superficial. El área estimada de excavación para los portales de entrada y salida del túnel localizado en la UF1 es del orden de 7555m² para el portal localizado en la abscisa K60+075, y de 1530m² aproximadamente para el portal localizado en la abscisa K58+745.
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Comprende la actividad de adquisición, manejo y transporte de material detonante. y la implementación de medidas de seguridad estarán a cargo de un tercero autorizado con Plan de Contingencia vigente. Mensualmente se presentará al Ministerio de Defensa informes de ingreso, consumo por frente de trabajo y saldo de todos los materiales explosivos empleados en actividades de excavación subterránea. Se considera la adecuación del Polvorín ubicado en la vereda Alcaparral en el sitio de coordenadas E = 1.159.122,17, N = 1.309.186,45, en una superficie de 0,27ha. El sitio de acopio y almacenamiento temporal de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel de la UF1 se encuentra localizado en inmediaciones del portal Norte para el manejo de estos hacia el túnel y los puntos de perforación correspondientes.
Excavación emboquilles	Terminado el reforzamiento de los portales se procede a la instalación de paraguas de micropilotes con longitudes que varían entre 6 y 12 metros compuestos por tubería metálica de diámetro 88,9 mm y separados 0,40 m. Estos micropilotes atravesaran material aluvial de bajo sostenimiento y se traslaparan 3 metros hasta que se logre el contacto con roca de mejor autosoporte. Estos micropilotes se dispondrán radialmente y su objetivo es proteger la zona de techo o bóveda de la excavación, como complemento a este sostenimiento se colocarán cerchas tipo HEB 100 o HEB 160 y se reforzara finalmente con concreto lanzado. En el acceso propiamente al túnel se puede considerar una estructura de protección tipo visera conformada por tres arcos metálicos y revestidos con chapa metálica y concreto lanzado para evitar impactos por desprendimientos en taludes.
Excavaciones por perforación y voladura	Previa demarcación topográfica y una vez calificado el tipo de terreno a excavar se procederá a perforar con Jumbo una plantilla prediseñada que debe contener número de taladros a perforar, cantidad de carga a emplear, numero de retardos para lograr la rotura y fragmentación del material, así como el factor de carga requerido conforme al tipo de terreno que se está excavando. La excavación será atacada de modo que en una primera etapa se realizará la excavación de bóveda y en un ciclo posterior cuando la bóveda ya este avanzada se dará ejecución a la excavación de la destroza complementándose con el soporte respectivo.

ACTIVIDADES	Definición
Desescombro	Realizado el ciclo de voladura se realizarán labores de saneo desprendiendo mediante el uso de barretas de aluminio aquellos materiales que no han terminado de desprenderse del terreno natural, igualmente se verificara que no hayan quedado cargas o residuos de explosivo que ofrezca peligro de detonación. Finalmente, se dispondrá de una pala cargadora que hará el cargue del material producto de la voladura a camiones que lo transportaran inicialmente hasta la boca del túnel y en segundo término hacia los zodmes aprobados para su almacenamiento.
Instalación de ventilación e iluminación	Para la evacuación de los gases y humos generados por los equipos de construcción y las voladuras, se instalará un sistema de ventilación por equipos en serie con la capacidad requerida, unidos por ductos de ventilación, los cuales se irán instalando en la medida en que avancen las excavaciones de cada túnel. Estos equipos y ductos se instalan en la clave del túnel. También se instalarán provisionalmente luminarias que permitan identificar maquinaria o mano de obra distribuida a lo largo del túnel, así como puntos específicos sean nichos, apartaderos, o estaciones de bombeo.
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	SOPORTE: Terminado el desescombro se procederá conforme a la clasificación del terreno a colocar el tipo de sostenimiento prediseñado en su orden concreto lanzado, bulones de anclaje y cerchas metálicas o celosías, en la medida que el terreno vaya empeorando su calidad autoportante será necesario implementar refuerzos en contra bóveda ya sea con estructura metálica o concreto. IMPERMEABILIZACIÓN: Finalizado el ciclo de sostenimiento temporal del túnel compuesto por concreto lanzado, bulones y cerchas se puede dar inicio a la instalación de geotextil de 400gr/m2 y lamina PVC de 2 mm de espesor los cuales se utilizarán para recoger todas las aguas de infiltración provenientes de la excavación. Estas aguas serán conducidas inicialmente en tuberías de 4" de diámetro y de allí serán conectadas a una red principal de 400 mm que llevara este caudal hacia el exterior del túnel. El objetivo final es que estas aguas no tengan contacto con el concreto de revestimiento. REVESTIMIENTO: Se refiere al proceso de recubrimiento primario con concreto lanzado tipo gunita, previa instalación de armadura que puede estar compuesta por malla electrosoldada o por aceros redondos de 1/2" según lo determine el diseño final. También incluyen las inyecciones de estabilización y sellado hidráulico que se prevén como medidas de mitigación para protección ante infiltración de aguas en el túnel.
Manejo de aguas	Corresponde al manejo adecuado de las aguas procedentes de la excavación e infiltración del túnel, mediante un sistema de tratamiento definido por floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos en el V13 E = 1159173,33; N = 1309628,47; Localizado sobre la quebrada San Antonio. Así mismo, el vertimiento V10 cuenta con un sistema de tratamiento asociado a trampa de grasas, sedimentación y secado de lodos.
Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación	Corresponde a la instalación de equipos de medición de convergencia, deformaciones, movimientos laterales, presiones, esfuerzos e instalación de equipos de ventilación temporal durante la construcción. De igual manera corresponde a la instalación de equipos electromecánicos para ventilación definitiva, sistemas contra-incendio, señalización, iluminación y comunicaciones para la puesta en operación del túnel.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.1 Descripción y evaluación de impactos del escenario con proyecto

8.3.1.1 Medio Abiótico

Tabla 8.61 Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Movilización y transporte de	Drenajes sencillos	MODERADO

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
materiales, maquinaria y equipos		
Vertimientos	Rio Pamplonita y Quebrada San Antonio	MODERADO
Desmonte y limpieza	Drenajes sencillos	SEVERO
Demolición y retiro de estructuras	Drenajes sencillos	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes sencillos	MODERADO
Construcción de obras de drenaje	Drenajes sencillos	MODERADO
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Drenajes sencillos	MUY RELEVANTE
	Rio Pamplonita	MUY RELEVANTE
Recuperación de áreas intervenidas	Drenajes sencillos	MUY RELEVANTE

Descripción general del impacto

La calidad del agua se refiere al conjunto de características químicas, físicas y biológicas del agua. Se trata de una medida de la condición del agua relacionada con los requerimientos de las especies bióticas o las necesidades humanas según su propósito. La calidad del agua puede ser alterada por diversos factores, entre ellos se encuentran los vertimientos según el punto de descarga que pueden ser de dos tipos: Localizados y No localizados. Los primeros corresponden a vertimientos donde se conoce el punto de descarga, que para el caso del área de estudio se sitúa sobre el Rio Pamplonita. Los vertimientos no localizados son aquellas donde no se puede precisar un punto concreto de descarga, esto tiene que ver con el depósito de sedimentos transportados por la escorrentía de los cauces de las corrientes hídricas asociados a áreas intervenidas por excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos, compactación, demolición y/o construcción de obras de drenaje. Por otro lado, el desmonte y limpieza de las áreas que ocuparán las obras del proyecto y que se generan por la construcción de los accesos temporales pueden generar sólidos suspendidos que posiblemente afecten la calidad del agua de no tomar medidas para su protección, además la mala disposición y almacenamiento temporal de los materiales es sujeto de posible contaminación de las fuentes hídricas.

A continuación, se presentan los escenarios donde puede alterarse la calidad del agua superficial:

- Desmonte y limpieza – Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación

Para las intercepciones con los cuerpos de agua se realizarán ocupaciones de cauces permanentes o temporales (las vías de acceso a ZODMES se consideran de carácter temporal por el tiempo de construcción por lo que las ocupaciones de cauces relacionadas con estas también lo son). Es importante añadir que el vadeo no se permitirá sobre ninguna de las corrientes hídricas (de ser estrictamente necesario deberá consultarse y aprobarse por el interventor, además únicamente podrá considerarse viable en cauces secos), tampoco será permitido el almacenamiento de residuos de construcción y demolición – RCD sobre las fuentes hídricas.

Para la preparación del terreno requerida para el desarrollo de procesos constructivos es necesario llevar a cabo las actividades de desmonte y limpieza del terreno natural donde se desarrolle la remoción de la cubierta vegetal, la cual incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de vegetación.

Junto con la actividad descrita anteriormente, es necesario llevar a cabo excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación. Los efectos de estas actividades son suelos desnudos a la intemperie, mediante los cuales la escorrentía transporta sedimentos y toda sustancia en la superficie del suelo a las corrientes hídricas objeto de intervención, alterando así las características físicas, químicas y/ biológicas de las fuentes receptoras.

1. Cambios en la calidad del agua superficial		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

La pérdida de suelo en las cuencas se da en tres fases: remoción de partículas del suelo, transporte y depósito del material sólido (sedimento). Estos viajan desde las partes altas de las cuencas hacia las más bajas. La erosión de las partículas del suelo se puede clasificar en erosión laminar, de canalillos, en cárcavas y en canales.

El transporte de sedimentos puede ser de dos formas básicas: de fondo y en suspensión. En el primero se transportan partículas gruesas mientras que en la segunda se da transporte de material fino proveniente de la erosión laminar y de canales. Este está constituido por material de lavado principalmente. Dentro de los principales factores que influyen en la perdida de suelo está la cobertura vegetal, que es uno de los más importantes factores en la erosión de los suelos condicionando el aporte de sedimento. Los sistemas radiculares de los pastos y árboles mantienen el suelo en su sitio e incrementan la infiltración, la cual puede reducir la erosión en un 75%.

Además, la vegetación es efectiva en cuanto a la absorción de la energía cinética contenida en las gotas de agua, así como la disminución del escurrimiento superficial y velocidad del viento. Por lo tanto, la presencia de cobertura vegetal además de proteger el suelo contra la erosión de impacto también le brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y por ende su poder erosivo (UNESCO,2010). Dentro de las consecuencias de la erosión de los cauces producto de actividades que requieran el retiro de la cobertura de los suelos asociados, se encuentra la sedimentación de ríos, lagos o embalses y el transporte de agroquímicos a fuentes de agua. En el área de estudio los cuerpos de agua principalmente afectados son las corrientes menores afluentes del río Pamplonita, las cuales se consideran más vulnerables y con menor capacidad de asimilación de elementos contaminantes.

De acuerdo con lo anterior, se espera que el principal agente contaminante sean sedimentos, los cuales en el agua se identifican como sólidos suspendidos totales – SST y sólidos sedimentables – SSED. También es posible la contaminación por grasas y aceites e hidrocarburos provenientes de la maquinaria que se encuentre en operación durante la construcción del proyecto.

- Demolición y retiro de estructuras

Durante la demolición se generarán residuos de construcción y sedimentos a lo que se suma la necesidad de preparar el terreno para la demolición.

Bajo el escenario anterior puede haber migración de RCD y sedimentos a los cauces y láminas de aguas alterando su calidad. En el área de influencia de la UF1 será conformados los siguientes ZODMES.

Tabla 8.62 ZODMES en UF1

ZODME	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Capacidad de acopio aproximada (m³)
	Este	Norte	
VER118	1.160.240	1.312.011	263.010
VER121	1.159.624	1.311.770	55.447
VER124	1.159.380	1.309.418	71.914
VER131	1.158.778	1.309.956	52.504
VER144	1.156.914	1.308.926	35.222
VER 148	1.156.610	1.309.833	38.058
VER 156	1.155.870	1.311.162	112.452

VOLÚMENES TOTALES	628.607

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

La adecuación de las Zodmes requiere actividades de preparación del terreno que requieren el desmonte de la capa vegetal existente y la limpieza del terreno las cuales generan los impactos sobre la calidad del agua con relación a generar suelos desnudos a la intemperie con mayor vulnerabilidad a la erosión que dan lugar a procesos erosivos que aportan material disgregado y transportado por la escorrentía hacia las corrientes hídricas.

- Cruce de cuerpos hídricos en construcción de obras de drenaje y movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos.

En total, 632,5 m de drenajes se encuentran dentro del área de intervención de la UF1. A partir de esto, se solicitará ocupación de cauce a cuatro fuentes hídricas interceptadas, relacionados en la Tabla 8.63.

Tabla 8.63 Cruces de trazado de diseño y accesos con fuentes hídricas

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)	Este	Norte
UF-1-EJE 68-OH-00+100	OC_00+100	NN-25	Ø1.20m	1159615,94	1307972,55
				1159615,67	1307972,22
				1159624,77	1307964,60
				1159625,01	1307964,89
				1159628,61	1307961,87
				1159628,48	1307961,71
				1159626,40	1307961,11
				1159626,28	1307960,95
				1159623,60	1307963,20
				1159623,84	1307963,50
				1159614,74	1307971,12
				1159614,46	1307970,79
				1159612,93	1307972,07
				1159614,41	1307973,83
UF-1-OH-56+325	OC_56+325	NN-25-1	Ø0.91m	1159707,51	1308028,26
				1159707,12	1308028,04
				1159717,35	1308009,83
				1159717,70	1308010,03
				1159720,40	1308005,23
				1159718,73	1308004,29
				1159716,04	1308009,09
				1159716,39	1308009,29
				1159706,15	1308027,50
				1159705,77	1308027,29
				1159704,79	1308029,03
				1159706,54	1308030,01
UF-1-OH-56+840	OC_56+840	NN-27	Ø1.20m	1159700,99	1308473,13
				1159700,76	1308473,43

1. Cambios en la calidad del agua superficial						
Actividad			**Ámbito de manifestación**		**Importancia**	
					1159705,83	1308477,25
					1159707,06	1308475,42
					1159702,09	1308471,68
					1159701,86	1308471,99
					1159684,00	1308458,54
					1159684,23	1308458,23
					1159684,07	1308458,11
					1159683,73	1308457,17
					1159683,55	1308457,24
					1159680,74	1308459,58
					1159680,72	1308459,78
					1159682,72	1308459,91
					1159682,88	1308460,03
					1159683,13	1308459,69
	UF-1-OH-57+030	OC_57+030	NN-27-1-1	Ø1.20m	1159649,87	1308639,95
					1159650,07	1308640,27
					1159652,78	1308638,57
					1159651,62	1308636,70
					1159648,91	1308638,39
					1159649,11	1308638,72
					1159638,08	1308645,61
					1159638,03	1308645,34
					1159636,06	1308645,70
					1159636,47	1308647,96
					1159638,44	1308647,61
					1159638,35	1308647,14

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

El proyecto no presenta intercepción sobre fuentes hídricas lenticas.

Se espera que el principal agente contaminante al agua sean sedimentos, como sólidos suspendidos totales – SST y sólidos sedimentables – SSED. También es posible la contaminación por grasas y aceites e hidrocarburos provenientes de la maquinaria que se encuentre en operación durante la construcción del proyecto.

- Vertimientos

Los vertimientos de ARnD producto de las actividades constructivas y más específicamente relacionadas con el lavado de tambores, cunetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto, se plantean ser vertidos en el río Pamplonita y en la quebrada San Antonio, ambos de la vereda Alcaparral en el municipio de Pamplona. Por otra parte, el vertimiento producto de las aguas de infiltración del túnel se proyecta verter sobre la quebrada San Antonio. Su localización y caudal se muestra en la Tabla 8.64.

Tabla 8.64 Sitios Propuestos para Vertimiento UF1

1. Cambios en la calidad del agua superficial					
Actividad		**Ámbito de manifestación**			**Importancia**
Id	**Fuente Hídrica**	**Caudal a verter (l/s)**	**Este**	**Norte**	**Tipo Vertimiento**
V10	Río Pamplonita	0,6	1159590,6	1307798,65	Aguas industriales de la etapa constructiva
V13-1	Quebrada San Antonio	0,7	1159173,33	1309628,47	Aguas industriales de la excavación del túnel
V13-2	Quebrada San Antonio	23,0	1159173,33	1309628,47	Aguas naturales de infiltración

Se proyecta que los principales contaminantes presentes en las aguas industriales a verter sean sedimentos, grasas y aceites.

Por lo tanto, se califica moderado el cambio en la calidad del agua, producto de los vertimientos V10 y V13-1, sobre el Río Pamplonita y la quebrada San Antonio respectivamente. En esta descripción no se incluye el impacto del vertimiento V13-2 debido a que estas corresponden a aguas naturales de infiltración que no ocasiona una alteración en la calidad del agua.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto es sinérgico ya que cualquier concentración de contaminantes vertidos se integra a los contaminantes ya presentes en las corrientes, lo que genera mayores concentraciones de contaminantes tales como sólidos suspendidos totales y sedimentables.	No se considera acumulativo ya que el efecto se mantiene con la continuidad de la acción generadora, y se espera disminuya cuando la actividad que lo genera se suspenda. Los ecosistemas acuáticos tienen propiedades de resistencia al cambio y un cierto grado de resiliencia que tiende a volverlos al estado original luego de experimentar cambios moderados, sin embargo, gracias a la fragilidad de estos ecosistemas es importante no sobre pasar el límite que puede ser manejado por los mismos.

INDICADOR DE IMPACTO

Tabla 8.65 Cambio en el Índice de Calidad del Agua

Fuente hídrica	Valor ICA actual	Valor ICA estimado en indicador de impacto
NN-27	1,0	0,90
Quebrada San Antonio	0,75	0,50
Quebrada La Palma	0,59	0,45
Rio Pamplonita	0,67	0,50

Tabla 8.66 Alteración en la capacidad de transporte del agua

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Desmonte y limpieza	Drenajes sencillos	MODERADO
Demolición y retiro de estructuras	Drenajes sencillos	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes sencillos	MODERADO

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Construcción de obras de drenaje	Drenajes sencillos	MODERADO

Descripción general del impacto

Los efectos sobre la capacidad de transporte del agua de todas las actividades son los mismos. La afectación de estos se relaciona con la obstrucción o presencia de elementos ajenos al cauce, riberas y/o zonas inundables, la diferencia entre las actividades son los objetos que puedan obstruir.

Desmonte y limpieza: Esta actividad contempla la remoción de la cubierta vegetal, raíces, escombros y basuras en las áreas que el proyecto pretende ocupar incluyendo aquellas zonas para la cuales se solicitará permiso de ocupación de cauce. Todos los materiales removidos de no ser dispuestos o almacenados de forma adecuada lejos de las corrientes de agua pueden generar una alteración sobre la capacidad de transporte del agua al obstruir su paso normal.

Demolición y retiro de estructuras: En esta actividad se planifica la demolición total o parcial de las estructuras necesarias para las zonas requeridas por el proyecto, el cual incluye remoción de cercas de alambre y otros obstáculos. Como se mencionó anteriormente, el impacto sobre la capacidad de transporte de agua puede ocurrir en el momento de realizar un almacenamiento temporal de los escombros sobre los cauces, riberas y/o zonas inundables, o cuando tales materiales no sean retirados de las zonas aledañas a fuentes hídricas.

Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación: Los suelos desnudos producto de las actividades mencionadas son potencial fuente de sedimentos que son transportados por escorrentía a fuentes hídricas, estos se depositan en cauces, riveras y/o zonas inundables dando lugar a cambios de la sección y alteración de la capacidad de transporte del agua.

Construcción de obras de drenaje: Se relaciona con la construcción de las obras menores sobre los cauces. De acuerdo con lo anterior, se considera que la actividad evaluada tiene una alteración moderada sobre el recurso.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera sinérgico puesto que las obstrucciones, escombros y/o sedimentos más el material de arrastre natural de las fuentes hídricas pueden lograr el incremento de la alteración hidráulica y geomorfológica del cauce afectando así la capacidad de transporte del agua.	Se considera acumulativo simple debido a que la alteración de la capacidad del agua está en función de la cantidad de espacio con obstrucciones sobre el cauce, ribera y/o zona inundable. Por lo anterior, una acumulación progresiva de sólidos en tales zonas genera una alteración cada vez mayor de la capacidad de arrastre de agua.

INDICADOR DE IMPACTO

Tabla 8.67 Parámetros sólidos suspendidos total y sólidos sedimentables

Fuente hídrica	Valor monitoreado	Valor estimado en indicador de impacto
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	20	80
Sólidos sedimentables (mg/l)	0,20	0,50

Tabla 8.68 Alteración del cauce

3. Alteración del cauce		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes sencillos	MODERADO
Descripción general del impacto		
La alteración del cauce se relaciona con los diferentes cambios que se produzcan en la morfología de los cauces. Los deterioros de la estructura y funcionamiento de las fuentes hídricas pueden deberse a cambios en los usos de suelo, construcción en las llanuras de inundación, la invasión de las riberas, extracción o adición de materiales por efecto de construcción de obras civiles y cambios en la cobertura vegetal.		
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**	
INDICADOR DE IMPACTO		
Número de corrientes		

Tabla 8.69 Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Captación de agua	Río Pamplonita	IRRELEVANTE
Vertimientos	Quebrada San Antonio	CONSIDERABLE
Vertimientos	Río Pamplonita y Quebrada San Antonio	MODERADO
Desmonte y limpieza	Drenajes sencillos	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes sencillos	MODERADO
Excavaciones por perforación y voladura	Drenajes sencillos (Cono abatimiento)	MODERADO
Manejo de aguas	Río Pamplonita y Quebrada San Antonio	CONSIDERABLE
Descripción general del impacto		

Los cambios en la disponibilidad del recurso hídrico se relacionan con la disminución de la oferta hídrica por factores como la captación, la pérdida de calidad del recurso por vertimiento, y la modificación de la cobertura protectora de los cauces. De acuerdo con lo anterior, se considera que las actividades evaluadas tienen una alteración moderada sobre el recurso debido a que generan una alteración en la calidad de este.

Desmonte y limpieza; Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación; Excavaciones por perforación y voladura:

Como se ha mencionado anteriormente, los efectos sobre la disponibilidad del recurso hídrico se relacionan con la pérdida de calidad del recurso y la modificación de la cobertura protectora de los cauces, estas alteraciones son producto de las actividades mencionadas. Lo anterior ya sea por dar lugar a suelos desnudos susceptibles de erosión y aportantes de sedimentos a la escorrentía que se traslada a las corrientes hídricas o por la modificación y/o retiro de la cobertura vegetal protectora de las fuentes hídricas en los tramos de construcción del diseño vial.

Captación de agua y Vertimientos:

Para el desarrollo del proyecto en la UF1 se solicitará un (1) punto de concesión de agua superficial. Los volúmenes, ubicación y caudal total de captación se muestran en la Tabla

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**

8.70. Es importante aclarar que la captación se presenta como una franja por lo que a continuación se muestran las coordenadas del punto centroide.

Tabla 8.70 Volumen, caudal y ubicación del punto de captación

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuente hídrica	Caudal (l/s)	Volumen total (m^3/mes)
	Este	Norte			
C11	1159589,27	1307793,82	Rio Pamplonita	2,22	2313

La captación se consideró como un impacto irrelevante debido a que el caudal ofertado o disponible del rio Pamplonita equivale a 6330 l/s es decir el caudal restante tras la captación es de 6327,78 l/s.

Dentro de las posibles afectaciones a la disponibilidad del recurso se encuentra el aporte de vertimientos de aguas residuales industriales a cuerpos receptores como el río Pamplonita y la quebrada San Antonio (V10 y V13-1 respectivamente), generando cambios en la calidad del recurso y por ende afectación a la disponibilidad de este.

Por otra parte, el impacto del vertimiento V13-2 sobre la quebrada San Antonio se considera positivo debido a que estas aguas proceden de la infiltración del túnel y no estarán contaminadas, por lo tanto, aportará en la disponibilidad del recurso en el cauce.

Manejo de aguas
Asimismo, el manejo de las aguas antes del vertimiento, así como el cumplimiento de los parámetros establecidos en normatividad para realizar esta acción, es un impacto positivo que se reflejará sobre las fuentes receptoras como el río Pamplonita y la quebrada San Antonio.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera sinérgico ya que cualquier concentración de contaminantes vertidos se integra con los contaminantes propios de la fuente receptora que como se ha mencionado son considerables en el entendimiento de que la esta corriente es receptora de las aguas residuales domésticas e industriales de los usuarios ubicados en las orillas de esta. Las descargas proyectadas generan mayores concentraciones de sustancias como sólidos suspendidos totales. Cuando la calidad es alterada por ende la disponibilidad también lo es requiriendo así tratamientos que permitan su uso.	No se considera acumulativa pues la disponibilidad del recurso en relación con su calidad se mantiene con la ejecución de los vertimientos. Sin embargo, una vez tal actividad se suspenda, se espera que la presión sobre el recurso y por ende los efectos negativos sobre la calidad disminuyan, permitiendo a la corriente recuperarse.

INDICADOR DE IMPACTO

- Caudal
- Índice de calidad de agua

Tabla 8.71 Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Captación de agua	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	IRRELEVANTE
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Vertimientos	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	IRRELEVANTE
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	IRRELEVANTE
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	IRRELEVANTE
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	IRRELEVANTE
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Portales de entrada y salida	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	MODERADO
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Excavación emboquilles	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	MODERADO
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO
Excavaciones por perforación y voladura	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja	MODERADO
	Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada	MODERADO

Descripción general del impacto

La modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterráneas, generalmente se da por la infiltración de sustancias contaminantes alóctonas que inciden en el subsuelo ocasionando cambios químicos del recurso hídrico. A lo largo del área de estudio, existen puntos de agua con diferentes niveles de afectación dependiendo de parámetros como ubicación del punto con respecto al área de intervención, ZODMEs y eje del túnel de Pamplona, lo cual permitió la identificación y calificación de las actividades que pueden generar cambios fisicoquímicos del recurso hídrico subterráneo en el escenario con proyecto.

En la etapa constructiva, tanto del tramo a cielo abierto como del túnel y áreas de zodmes, se identificaron nueve actividades con potencial de impactar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas subterráneas, de importancia Moderado e Irrelevante en la calificación de impactos.

Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación

Estas actividades consisten en cortar, excavar, remover y cargar, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto. También se incluyen acciones como escarificar, nivelar y compactar el terreno, con

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

materiales apropiados de acuerdo con los diseños realizados y la excavación profunda para cimentaciones por pilotes para los puentes del proyecto. En este sentido y teniendo en cuenta la intervención directa sobre el subsuelo es posible que indirectamente se puedan generar filtraciones de sustancias alóctonas en estas actividades y de esta manera presentar variación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas. Debido a las características de la actividad y la susceptibilidad de las áreas con potencial de afectaciones presentes, este impacto obtuvo una calificación moderada para los acuíferos con vulnerabilidad intrínseca moderada, a diferencia del ámbito de manifestación de los acuíferos con vulnerabilidad intrínseca: baja a muy baja es irrelevante ya que la permeabilidad en estos depósitos no potencializa la intensidad del impacto

Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes
Sabiendo las obras aplicables a los taludes, se calificó los acuíferos con vulnerabilidad intrínseca: baja a muy baja como irrelevante, ya que se encuentran dentro del área que será intervenida con las actividades propias de la construcción.

Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, Captación de agua y Vertimientos
Corresponde al retiro de materiales residuales provenientes de la construcción de la vía y del túnel y los escombros generados por la demolición de infraestructura social.
Esta actividad incluye el desmonte de la capa vegetal existente, la limpieza del terreno, el movimiento de tierra para permitir el acceso de las volquetas y equipos , la construcción de las estructuras de contención (gaviones, muros, etc.) las cual en su mayoría deben ser ubicadas en la pata del ZODME, con el objeto de controlar los posibles deslizamientos del material dispuesto, construcción de drenajes como filtros longitudinales y transversales que sirven para conducir el agua a fuera, el material es dispuesto extendiendo y compactándolo por capas según indicaciones del geotecnista en terrazas para facilitar la disposición y compactación del material que disminuye la superficie y el grado de pendiente, otra tarea es la conformación de taludes, la cual consiste en disponer y compactar el material con pendiente específica, la construcción de las bermas y cunetas de coronación las cuales se construyen cuando se alcance la altura específica para la terraza y se debe adecuar la berma con el objetivo de conducir las aguas lluvias.

Para la UF 1 se ha proyectado la construcción de ocho (8) ZODMES, distribuidas en las veredas: Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha.

De acuerdo con esto, se verán afectados de forma moderada los acuíferos con vulnerabilidad intrínseca moderada, a diferencia del ámbito de manifestación de los acuíferos con vulnerabilidad intrínseca: baja a muy baja que se afectarían de forma irrelevante, la diferencia radica en los acuíferos que se encuentran dentro del área de intervención y de perímetro hasta de 100 m del área proyectada para zodmes.

Portales de entrada y salida
Las actividades asociadas a los portales de entrada y salida y sitios de acopio son la limpieza y descapote del área a cortar, seguido de corte de la roca o suelo hasta donde las condiciones geomecánicas del macizo lo permitan, para proceder a la protección y estabilización y protección del talud y del portal. Adicionalmente, estas áreas consideran sitios temporales de acopio de materiales. En este sentido y teniendo en cuenta la intervención directa sobre el subsuelo es posible que en las áreas temporales de acopio de material indirectamente se puedan generar filtraciones de sustancias alóctonas y generar variación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas, este impacto por las características de la actividad y la susceptibilidad de las unidades geológicas presentes en los portales como lo son los depósitos recientes de tipo coluvión

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

poco consolidados, por lo que el paso de las sustancias contaminantes será con mayor velocidad a la unidad acuífera (para el caso de la UF1) obtuvo una calificación resultante de moderado.

Excavación emboquilles, Excavaciones por perforación y voladura, Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes

Las actividades asociadas a excavaciones emboquilles, adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes y por perforación y voladura corresponden a la ejecución de las excavaciones con un patrón preciso para un adecuado control de la roca y dar seguridad al túnel. Incluye la ubicación de la maquinaria, ejecución de perforaciones, carga de material explosivo, retiro del área y activación del explosivo de acuerdo con los diseños. En este sentido y teniendo en cuenta la intervención directa sobre el subsuelo es posible que indirectamente se puedan generar filtraciones de sustancias alóctonas en alguna fase asociada a esta actividad lo que puede generar variación de las propiedades fisicoquímicas, este impacto por las características de la actividad y la susceptibilidad de las unidades hidrogeológicas presentes (correspondiente a la formación Capacho y Girón) obtuvo una calificación resultante moderado (acuíferos con vulnerabilidad intrínseca moderada) por su mayor fracturamiento, mientras que para el siguiente ámbito de manifestación (acuíferos con vulnerabilidad intrínseca: baja a muy baja) perteneciente a la formación Tibú y Mercedes, Depósitos Coluviales, Depósitos Coluvioaluviales, Formación Aguardiente, Formación Capacho y Ortoneis) obtuvo una importancia irrelevante.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Las actividades de construcción de portales de entrada y salida del túnel, emboquilles y excavación con perforación y voladuras; presentan sinergia debido a que pueden superponerse en el mismo lugar potenciando el efecto sobre el medio.	Las actividades de excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación; así como la construcción de los portales de entrada y salida del túnel son actividades consideradas acumulativas pudiendo aumentar el impacto en el tiempo debido a la permanencia de taludes expuestos.

INDICADOR DE IMPACTO

Una vez analizada la unidad funcional se encontró que concordantemente con el análisis de vulnerabilidad, la mayor cantidad de la zona presenta una vulnerabilidad muy baja y baja, esto se debe a la presencia de pendientes moderadas y fuertes en la zona, así como de la ausencia de grandes obras o intervenciones, salvo la vía misma y el túnel, el cual amerita un análisis diferente ya que su cota de perforación se encuentra a una profundidad razonable, pero esta obra como tal no influye particularmente en este tipo de riesgo.

Las mayores intervenciones en la unidad funcional corresponden a los zodmes, (nuevamente considerando que el túnel amerita un análisis diferente) los cuales dependiendo de la unidad litológica en la que se ubican, así como la inclinación de las laderas, se constituyen en zonas con vulnerabilidad baja o moderada, además y considerando la profundidad de los acuíferos, se limita el nivel de riesgo, al efectuar además el análisis, se consideró que zonas podrían actuar como aportantes de residuos contaminantes en la zona y se encontró que su exposición en el tiempo es poca pese que a su peligrosidad podría ser considerable.

Partiendo de los indicadores de línea base en el área de intervención del proyecto, se divide para Acuífero con vulnerabilidad intrínseca baja a muy baja = 518,36ha y para Acuífero con vulnerabilidad intrínseca moderada = 28,51ha.

Es importante mencionar que, en la matriz de evaluación ambiental con proyecto, se presentan

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea
áreas específicas de acuerdo con la actividad y para cada uno de los ámbitos de manifestación, es decir, que se presenta una diferencia en los indicadores de impacto, delimitando la manifestación del impacto en áreas reales.

Tabla 8.72 Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	SEVERO
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME		
Portales de entrada y salida		
Excavación de emboquilles		
Excavación por perforación y voladura		
Adecuación de accesos	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio) Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	MODERADO
Construcción de accesos	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Construcción de obras de drenaje	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio) Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Portales de entrada y salida	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Excavación de emboquilles	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Excavación por perforación y voladura	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio)	
Manejo de aguas	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo) Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio) Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	
Adecuación de accesos	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo)	IRRELEVANTE
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		
Construcción de obras de		

6. Variación del nivel freático		
drenaje		
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME		
Portales de entrada y salida		
Excavación de emboquilles		
Excavación por perforación y voladura		
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio) Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	RELEVANTE
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo)	CONSIDERABLE

Descripción general del impacto

La variación del nivel freático del agua subterránea generalmente está asociada a variaciones en el régimen de recarga y descarga de los sistemas acuíferos (potencial de afectación) lo que refleja una variación en los niveles estáticos del agua subterránea en el área de estudio.

Se identificaron nueve actividades con potencial de impactar la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo de manera negativa y una actividad de manera positiva (Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento).

Las actividades relacionadas con la vía a cielo abierto: Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, pueden involucrar cortes en áreas cercanas a puntos de agua que superen la profundidad del nivel freático generando su abatimiento.
Las actividades de construcción relacionadas con el túnel: Portales de entrada y salida, Excavación emboquilles, Excavaciones por perforación y voladura, presentan impacto negativos de importancia severa para los puntos de agua nivel 3 son los de mayor potencial de afectación por encontrarse dentro del área de eje del túnel; debido a la eventual consecuencia del abatimiento del nivel freático a partir de la realización de cortes en el macizo rocoso; además, el uso de explosivos puede aumentar el fracturamiento del macizo rocoso facilitando la evacuación del agua del subsuelo.

Este impacto dio como resultante una importancia severa para los puntos de agua de nivel 3.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Las actividades de construcción de portales de entrada y salida del túnel, emboquilles y excavación con perforación y voladuras; presentan sinergia debido a que pueden superponerse en el mismo lugar potenciando el efecto sobre el medio	Todas las actividades determinadas como de impacto negativo en la variación del nivel freático, tanto para la vía a cielo abierto como para el túnel, son de carácter acumulativo, debido a que si éstas permanecen en el tiempo el efecto sobre el medio podrá incrementarse.

INDICADOR DE IMPACTO

Los puntos de agua identificados durante el inventario y localizados en la zona de influencia de la UF1 han sido sometidos a un análisis de sensibilidad con el objeto de identificar su potencial afectación por las obras que integran el nuevo corredor vial. Los criterios de mayor relevancia utilizados para la valoración hecha toman en cuenta la distancia y posición del punto de agua

6. Variación del nivel freático

respecto al trazado de la nueva vía y al tipo de obra civil que la integra (puentes/viaductos, terraplenes, vía normal, cortes/taludes, entre otros). Así como su posición en el área general del proyecto definida por las obras conexas al mismo.

De lo indicado en el párrafo anterior y para la definición de los puntos a ser impactados se distinguen dos áreas con respecto al trazado de la vía. La primera corresponde a aquellas áreas sobre las cuales van a existir obras, es decir las zonas en las cuales la vía tendrá cortes, rellenos y por supuesto la zona de construcción estructura lineal de pavimento, bermas y obras de arte conexas (polígono de intervención de la obra). La segunda área corresponde aquella de diseño definida por el constructor que contiene las obras anexas al proyecto vial (ZODMES, campamentos, senderos, plantas industriales, etc.).

En relación con la valoración de la posición del punto respecto al trazado de la vía proyectada, se tiene en cuenta si este se ubica altimétricamente arriba o debajo de su eje, tomando en consideración la dirección preferencial del flujo subterráneo o subsuperficial.

En relación con las estructuras u obras que integran el corredor vial se ha dado un mayor peso de afectación a aquellos puntos de agua localizados en una cota superior respecto a cortes y taludes o en cotas inferiores respecto a rellenos aledaños al trazado donde puede verse afectada el área de captura o recarga del punto. Así como un peso menor a aquellos puntos ubicados frente a la estructura de vía a nivel. En el caso de los taludes y cortes, aparte de la excavación que se realiza en el terreno, se suma el hecho que generalmente se deben realizar perforaciones para instalación de drenajes que de acuerdo con su cantidad y dimensiones tienen el potencial de abatir el nivel freático hasta varios metros atrás de la cabeza del talud, convirtiéndose de este modo en la obra que en mayor grado puede llegar a afectar los puntos de agua ubicados en cotas superiores respecto al trazado.

En relación con la distancia respecto al eje de la nueva vía, los puntos de agua identificados durante el inventario se han dividido en dos grandes grupos; aquellos localizados a distancias mayores o iguales a 100 m y aquellos ubicados a distancias menores o iguales a este valor. Estos últimos a su vez se han divido en tres subgrupos; aquellos puntos de agua localizados a distancias mayores a 60 m, aquellos localizados a distancias entre 60 y 30 m, y finalmente aquellos ubicados a distancias menores 30 m respecto al eje de la vía o al interior del polígono de intervención o en sus inmediaciones.

Para todos los puntos de agua en general se ha estimado un potencial de afectación dividido en tres (3) niveles (desde 1 hasta 3). La división en tres niveles se ha considerado adecuada porque permite de manera clara y eficaz obtener una valoración en tiempo breve del riesgo al que está sometido el punto de agua por la presencia de la vía, de manera coherente con la información base necesaria para su determinación. Siendo el nivel 1 el de menor potencial de afectación y el nivel 3 el de mayor potencial de afectación esperada. En el presente trabajo se incluye la valoración de afectación de los puntos de agua por la presencia de ZODMEs. La valoración y criterios específicos aplicables al presente caso de estudio son los descritos a continuación:

- Nivel 1: Corresponde a puntos de agua en los cuales no se prevé afectación o su potencial es muy bajo a imperceptible.

Se le asignó este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

  - Puntos de agua localizados a distancias mayores a 100 m a cada lado del trazado vial, independientemente de su posición respecto al eje de la vía, estructura u obra.

6. Variación del nivel freático

- Puntos de agua localizados a una distancia mayor a 60 m del eje del trazado vial; ubicados en cotas superiores o inferiores respecto a cortes/taludes, puentes, terraplenes, rellenos laterales o vía a nivel.
- Puntos de agua localizados a una distancia menor a 60 m del eje del trazado vial, ubicados en cotas superiores respecto a puentes, taludes menores a 10 m de altura (sin drenes), terraplenes de baja altura, y vía a nivel (sin rellenos laterales); con excepción de los puntos de agua descritos en los niveles 2 y 3.
- Puntos de agua localizados a distancias mayores a 100 m alrededor del polígono que delimita el área dels, independientemente de su posición altimétrica.
- Puntos de agua localizados en cotas superiores dentro de un buffer de 100 m alrededor del polígono que delimita el área del zodmes, con excepción de los puntos de agua planteados en los niveles 2 y 3.

- Nivel 2: Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación bajo a medio.

Se le asignó este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

- Puntos de agua localizados a una distancia comprendida entre 60 y 30 m del eje del trazado vial, ubicados en cotas superiores respecto a cortes y taludes en los que se construyen drenes subhorizontales (por lo general taludes mayores a 10 m de altura) y/o en cotas inferiores respecto a rellenos laterales aledaños a la vía. Con excepción de los puntos de agua ubicados al interior del polígono de intervención de la obra o en sus inmediaciones.
- Puntos de agua localizados a una distancia menor o igual a 30 m del eje del trazado vial; ubicados en cotas inferiores respecto a puentes o viaductos, terraplenes de baja altura y vía a nivel (sin rellenos laterales). Con excepción de los puntos de agua ubicados al interior del polígono de intervención de la obra o en sus inmediaciones.
- Puntos de agua localizados en cotas inferiores dentro de un buffer de 100 m alrededor del polígono que delimita el área del zodmes o en sus inmediaciones.

- Nivel 3: Corresponde a puntos de agua con potencial de afectación de alto a muy alto.

Se le asignó este valor a todos los puntos que cumplen con los siguientes criterios:

- Puntos de agua localizados en el interior o en las inmediaciones del polígono de intervención de la obra, es decir, en correspondencia con la(s) calzada(s) de la vía, incluidas sus obras de arte, chaflanes de los cortes o taludes y cotas de rellenos; independientemente de su posición respecto al eje de la vía, estructura u obra.
- Puntos de agua localizados al interior del polígono que delimita el área del zodmes.

- Indicadores de impacto

El área de intervención se divide para cada obra o actividad a realizar que generará algún nivel de afectación sobre los puntos de agua hidrogeológicos, según la categoría:

- En el área de intervención, los puntos de agua hidrogeológicos se clasifican en niveles por potencial de afectación presentados en la Tabla 8.73.

- El buffer para la definición del área de cada uno de los niveles de los puntos

6. Variación del nivel freático
hidrogeológicos está dado en 100m. - Es importante resaltar que la mayor parte del área de intervención (75%) corresponde a la categoría sin ningún punto hidrogeológico, es decir, área sin afectación, la cual es de 41,73 ha.

Tabla 8.73 Potencial de afectación en el escenario actual

Categorías Potencial de Afectación	Área (ha)	Área (%)
Nivel 1	**3,855568**	**7,082**
Acceso ZODMES	0,390732	
Área de almacenamiento	0,00425	
Diseño Vía	2,304668	
Vía industrial	0,136136	
ZODME	1,019782	
Nivel 2	**5,990772**	**10,004**
Acceso ZODMES	0,215485	
Área de almacenamiento	0,48085	
Diseño Vía	1,446302	
Portal	0,321782	
Túnel	0,357902	
Túnel / Acceso ZODMES	0,010345	
Vía industrial	0,056656	
ZODME	3,10145	
Nivel 3	**2,859503**	**5,253**
Acceso ZODMES	0,054846	
Diseño Vía	1,331411	
ZODME	1,473246	
Sin afectación	**41,734157**	**76,661**
Área de Intervención	41,734157	
Área Total	**54,44**	**100,00%**

Tabla 8.74 Generación y /o activación de procesos denudativos

7. Generación y /o activación de procesos denudativos		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Construcción de accesos	Zona de amenaza geotécnica alta	SEVERO
Desmonte y limpieza		
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		
Retiro de escombros y materiales		

7. Generación y /o activación de procesos denudativos		
sobrantes – Adecuación de ZODMES		
Portales de entrada y salida		
Adecuación de accesos	Zona de amenaza geotécnica alta	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes		
Excavaciones por perforación y voladura		
Desmonte y limpieza	Zona de amenaza geotécnica moderada	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		
Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODMES		
Portales de entrada y salida		
Adecuación de accesos	Zona de amenaza geotécnica moderada	IRRELEVANTE
Construcción de accesos		
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes		
Excavaciones por perforación y voladura		
Adecuación de accesos	Zona de amenaza geotécnica baja y muy baja	IRRELEVANTE
Construcción de accesos		
Desmonte y limpieza		
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		
Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODMES		
Excavaciones por perforación y voladura		
Construcción de obras de drenaje	Zona de amenaza geotécnica alta	MUY RELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes		
Recuperación de áreas intervenidas		
Construcción de obras de drenaje	Zona de amenaza geotécnica moderada	MUY RELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes		
Recuperación de áreas intervenidas		
Construcción de obras de drenaje	Zona de amenaza geotécnica baja	MUY RELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes		
Recuperación de áreas intervenidas		
Descripción general del impacto		
Las actividades que fueron evaluadas de importancia severa son: construcción de accesos, desmonte y limpieza; excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación; retiro de escombros y materiales sobrantes, adecuación y disposición en ZODMEs; y la construcción de portales de entrada y salida para el túnel de Pamplona.		

7. Generación y /o activación de procesos denudativos
Construcción de accesos Con el fin de tener acceso a frentes de trabajo y/o sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario construir accesos para maquinaria y personal. En esta actividad se contempla el desmonte, descapote, movimientos de tierra y obras necesarias para la construcción, por lo que se hará necesaria la remoción de cobertura vegetal y por ende el incremento en la escorrentía que dará lugar al desarrollo de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa en forma severa para zonas donde la amenaza geotécnica es alta, para zonas de amenaza moderada y baja se obtiene importancia ambiental irrelevante. **Desmonte y limpieza** La remoción de cobertura vegetal está asociada al incremento en la escorrentía y potencial desarrollo de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa. La cobertura vegetal reduce el impacto de las aguas lluvias y aguas de escorrentía sobre el suelo, y su ausencia deja el terreno expuesto a erosión laminar, y posterior desarrollo de erosión en surcos y cárcavas. La situación se agrava con la remoción de la capa de suelo, la cual funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión y la infiltración de agua. Esta actividad se consideró de importancia severa en terrenos de amenaza geotécnica alta, debido a que estas zonas se encuentran más sensibles al desarrollo de fenómenos erosivos y de remoción en masa; en terrenos de amenaza geotécnica baja a moderada, se espera que el efecto sea menor y por tal motivo es calificado de importancia irrelevante y moderada respectivamente. **Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación** Es una de las actividades de gran impacto en los proyectos viales, debido a la alta intervención del terreno y cambio drástico en las condiciones de estabilidad geotécnica. De acuerdo con Suárez[1], la modificación de la topografía de un terreno mediante cortes o rellenos puede producir la activación de un deslizamiento. Las excavaciones generan cambios topográficos y concentración de esfuerzos cortantes y pueden descubrir superficies favorables para el desarrollo de deslizamientos como estratificación, fracturas y planos de cambio de meteorización. Adicionalmente, las excavaciones involucran una relajación de los niveles de esfuerzos de compresión y aumento de esfuerzos al corte; adicionalmente, el terreno queda expuesto a agentes de meteorización como el aire, agua, vientos y gravedad, generando cambios de humedad, alteración de propiedades por cambios físicos - químicos, y alteración de presiones de poros. Estos cambios ocasionan grandes alteraciones de los taludes que se conforman en un proyecto vial los cuales buscan un nuevo punto de equilibrio, con el potencial desarrollo de deslizamientos, desplomes y flujos, entre otros. Por lo que este efecto fue evaluado de importancia severa en zonas de amenaza geotécnica alta, moderada en zonas de amenaza geotécnica moderada e irrelevante en zonas de amenaza geotécnica baja. **Retiro de escombros y materiales sobrantes - Adecuación de ZODME´S** Los rellenos son generalmente más porosos y permeables que los suelos naturales, lo cual genera acumulaciones de agua en los poros; son menos cementados y su estructura más susceptible al deterioro o colapso por eventos sísmicos; el contacto entre los suelos naturales y rellenos constituye una línea de debilidad en la cual se concentran los flujos de agua y se generan agrietamientos por diferencia en las características de deformación y comportamiento sísmico. La mayoría de los deslizamientos en rellenos ocurre a lo largo del contacto corte-relleno. En ocasiones se colocan rellenos sobre suelos blandos como coluviones o depósitos aluviales recientes y el suelo sobre el cual se coloca el relleno puede fallar al cortante1.

[1] SUÁREZ Díaz, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.

7. Generación y /o activación de procesos denudativos

La disposición de grandes volúmenes de sobrantes de excavaciones requiere la implementación de obras preventivas de protección de taludes como diques de contención y obras de manejo de aguas que eviten efectos como saturación de suelos y consecuentemente deslizamientos, flujos y avalanchas de gran magnitud. La conformación de rellenos directamente sobre taludes y generalmente sin compactación o compactados inadecuadamente, generan sobrecarga de las laderas, saturación y colapso de los suelos sueltos, facilitando escurrimientos, flujos y formación de surcos y cárcavas.

Esta actividad se consideró de importancia severa en terrenos de amenaza geotécnica alta y aquellos evaluados de amenaza moderada, son considerados de importancia moderada, debido a que presentan mejores condiciones geotécnicas. En zonas de amenaza geotécnica baja esta actividad se consideró irrelevante.

Portales de entrada y salida
Durante la apertura de los portales del túnel, se realizan actividades como remoción de capas superficiales del terreno y cortes en suelo y roca que afectan la estabilidad inicial de laderas. Aquellos terrenos evaluados de alta amenaza geotécnica son más susceptibles de inestabilización de laderas, debido a sus condiciones como fuertes pendientes, geomorfología, condiciones hídricas e hidrogeológicas, y características litológicas entre otras. Esta actividad se evaluó con importancia severa para las zonas de amenaza geotécnica alta y moderada para las zonas de amenaza geotécnica moderada.

Las actividades de construcción consideradas de importancia moderada, según el ámbito de manifestación son: adecuación de accesos, desmonte y limpieza, Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación y excavaciones por perforación y voladura, retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME´s, portales de entrada y salida del túnel de Pamplona, excavaciones por perforación y voladura; y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes.

Adecuación de accesos
La adecuación y construcción de accesos implica en algunos sitios la realización de cortes y rellenos con la generación de taludes que en áreas de amenaza geotécnica alta disminuyen los factores de seguridad de la ladera pudiendo conllevar a la activación de procesos de remoción en masa; lo cual califica este impacto como de importancia moderada y en amenaza geotécnica moderada y baja con importancia ambiental irrelevante.

Excavaciones por perforación y voladura
Se considera que las vibraciones asociadas a perforaciones y voladura de rocas pueden eventualmente afectar la estabilidad de laderas en zonas de amenaza geotécnica alta, debido a que dichas zonas son de mayor susceptibilidad a movimientos en masa y cualquier alteración de las condiciones iniciales del terreno puede ser disparador de movimientos en masa, en las áreas de influencia de estas actividades. Es recomendable hacer recorridos de verificación de estabilidad de laderas en áreas circundantes a los sitios de voladuras, como medida preventiva de potenciales movimientos en masa. Es por esta razón, que dicha actividad se evaluó con importancia moderada para zonas de amenaza geotécnica alta; en las zonas de amenaza geotecnia baja a moderada su importancia es irrelevante.

Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes
Comprende la actividad de adquisición, manejo y transporte de material detonante. Se considera la adecuación del Polvorín ubicado en la vereda Alcaparral en el sitio de coordenadas E =

7. Generación y /o activación de procesos denudativos

1159137, N = 1309186, en una superficie de 0,27ha. El sitio de acopio y almacenamiento temporal de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel de la UF1 se encuentra localizado en inmediaciones del portal Norte para el manejo de estos hacia el túnel y los puntos de perforación correspondientes. En el caso de que esta actividad genere un accidente sobre la ladera, en las zonas de amenaza geotécnica alta la importancia será moderada ya que son zonas con una mayor probabilidad de procesos denudativos, mientras que para zonas de amenaza geotécnica moderada la importancia es irrelevante.

Otras actividades relacionadas en la matriz de impactos son consideradas positivas y de importancia muy relevantes, estas son:

- Construcción de obras de drenaje. Permiten el adecuado manejo de aguas superficiales, y control del desarrollo de procesos erosivos e inestabilización del terreno, en todas las zonas geotécnicas definidas.
- Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes. De gran importancia y necesarias en las áreas intervenidas con cortes y rellenos.
- Recuperación de áreas intervenidas. Actividad obligatoria que, de no ejecutarse, es un potencial foco erosivo.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
La conformación de ZODME´s en áreas muy cercanas a taludes de corte podría generar la inestabilidad del terreno de manera sinérgica. Las actividades de construcción de obras de drenaje, construcción de obras geotécnicas y recuperación de áreas intervenidas mejoran las condiciones de estabilidad de los sitios impactados potencializando su efecto positivo.	En el caso de áreas afectadas por procesos de remoción donde persista en el tiempo de forma continua o reiterada cualquiera de las actividades de adecuación y construcción de accesos, desmonte y limpieza, excavación, cimentación, corte, relleno, compactación, retiro de escombros, adecuación de ZODME´s, construcción de portales o excavación por perforación y voladura; la manifestación del impacto se verá incrementada de manera progresiva. Igualmente, la persistencia de actividades que propenden la estabilización del terreno como son la construcción de obras de drenaje, obras geotécnicas y de protección de taludes y la recuperación de áreas intervenidas; la manifestación del impacto positivo se verá incrementada en el tiempo

INDICADOR DE IMPACTO

Corresponde al área intervenida con el retiro de la capa de suelo orgánico y la consecuente exposición de los suelos a procesos denudativos: Área de Intervención= 54,44 ha.

Tabla 8.75 Clasificación amenaza geotécnica área de intervención UF1

Ámbito de manifestación	Área (ha)	Área (%)
Zona de amenaza geotécnica alta	8,49	15,60
Zona de amenaza geotécnica moderada	34,82	62,98
Zona de amenaza geotécnica baja	12,16	21,42

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 8.76 Modificación de la calidad del aire

Impacto	Modificación de la calidad del aire	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Accesos a adecuar	IRRELEVANTE
Construcción de accesos		IRRELEVANTE
Desmonte y limpieza	Frente de obra - diseño vía	IRRELEVANTE
Construcción de estructuras de concreto		IRRELEVANTE
Construcción de estructuras de pavimento		IRRELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes		IRRELEVANTE
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Polvorín y vía industrial 1	IRRELEVANTE
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Accesos	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Frente de obra - diseño vía	MODERADO
	Diseño vía- sector curva Los Adioses	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Áreas de ZODME	MODERADO
Portales de entrada y salida	Portales	MODERADO
Excavación emboquilles	Portales y túnel	MODERADO
Excavaciones por perforación y voladura	Portales y túnel	MODERADO
Recuperación de áreas intervenidas	Áreas de ZODME	CONSIDERABLE

DESCRIPCIÓN

La calidad del aire será alterada tanto por fuentes móviles como fijas puntuales, cuyos contaminantes previsto a emitir son material particulado y gases. La clasificación de las actividades según el tipo de fuente de emisiones es la siguiente:

Tabla 8.77 Clasificación del tipo de fuentes contaminantes del aire

ACTIVIDAD	TIPO DE FUENTE
Desmonte y limpieza	Fija
Construcción de estructuras de concreto	Fija
Construcción de estructuras de pavimento	Fija
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Fija
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Móvil
Adecuación de accesos	Fija
Construcción de accesos	Fija
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Móvil
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Fija
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Fija
Portales de entrada y salida	Fija
Excavación emboquilles	Fija
Excavaciones por perforación y voladura	Fija

Impacto	Modificación de la calidad del aire	
Medio	Abiótico	
Recuperación de áreas intervenidas		Fija

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

El material particulado emitido será producto de la movilización y transporte tanto por vías pavimentadas como en vías destapadas, también por excavaciones (por perforación y voladura, y emboquilles), cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, pues el efecto inicial de la ejecución de dichas actividades son suelos desnudos vulnerables a la acción erosiva del aire y agua. Su producto es material particulado que estando seco y disgregado es transportado por acción eólica hacia los alrededores bajo la influencia del recorrido y dirección de los vientos, las partículas que se emitirán son $PM_{2,5}$ y PM_{10}. La otra fuente de material particulado no asociado a combustión de combustibles fósiles es la resultante del retiro de escombros y materiales sobrantes cuyo material particulado corresponde al polvillo producto de la demolición de estructuras de concreto o pavimentos.

Así mismo, se generará material particulado durante la actividad de construcción de portales de entrada y salida del túnel, cuyo impacto obtiene una calificación moderada, afectando a los asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, vereda Sabaneta Alta, Barrio El Buque y Barrio San Luis.

Según *MP grueso (mayor a 10 micras): proviene de la suspensión o re-suspensión de polvo, tierra, u otros materiales de la carretera, la agricultura, minería, tormentas de viento o volcanes (incluyen sales marinas, polen, moho, esporas y otros materiales biológicos). Por otra parte, el material particulado fino (< 10 micras): proviene de emisiones de procesos de combustión, tales como el uso de vehículos de gasolina y diésel, la combustión de combustibles para generación de energía y procesos industriales.*

Los gases serán emitidos por la combustión de combustibles fósiles (tanto gasolina como ACPM) por parte de la maquinaria utilizada para el proyecto. Las sustancias que generalmente se asocian a dicha combustión son los compuestos de azufre (SO_X), nitrógeno (NO_X), óxidos de carbono (CO_X), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH_S), compuestos orgánicos volátiles (VOC_S), entre otros. Los equipos generadores asociados al proyecto son los siguientes:

Tabla 8.78 Equipos emisores de gases

EQUIPO	CARACTERÍSTICA
Equipos Generales	Camión Grúa 6x4/12T/3 Ejes
	Cabeza Tractora con Grúa 12T/3 Ejes
	Tracto Camión
	Cama Baja
	Cama Alta
	Camión Mantenimiento
	Camión Combustible - 20.000 lts - 6x4/3 Ejes
	Camión Combustible - 10.000 lts - 4x2/2 Ejes
	Grúa Móvil 60T
	Grúa Móvil 80T
	Grúa Móvil 130T
	Grúa Torre
	Generador 50 Kva
	Generador 100 Kva
	Generador 200 Kva

Impacto	Modificación de la calidad del aire
Medio	Abiótico
	Generador 300 Kva
	Generador 800 Kva
	Generador 1000 Kva
	Compresor Portátil 185CFM
	Compresor Portátil 375CFM
	Camión Hidrosiembra
	Telehandler
	Monta Carga
Drenajes	Excavadora Cat 307
	Compactador Cat CB20
	Excavadora de Llanta - M 317
Movimiento Tierra	Bulldozer D6 + Ripper
	Excavadora - Cat 345
	Bulldozer D8 + Ripper
	Excavadora - Cat 320D2
	Excavadora - Cat 336
	Motoniveladora - Cat 14K
	Rodillo Vibratorio Liso 18T
	Rodillo Pata Cabra - 18 ton
	Perforadora
	Tractor con Cuba Agua 10.000Lts
	Retromixta - Cat 416E
	Dumper - Cat 730
Equipos Transporte	Camión Volquete - 15 m3 / 3 ejes /Hardox/6x4
Equipos Túneles	Jumbo – 3 Arm
	Jumbo – 2 Arm
	Shootcreek – 30 m^3 / 16 mh
	Shootcreek – 30 m^3 / 10 mh
	Manitou Rot – 18/ 20 m – 5/ 6 ton
	Manitou fijo
	Mai Pump 400 NT -35 lt/ min
	Pump Swellex
	Tunnel Fun - 3000 KW - 45 / 55 m3 / sec
	Tunnel Fun - 60 KW - 25 m3 / sec
	Cargador - Cat 950
	Dumper - CAT 730
	Excavadora - Cat 329 + Martillo (2,2 ton)
	Compressor Atlas Copco GA 90

Fuente: (Sacyr, 2017)

De igual manera, para la calificación se tuvo en cuenta las emisiones de gases que pueden surgir durante las actividades de excavación del túnel, por lo tanto, estas obtuvieron una calificación de nivel moderado.

Otras actividades fueron consideradas irrelevantes para la modificación de la calidad del aire, tales como la construcción de estructuras de pavimento y concreto, la adecuación y construcción de accesos, y el transporte de detonantes, entre los listados anteriormente. Esta última actividad se considera irrelevante debido a la poca frecuencia del transporte.

Impacto	Modificación de la calidad del aire
Medio	Abiótico

También se consideró dentro de la calificación de impactos, los gases desprendidos del suelo, tras las diversas actividades de excavación, sin embargo, obtuvieron una calificación irrelevante en la actividad de instalación de ventilación e iluminación.

Finalmente, la actividad de recuperación de áreas intervenidas modifica favorablemente la calidad del aire, constituyéndose de importancia considerable.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Es sinérgico puesto que, a mayores volúmenes y fuentes de emisión, mayor es la concentración de los contaminantes atmosféricos. Además, la sinergia se ve influenciada por otras variables tales como los vientos y la temperatura puesto que la dispersión y/o acumulación de los contaminantes dependerá directamente de estos factores.	A nivel local no se considera acumulativo, sin embargo, es claro que el efecto invernadero es un resultado de la acumulación de gases en la atmósfera.

INDICADOR DE IMPACTO

Tabla 8.79 Índice de calidad de aire (ICA) SO2, Estación 1,2 y 3

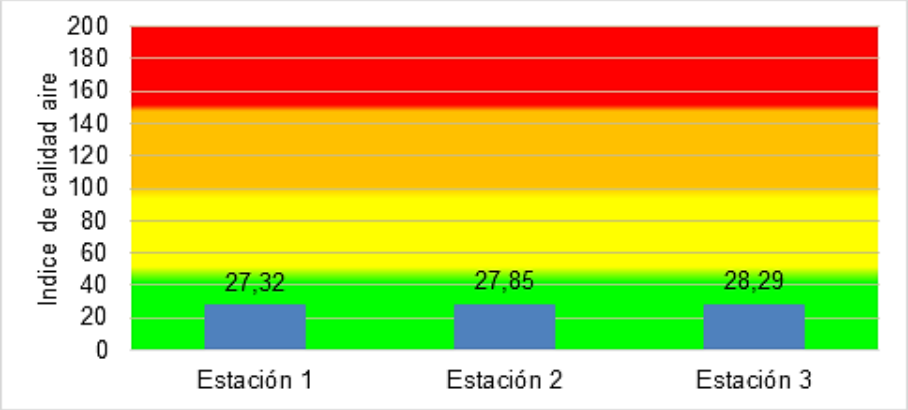


Tabla 8.80 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3

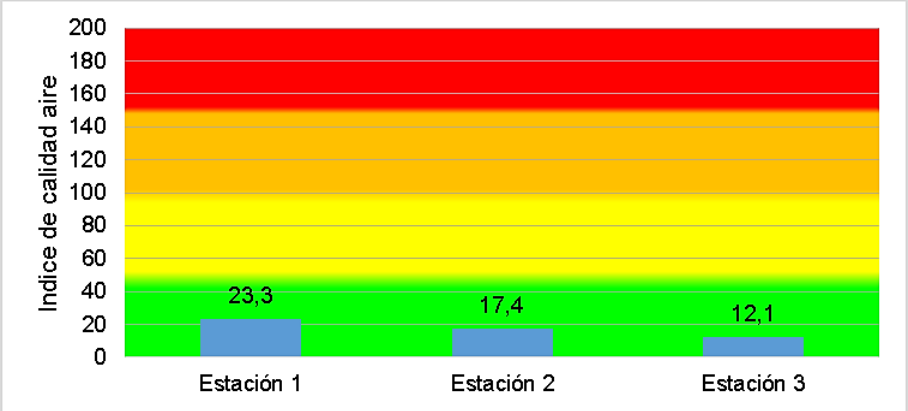


Tabla 8.81 Cambio en los niveles de presión sonora

Impacto	Cambio en los niveles de presión sonora	
Medio	**Abiótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Portales de entrada y salida	Portales	SEVERO
Adecuación de accesos	Accesos a adecuar	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Accesos a construir	IRRELEVANTE
Desmonte y limpieza	Frente de obra – diseño vía	IRRELEVANTE
Demolición y retiro de estructuras		IRRELEVANTE
Construcción de estructuras de concreto		IRRELEVANTE
Construcción de estructuras de pavimento		IRRELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes		IRRELEVANTE
Limpieza y cierre final	Áreas de intervención	IRRELEVANTE
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Polvorín y vía a industrial 1	IRRELEVANTE
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Accesos	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Frente de obra – diseño vía	MODERADO
	Diseño vía- sector curva Los Adioses	
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Áreas de ZODME	MODERADO
Excavación emboquilles	Portales y túnel	MODERADO
Excavaciones por perforación y voladura		

DESCRIPCIÓN

La alteración de los niveles de presión sonora por la ejecución del proyecto se dará en primera instancia, por la construcción de los **portales de entrada y salida del túnel**. Este impacto se verá reflejado en algunos asentamientos dispersos de la vereda Alcaparral, vereda Sabaneta Alta y el Barrio El Buque y San Luis.

Seguidamente, las actividades de **operación de maquinaria y equipos** necesarios para el desarrollo de la obra, y las **excavaciones**, así como las **cimentaciones, cortes, rellenos y compactación,** generan incremento en los niveles de presión sonora, reflejándose en una calificación con importancia moderada.

Los efectos del ruido son los siguientes:

Los efectos del ruido repercuten en la calidad de vida y la salud, los impactos son los siguientes: afectación a la capacidad auditiva por muerte de células sensoriales, dificultad para dormir, efectos cardiovasculares y fisiológicos, salud mental, efectos de desempeño, efectos en vecindarios; dichos efectos desencadenan efectos económicos. En la fauna: cambios en las frecuencias de cantos y patrón temporal, conductas de reproducción, huida, territorialidad, etc.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO

Impacto	Cambio en los niveles de presión sonora
Medio	Abiótico
Es sinérgico debido a que las acciones que provocan el ruido se dan de manera simultánea, reforzando el efecto.	El ruido aun siendo prolongado, se mantiene o disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.

INDICADOR DE IMPACTO

Tabla 8.82 Niveles de presión sonora horario diurno día hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Tabla 8.83 Resultados horario nocturno día hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	78,5	0	6	84,5	C	70	20,7%
02	R02	75,0	0	6	81,0	D	45	80,0%
03	R03	53,6	0	3	56,6	D	45	25,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Tabla 8.84 Resultado horario diurno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	71,7	0	0	71,7	C	80,0	-10,4%
02	R02	53,0	0	3	56,0	D	55,0	1,8%
03	R03	60,0	0	0	60,0	D	55,0	9,1%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Tabla 8.85 Resultados horario nocturno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
01	R01	67,9	0	6	73,9	C	70,0	5,6%
02	R02	59,4	0	0	59,4	D	45,0	32,0%
03	R03	62,9	0	0	62,9	D	45,0	39,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Tabla 8.86 Cambios en las características de los suelos

11. Cambios en las características de los suelos		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Construcción de accesos	Clase 7	MODERADO
Adecuación de accesos	Clase 6	MODERADO
	Clase 7, Clase 8	MODERADO
Desmonte y limpieza	Clase 6	SEVERO
	Clase 7	SEVERO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Clase 6	MODERADO
	Clase 7	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Clase 6	SEVERO
	Clase 7, Clase 8	SEVERO
Portales de entrada y de salida	Clase 6	SEVERO
	Clase 7	SEVERO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Clase 7	IRRELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Clase 6	CONSIDERABLE
	Clase 7	CONSIDERABLE
Recuperación de áreas intervenidas	Clase 6	CONSIDERABLE
	Clase 7	CONSIDERABLE
Descripción general del impacto		
Los cambios en las características de los suelos se pueden presentar por alteración directa o indirecta de sus propiedades físicas, químicas biológicas, las cuales modifican su fertilidad natural y por consiguiente su capacidad de uso. En cuanto a la afectación de los ámbitos de manifestación, las actividades se desarrollarán principalmente en las clases agrológicas 6, 7 Y 8. En cuanto al desarrollo del proyecto se identificaron nueve actividades que generan este impacto, las cuales modifican las características de los suelos o requieren la eliminación de estos. La primera de ellas es la adecuación y construcción de accesos, en la cual la actividad contempla la ampliación o creación de nuevas vías, lo cual conlleva a una intervención directa en el recurso y una probable eliminación de las capas superficiales de este, lo cual, si bien reduce las áreas con presencia de este recurso, al ser áreas puntuales la severidad del impacto se reduce, categorizándola como moderada. Caso similar ocurre con las excavaciones, cimentaciones, cortes y rellenos, en la cual, la afectación se genera principalmente en las áreas requeridas para el derecho de vía, lo cual conlleva a una pérdida total del suelo en estas áreas, la actividad se desarrolla de manera tan puntual que su impacto se considera moderado. Para el caso de las actividades de desmonte y limpieza, así como la adecuación de ZODMES y la construcción de los portales de entrada y salida, el impacto se considera severo debido a que para el desarrollo de estas actividades es necesario la eliminación total de las capas superficiales del terreno (suelo) y la posterior adición de materiales inertes sobre las áreas intervenidas, asfalto y/o concreto para el caso de las vías y túnel, y materiales sobrantes y cortes de excavación en las ZODMES, que provoca la pérdida definitiva del recurso en esas áreas		
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**	

11. Cambios en las características de los suelos	
Las actividades de desmonte y limpieza, así como la adecuación de ZODMES se consideran sinérgicas ya que el desarrollo de estas en combinación con actividades como la construcción del derecho de vía y de estructuras determina de forma definitiva la eliminación del suelo sin posibilidad de desarrollar medidas de restauración. En cuanto a la adecuación y construcción de accesos, y las excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación se consideran actividades no sinérgicas, debido a que se desarrollan en áreas puntuales.	La adecuación y construcción del derecho de vía la construcción de accesos y las excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación se consideran actividades acumulativas ya que, al realizar una intervención parcial del recurso, a medida que esta avanza, la alteración al recurso puede aumentar al dejarlo expuesto al ambiente. Por su parte, las actividades de desmonte y limpieza, y adecuación de ZODMES se consideran actividades con impactos no acumulativos, teniendo en cuenta que estas actividades requieren la eliminación total de las capas superficiales del suelo, el impacto se materializa al momento de realizar la actividad. Por otro lado, el efecto asociado al cambio de las características de los suelos que presentan estas actividades es acumulativo con respecto a actividades agropecuarias que se desarrollan dentro del área de influencia, en las cuales hay una intervención directa de manera constante en el recurso asociada a prácticas de manejo de cultivos o el efecto que genera el pastoreo del ganado.
INDICADOR DE IMPACTO	
Corresponde al área intervenida con el retiro de la capa de suelo orgánico y la consecuente exposición de los suelos a procesos denudativos: Área de Intervención= 54,44 ha.	

Tabla 8.87 Porcentaje de área de clase agrológica del suelo en el área de intervención

Clase agrológica	Área (ha)	Área (%)
Clase 6	8,51	15,63
Clase 7	31,23	57,37
Clase 8	6,23	11,45
Zonas urbanas (NA)	8,46	15,55
TOTAL	**54,44**	**100**

Tabla 8.88 Alteración del uso actual

12. Alteración del uso actual		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Construcción de accesos	Pastoreo extensivo PEX	MODERADO
Adecuación de accesos	Pastoreo extensivo PEX, Sistemas silvopastoriles SPA	IRRELEVANTE
	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza CRE, Producción-protección FPP, Sistemas	MODERADO

12. Alteración del uso actual		
	forestales protectores FPR	
Captación de agua	Residencial ARS, Pastoreo extensivo PEX	IRRELEVANTE
Desmonte y limpieza	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	SEVERO
	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	SEVERO
Demolición y retiro de estructuras	Comercial INC, Transporte INT, Residencial ARS	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	MODERADO
	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Pastoreo extensivo PEX	MODERADO
	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza CRE, Producción-protección FPP	SEVERO
Portales de entrada y salida	Pastoreo extensivo PEX	SEVERO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Pastoreo extensivo PEX	IRRELEVANTE
Recuperación de áreas intervenidas	Sistemas agrosilvopastoriles ASP, Sistemas silvopastoriles SPA, Pastoreo extensivo PEX	CONSIDERABLE
	Sistemas forestales protectores FPR, Producción-protección FPP	CONSIDERABLE
Descripción general del impacto		
De acuerdo con el desarrollo del proyecto, existen cinco actividades que generan alteración de uso del suelo, lo cual ocurre en tres ámbitos de manifestación, el primero asociado a usos agropecuarios en donde se identifican las categorías de uso ASP, SPA, PEX; en segundo lugar, se presentan las áreas con uso forestal de producción, protección y conservación, cuyas categorías son FPR, FPP; y por último se presentan las áreas antropizadas las cuales están asociadas a los usos ARS, INC, INT. En cuanto a las actividades identificadas, la adecuación y construcción de accesos, y excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, generan impactos diferenciados de acuerdo con el ámbito de manifestación en que se desarrollen. Por una parte, la adecuación de accesos en usos PEX y SPA se consideran irrelevantes ya que la afectación es puntual y la modificación es temporal. Por otra parte, la adecuación de accesos en usos CRE, FPP y FPR, así como la construcción de accesos usos PEX se consideran moderados ya que se desarrollan en áreas más sensibles o implican el cambio de forma permanente del uso tradicional del suelo. En segundo lugar se reporta la actividad de desmonte y limpieza, la cual se identificó como generadora de impactos severos para los ámbitos de manifestación agropecuario y forestal, ya que en esta actividad es donde se materializa el cambio de uso del suelo en las áreas destinadas para el establecimiento de la vía, ya que la eliminación de la cobertura vegetal y las capas superficiales del suelo, para la posterior construcción de esta, determinan el cambio permanente en el uso del suelo, pasando de usos agropecuarios o forestales, a áreas destinadas para la infraestructura vial.		

12. Alteración del uso actual	
Otras actividades que genera el mismo nivel de impacto es la construcción de los portales de entrada y salida del túnel en usos PEX, así como la construcción de accesos, ya que requieren la eliminación del suelo, cambiando su uso tradicional y limitando el desarrollo de actividades productivas para áreas circundantes, teniendo en cuenta que esta intervención elimina completamente el suelo con capacidad productiva. La actividad de demolición y retiro de estructuras genera un impacto moderado para el ámbito de manifestación de áreas antropizadas, en las cuales es necesaria la eliminación de estructuras residenciales, comerciales y de transporte para la materialización del trazado, lo que obliga a un cambio de uso de esas áreas. De manera similar se presenta la actividad de captación de aguas, en donde la adecuación de las áreas para realizar esta actividad requiere la intervención de una vivienda rural, lo cual genera un impacto negativo en el ámbito ARS, que por su carácter puntual y poca extensión se considera irrelevante. Lo referente a la adecuación de ZODMES, para el ámbito de manifestación ganadero (PEX), el impacto es moderado, ya que si bien, contempla la utilización de áreas productivas para la disposición de materiales sobrantes y escombros, una vez se finalice la disposición de estos elementos se puede realizar un aprovechamiento de las áreas intervenidas, con sistemas productivos que no sean tan exigentes en cuanto a recursos, con lo cual se puede realizar una recuperación parcial del uso afectado. Otra actividad generadora de impactos negativos es la adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, la cual requiere una modificación temporal del área en donde se va a localizar el polvorín (PEX), por lo cual al ser una modificación puntual y transitoria el impacto se califica como irrelevante. En contraste, actividades como la recuperación de áreas intervenidas tienen un impacto positivo considerable para los ámbitos de manifestación agropecuarios y forestales, ya que la actividad está enfocada en mitigar las alteraciones generadas y permitir en cierto grado el uso previo a la intervención.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
La totalidad de las actividades se considera sinérgicas, teniendo en cuenta que la combinación de estas conlleva a la modificación definitiva del uso del suelo, iniciando con la eliminación de las coberturas y las capas superficiales del suelo hasta la instalación de la infraestructura que materializa de forma permanente este cambio. Estas actividades, no solo generan una modificación del uso del suelo, sino que en combinación con actividades como la tala y la quema generan una disminución de áreas naturales, las cuales presentan porcentajes de cobertura inferiores con respecto a aquellas destinadas a la producción agropecuaria.	Las actividades de desmonte y limpieza, demolición y retiro de estructuras, y adecuación de ZODMES se consideran acumulativas teniendo en cuenta que a medida que estas se desarrollan el cambio de uso del suelo va aumentando en su magnitud, teniendo en cuenta que en este cambio en su mayoría es definitivo. En cuanto a las actividades de adecuación y construcción de accesos y excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación al ser actividades puntuales su impacto no se considera acumulativo, ya que el cambio se realiza de manera parcial en las áreas intervenidas.
INDICADOR DE IMPACTO	
Corresponde al área intervenida con el retiro de la capa de suelo orgánico en el Área de Intervención= 54,44 ha.	

12. Alteración del uso actual

Tabla 8.89 Porcentaje de área por tipo de uso del suelo en el área de intervención

Uso actual	Área (ha)	Área (%)
Pastoreo intensivo PEX	34,53	63,41
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza CRE	6,02	11,05
Transporte INT	7,38	13,55
Producción – protección FPP	2,53	4,64
Sistemas silvopastoriles SPA	1,86	3,41
Sistemas agrosilvopastoriles ASP	0,93	1,71
Comercial INC	0,98	1,81
Sistemas forestales protectores FPR	0,10	0,19
Residencial ARS	0,12	0,22
Cuerpos de agua naturales	0,004	0,01
TOTAL	**54,44**	**100**

Tabla 8.90 Modificación de la calidad paisajística

13. Modificación de la calidad paisajística		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Subsistema Agropecuario (Cap)	IRRELEVANTE
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	MODERADO
Construcción de accesos	Subsistema Agropecuario (Cap)	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Subsistema Agropecuario (Cap)	IRRELEVANTE
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	IRRELEVANTE
Captación de agua	Subsistemas Urbano e Infraestructura y transporte (Cur)	IRRELEVANTE
Desmonte y limpieza	Subsistema Agropecuario (Cap)	MODERADO
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	SEVERO
Demolición y retiro de estructuras	Subsistemas Urbano e Infraestructura y transporte (Cur y Cti)	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Subsistema Agropecuario (Cap)	MODERADO
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv,	MODERADO

13. Modificación de la calidad paisajística		
	Ncv)	
Construcción de estructuras de concreto	Subsistema Agropecuario (Cap)	MODERADO
	Subsistemas de Bosquesy vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	MODERADO
Construcción de estructuras de pavimento	Subsistema Agropecuario (Cap)	MODERADO
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Subsistema Agropecuario (Cap), Subsistemas de Bosques y vegetación natural (Nbv) y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Ncv)	MODERADO
Recuperación de áreas intervenidas	Subsistema Agropecuario (Cap)	CONSIDERABLE
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	RELEVANTE
Limpieza y cierre final	Subsistema Agropecuario (Cap)	CONSIDERABLE
	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	RELEVANTE
Portales de entrada y salida	Subsistema Agropecuario (Cap)	SEVERO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Subsistema Agropecuario (Cap)	IRRELEVANTE

Descripción general del impacto

La modificación de la calidad paisajística está definida en función de la alteración de la estructura paisajística de las unidades presentes en el área de intervención. Dentro de estas se identificaron 12 actividades que generan una modificación de la calidad del paisaje en subsistemas naturales (Nbv y Ncv), agropecuarios (Cap) y urbanos y de infraestructura y transporte (Cur, Cti).

A nivel general se consideran varios tipos de modificación que conllevan a la alteración de la calidad paisajística, la primera de ellas es la alteración de la estructura de las unidades por eliminación de uno de sus componentes.

De acuerdo con esto, las actividades de construcción de accesos, el desmonte y limpieza, la demolición y retiro de estructuras, y la adecuación de ZODMES y construcción de portales de entrada y salida, generan este tipo de modificación, ya que en estas es necesaria la eliminación parcial o total de los elementos presentes en las unidades de paisaje para poder desarrollar en su totalidad el proyecto. El impacto que generan estas actividades en su mayoría es moderado, teniendo en cuenta la intensidad con que se realiza (baja) y la extensión (puntual).

Para el caso de la actividad de adecuación de ZODMES, en este ámbito la intensidad se considera moderada, teniendo en cuenta que esta se realiza en los bordes de las coberturas naturales, las cuales presentan una intervención antrópica alta, que permite que el cambio en la estructura del paisaje sea menor.

Cabe resaltar que el desmonte y limpieza en ámbitos naturales, se considera una actividad

<table>
<tr><th colspan="2">13. Modificación de la calidad paisajística</th></tr>
<tr><td colspan="2">generadora de impacto severo, teniendo en cuenta que conllevan a una modificación significativa de la estructura y matriz de las unidades de paisaje afectadas, por la eliminación de elementos con atractivo paisajístico (coberturas naturales.

En segunda instancia se presenta la actividad de movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, adecuación de accesos y excavaciones por perforaciones y voladuras, y la adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, son actividades que generan un impacto negativo irrelevante, ya que modifican de manera temporal la dinámica que presenta la comunidad con el paisaje, en la etapa constructiva del proyecto, bien sea por aumento de tráfico de personas, instalación temporal de objetos o elementos discordantes, generación de ruido (voladuras y perforaciones), bloqueos temporales en vías o cambio temporal del uso y dinámica del entorno.

Las actividades de construcción de estructuras de concreto y de pavimento, así como la adecuación de accesos en los subsistemas naturales, generan impactos moderados no por la eliminación de elementos de la estructura paisajística, sino por la adición de nuevos componentes, los cuales se caracterizan por presentar diferencias con respecto a los existentes en cuanto a materiales, texturas, color, que o bien adicionan elementos altamente discordantes a las unidades de paisaje, o generan nuevas unidades, a partir del fraccionamiento o eliminación total o parcial de otras.

Por último, se presentan las actividades que generan impactos positivos, en las que se incluyen la recuperación de áreas intervenidas u la limpieza y cierre final del proyecto, actividades que están enfocadas en realizar una adecuación paisajística y el traslado de todos los elementos requeridos en la construcción del proyecto. Esto permite disminuir el impacto en la calidad paisajística al eliminar elementos discordantes (como el caso de la maquinaria) y al desarrolla acciones que a través del tiempo permitan que las modificaciones realizadas en el paisaje sean adoptadas por la comunidad como una nueva matriz paisajística.</td></tr>
<tr><th>SINÉRGICO</th><th>ACUMULATIVO</th></tr>
<tr><td>Las actividades de adecuación y construcción de accesos, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, desmonte y limpieza, demolición y retiro de estructuras excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, adecuación de ZODMES y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes,son actividades sinérgicas ya que al desarrollarse en conjunto aumentan la alteración de la estructura paisajística, pudiendo incluso no solo disminuir la calidad visual de una unidad, sino transformarla por completo.

El desarrollo de estas estas actividades conlleva a la antropización y cambio de las unidades del sistema natural y el subsistema agropecuario presentes en el área de estudio a unidades de paisaje de la infraestructura del sistema cultural, materializado en la disminución de coberturas naturales, hábitats de la fauna y áreas de producción agropecuarias.</td><td>Las actividades de adecuación y construcción de accesos, desmonte y limpieza, demolición y retiro de estructuras, excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, generan impactos acumulativos ya que modifican de manera progresiva la estructura del paisaje, a través de la eliminación de elementos asociados a la cobertura o la alteración de la geomorfología del paisaje

En cuanto a la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, la construcción de estructuras de concreto, construcción de estructuras de pavimento, y el retiro de escombros y materiales sobrantes-adecuación de ZODMES al ser actividades de carácter temporal (como el transporte de materiales maquinaria y equipos), o que contemplen la adición de elementos permanentes la modificación de la estructura paisajística se realiza en un solo momento, dando lugar posteriormente a la asimilación de los cambios.</td></tr>
</table>

13. Modificación de la calidad paisajística
INDICADOR DE IMPACTO
Corresponde al área intervenida con el retiro de la capa de suelo orgánico en el Área de Intervención= 54,44 ha.

Tabla 8.91 Porcentaje de área por unidad de paisaje en el área de intervención

Unidades de paisaje	Sigla	Área (ha)	Área (%)
Subsistema Agropecuario	Cap	37,32	68,5
Subsistemas de Bosques y vegetación natural	Nbv	2,43	4,5
Infraestructura y transporte en zonas urbanas	Cit	7,38	13,50
Cuerpos de agua y vegetación asociada	Ncv	6,23	11,4
Urbano en zonas urbanas	Cur	1,10	2,0
TOTAL		**54,44**	**100**

8.3.1.2 Medio Biótico

Tabla 8.92 Cambios en la cobertura vegetal

Impacto	**Cambios en la cobertura vegetal**	
Medio	**Biótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Bosque de galería (314) - Arbustal denso alto (3221)- Arbustal denso bajo (3222)- Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113)	SEVERO
Desmonte y limpieza		
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME		
Desmonte y limpieza	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine)	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME		
Portales de entrada y salida		
Adecuación de accesos	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine)	IRRELEVANTE
Construcción de accesos		
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes		
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Bosque de galería (314) Arbustal denso alto (3221) Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine)	CONSIDERABLE
Recuperación de áreas intervenidas	Bosque de galería (314) Arbustal denso alto (3221) Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine)	
DESCRIPCIÓN		
Durante la etapa constructiva se requiere la intervención de la cobertura vegetal a través del		

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

descapote y limpieza del terreno natural, removiendo la cubierta vegetal, en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial junto con las zonas o fajas laterales reservadas para la vía y áreas asociadas. Así también aquellas áreas asociadas como ZODMES y accesos. No incluye el área en superficie proyectada sobre el túnel, ya que sobre esta área no se prevé aprovechamiento forestal. Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos. En la Tabla 8.93 se presenta el área de intervención por tipo de infraestructura, discriminada por cobertura.

Tabla 8.93 Área de intervención por tipo de Infraestructura

Ecosistemas Intervenidos por el Proyecto	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	**27,19**	54,87%
Arbustal denso alto	0,64	1,29%
Arbustal denso bajo	0,08	0,15%
Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04%
Construcciones rurales	0,06	0,12%
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,10%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,19	0,39%
Pastos arbolados	3,77	7,61%
Pastos enmalezados	3,29	6,65%
Pastos limpios	11,50	23,21%
Red vial	6,31	12,74%
Zonas comerciales	0,29	0,58%
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	**18,71**	**37,75%**
Arbustal denso alto	1,71	3,45%
Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18%
Construcciones rurales	0,06	0,12%
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,66	3,35%
Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,88%
Pastos arbolados	4,48	9,04%
Pastos enmalezados	0,04	0,09%
Pastos limpios	8,46	17,08%
Red vial	0,57	1,15%
Zonas comerciales	0,70	1,41%
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	**3,66**	7,38%
Pastos arbolados	1,04	2,09%
Pastos limpios	2,13	4,30%
Red vial	0,49	1,00%
Total general	**49,56**	**100,00%**

*No se incluye el área proyectada en superficie del túnel (8,32ha).

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico

Tras la valoración de los aspectos ambientales, se determinó que los impactos a la cobertura vegetal son de carácter SEVERO, en Bosque de galería (314) - Arbustal denso alto (3221) – Arbustal denso bajo (32212) y Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113), teniendo en cuenta que para las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza y retiro de escombros y materiales sobrantes- adecuación de ZODME, estas coberturas deberán ser removidas en su totalidad, lo cual representa una alta intensidad del impacto, alterando la oferta ambiental en términos de servicios de provisión, de regulación, de soporte y culturales, configurando el impacto como irrecuperable, y por ende compensable ya que representa una pérdida de la biodiversidad y además origina otros impactos, como perdida de especies con importancia ecológica y fragmentación de los ecosistemas naturales, por esta razón se considera que el impacto debe ser compensado. En la Tabla 8.94. Se puede observar que el área afectada por las diferentes actividades en el Ámbito 1 es de 3,57 ha, correspondiente al 7,2% del área de intervención total del proyecto.

Para el ámbito de Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine), se presumen un impacto MODERADO, afectando el 9,9% de estas coberturas estas coberturas antropizadas no representan sensibilidad ambiental ni valores altos de diversidad. El área afectada corresponde a 37,52ha, que representan el 7569,81% del área de intervención total del proyecto.

No se consideran coberturas a Nivel 1 (Territorios artificializados), ya que la cobertura vegetal en estas coberturas es nula. Se observa en la Tabla 8.94 que el 82,89% del área de intervención total del proyecto evidenciara este impacto.

Tabla 8.94 Ámbitos de manifestación en el área de intervención

Área de Intervención				
COD	**NOM_COB**	**Área (ha)**	**Área (%)**	**Ámbito de Manifestación**
231	Pastos limpios	22,10	44,59%	2.Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine)
232	Pastos arbolados	9,29	18,74%	
233	Pastos enmalezados	3,34	6,73%	
242	Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,88%	
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	1,86	3,75%	
32211	Arbustal denso alto	2,35	4,74%	1. Bosque de galería y ripario - Arbustal denso alto- Arbustal denso bajo - Herbazal denso de tierra firme
32212	Arbustal denso bajo	0,08	0,15%	
314	Bosque de galería y/o ripario	0,10	0,21%	
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,10%	
Total general		**41,09**	**82,89%**	**100,00%**

Por otro lado, frente a los impactos positivos se presume que las Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes y Recuperación de áreas intervenidas, mitigarán la perdida de cobertura vegetal en áreas de donde sea posible la recuperación, como zodmes, taludes, accesos. Se busca prevenir la erosión del suelo y garantizar la recuperación de estas zonas en el mediano plazo.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se considera que el impacto es sinérgico pues la modificación de la cobertura tiene efectos asociados a otros componentes tales como suelo y fauna, y es un impacto que pueda verse aumentado por efecto de otras acciones	Se considera que el impacto como acumulativo puesto que el efecto se presenta de manera incremental o progresiva sobre la cobertura por la ejecución de otros actividades y proyectos.

Impacto	Cambios en la cobertura vegetal
Medio	Biótico
INDICADOR DE IMPACTO	
Áreas (ha) intervenidas por tipo de cobertura para la construcción del proyecto.	

Tabla 8.95 Modificación de la conectividad de ecosistemas

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Desmonte y limpieza	Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221)	SEVERO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME		
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes		
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Herbazal de tierra firme con arbustos (321113)	MODERADO

DESCRIPCIÓN

Este impacto está relacionado con la pérdida de la continuidad de los ecosistemas naturales por la ejecución de las actividades de Desmonte y limpieza, Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES, y Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, generando efectos como aislamiento, reducción del área y modificación de la forma de los elementos del paisaje (parches, corredores y matriz) y perdida en la conectividad de los ecosistemas.

A partir del análisis de fragmentación se obtuvieron las métricas de paisaje en el escenario con Proyecto (Ver Tabla 8.96).

Tabla 8.96 Métricas del paisaje CON proyecto

CLASE	INDICES POR TIPO			
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD			CONTEXTO PAISAJISTICO
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)	CP
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	87,24	29,08	0,16
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	56,68	56,68	0,10
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	18,84	3,77	0,03
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	12,71	2,54	0,02
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	6,27	1,05	0,01
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	10,01	1,25	0,02
Total	**28**	**191,76**	**94,37**	**0,35**
NP: Número de parches de la clase en el paisaje				
CA: Área total (ha) de clase				

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas
Medio	Biótico
MPS: Tamaño promedio del parche (ha)	

En la Tabla 8.98 se presenta los resultados de la variación en las métricas analizadas, esto permitió determinar que el impacto es SEVERO para los Bosque de galería (314) y para los Arbustales densos altos (3221), por efecto de la actividad de Desmonte y limpieza, puesto que genera un aumento en el número de parches y una reducción en el tamaño promedio del parche llegando a estar por debajo de 1 ha para el caso del Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, originando mayor vulnerabilidad del ecosistema a resistir los cambios estructurales que se ocasionaran por efecto del proyecto.

Así mismo, se observa que los ecosistemas con menor disponibilidad de área son el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, lo cual restringe la conformación de áreas núcleo que permitan mejorar la conectividad del área.

Por otro lado, para los ecosistemas de Arbustal denso alto y el Herbazal de tierra firme con arbustos, poseen mayor disponibilidad de área, lo que se observa en el índice de contexto paisajístico, que, aunque demuestra una fragmentación fuerte, con respecto al área de influencia, se consideran los ecosistemas más conservados y con mayor conectividad ecológica, por lo tanto, aunque se produzca una afectación sobre estos ecosistemas, se estima que el área remanente permitirá continuar con los flujos de energía de las especies, por esta razón se considera el impacto MODERADO para las actividades de Adecuación de Accesos y Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME (Ver Tabla 8.97 y Tabla 8.98).

Tabla 8.97 Ecosistema que se cruza con el Zodme VER 118

Ecosistema Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Área (ha)	Área (%)
Arbustal denso alto	0,80	1,37
Pastos limpios	5,58	9,58
Total	**6,38**	**10,95**

Tabla 8.98 Modificación de la conectividad de ecosistemas

CLASE	INDICADOR DEL IMPACTO			
Ecosistema	ΔNP (%)	ΔCA (%)	ΔMPS (%)	ΔCP (%)
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	66,67	-0,08	67	0,0
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,00	-1,83	2	5
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,00	-3,13	3	16
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	40,00	-13,45	47	24
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	33,33	-0,31	33	13
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,00	-0,89	1	-8

El efecto de la fragmentación sobre el medio es directo, las consecuencias de fragmentar una cobertura vegetal inciden directamente sobre la biodiversidad, altera de manera inmediata los

Impacto	Modificación de la conectividad de ecosistemas
Medio	Biótico

procesos ecológicos que se dan en los hábitats. Finalmente, en relación con el parámetro de recuperabilidad, se considera que la posibilidad de recuperación del componente solamente puede ser compensado a través de acciones dirigidas a recuperar áreas boscosas por medio del establecimiento de corredores que permitan enlazar parches.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto es sinérgico puesto que el efecto de perdida de conectividad es potencializado por acción de diferentes actividades que se producen en el AI y que reducen coberturas naturales como tala y quema, entre otros.	El impacto se considera acumulativo pues el efecto de perdida de conectividad se presenta progresivamente con el desarrollo de diversas actividades.

INDICADOR DE IMPACTO

Para evaluar el impacto se analizaron las métricas NP, CA, MPS y CP a través de la formulación de un indicador que determina la variación de las métricas en el escenario sin proyecto y las obtenidas a partir de una simulación del escenario con proyecto. (Ver Tabla 8.99).

Se considera que con los tres indicadores iniciales se puede valorar económicamente el impacto, dado que este indicador es para resolver este requerimiento, además porque el contexto paisajístico no fue un indicador determinante para evaluar el cambio de la conectividad de ecosistemas ya que en un análisis general del área de influencia para el escenario sin proyecto el ICP = 0.36 y en el escenario con proyecto el ICP = 0.36, lo cual indica que el área presenta una fragmentación extrema en los dos escenarios.

Tabla 8.99 Indicador de impacto de modificación de la conectividad de ecosistemas

Indicador	Fórmula	Descripción
ΔNP (%)	=1- (NP Sin Proyecto / NP Con Proyecto) *100	Variación del número de parches por clase
ΔCA (%)	=1- (CA Sin Proyecto / CA Con Proyecto) *100	Variación del Tamaño de la clase
ΔMPS (%)	=1- (MPS Con Proyecto / MPS Sin Proyecto) *100	Variación del Tamaño promedio del parche por clase
ΔCP (%)	=1- (CP Con Proyecto / CP Sin Proyecto) *100	Variación de la conectividad del paisaje

Tabla 8.100 Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	
Medio	Biótico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Desmonte y limpieza	1. Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221)	MODERADO
Desmonte y limpieza	2. Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	
Medio	**Biótico**	
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113)-Arbustal denso alto (3221)	
Recuperación de áreas intervenidas	1. Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221)	RELEVANTE

DESCRIPCIÓN

Este impacto se manifiesta en el cambio de la composición de la flora endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural, por la eliminación de individuos por despeje total de la cobertura vegetal.

Dentro de las actividades del proyecto, el desmonte y limpieza, el retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES y la adecuación y construcción de accesos, implican una alteración de la estructura de coberturas naturales y por ende afectación a los individuos arbóreos o arbustivos de especies endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural.

En la Tabla 8.101 se presenta el listado de especies amenazadas, endémicas y/o en veda registradas, por ámbito de manifestación, además la cantidad de individuos a afectar por el desarrollo del proyecto.

Tabla 8.101 Especies amenazadas, endémicas y/o en veda registradas en el área de intervención

ESPECIE	Cantidad de individuos	MADS_1912_2017	UICN	ENDEMICA	VEDA NACIONAL	CITES	Ámbito de manifestación
Miconia aguirrei (Regeneración)	20	-	-	x	-	-	1
Juglans neotropica	1	EN	EN		Nacional Resolución 0316 de 1974		2
Oreopanax gargantae	1			X			2

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Dado que la afectación se realizará a 2 individuos arbóreos, uno endémico y otro en veda Nacional y a 20 individuos de regeneración endémicos, la intensidad del impacto se considera media, es necesario mitigar la afectación a través de la aplicación de medidas ambientales.

En cuanto a las especies en veda por la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, de hábito epífito, terrestre y rupícola corresponden a: 6 especies de bromelias, 5 especies de orquídeas, 26 especies de musgos y 91 especies de líquenes (Ver 5.2.1 Flora. - I Epifitas).

SINÉRGICO	ACUMULATIVO

Impacto	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural
Medio	**Biótico**
El impacto no es sinérgico puesto que la afectación en individuos de estas especies se realiza de manera total sin verse complementado por acción de más actividades.	El impacto es acumulativo puesto la perdida de individuos de estas especies se puede incrementar por el desarrollo de otras actividades en el área, especialmente tala y quema.
INDICADOR DE IMPACTO	
Número de especies removidas para la construcción del proyecto en algún grado de amenaza o restricción	

Tabla 8.102 Intervención áreas de manejo especial

Impacto	Intervención áreas de manejo especial	
Medio	**Biótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Arbustales (3221), denso alto y herbazal de tierra firme con arbustos (321113) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP	SEVERO
Construcción de accesos Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP y artificializados	MODERADO
DESCRIPCIÓN		
Se determinaron como áreas de manejo especial aquellas áreas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. El impacto está relacionado con la afectación de estas áreas, visto como la disminución en área y por lo tanto en su representatividad ecosistémica o la afectación de sus condiciones o características que lo definen como área protegida, ecosistema estratégico o sensible, el análisis se realizó a partir de las áreas de intervención propuestas para el proyecto. En la Tabla 8.103 se presenta la distribución de las áreas de manejo especial en el área de intervención.		

Tabla 8.103 Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Áreas de Manejo Especial	Área (ha)	Área (%)
SIRAP	0,78	1,34
Áreas de páramo de Pamplona	0,14	7,43
Margen protectora rio - quebrada Pamplona	0,06	0,09
Pamplonita - Áreas de bosque protector EOT municipal	0,23	0.39
Pamplona - Áreas de bosque protector - productor EOT municipal	0,36	0,62
POMCA	2,29	4,63

Impacto	Intervención áreas de manejo especial		
Medio	Biótico		
Conservación y protección ambiental		2,29	4,63
POTS		4,82	8,28
Áreas de conservación y protección ambiental		4,82	8,28

**Las áreas reportadas no pueden ser sujetas de sumatoria pues se presenta traslape.
Fuente: Aecom- Concol, 2018

Para realizar el análisis de la intervención en áreas de manejo especial que se da en el escenario con proyecto, se determinaron como ámbitos de manifestación los que se presentan en la Tabla 8.104, haciendo uso de las coberturas de la tierra identificadas y su sensibilidad ambiental.

Tabla 8.104 Categorías de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Categorización de áreas sensibles	
1	Bosque de galería en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.
2	Arbustal denso alto – Arbustal denso bajo – Herbazal denso de tierra firme en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP
3	Territorios agrícolas y artificializados en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP

Fuente: Aecom- Concol, 2018

Teniendo en cuenta la categorización de áreas de manejo especial, se presenta la siguiente distribución de intervención en áreas de manejo especial (Tabla 8.105).

Tabla 8.105 Distribución de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Áreas de Manejo Especial	Categoría 1 (ha)	%	Categoría 2 (ha)	%	Categoría 3 (ha)	%
SIRAP (0,78ha)						
Áreas de páramo de Pamplona	-	-	0,06	0,11	0,08	0,13
Margen protectora rio - quebrada Decreto Ley 2811/74	-	-	-	-	0,06	0,19
Áreas de bosque protector – productor EOT municipal	-	-	-	-	0,36	0,62
Áreas de bosque protector EOT municipal	-	-	0,21	0,36	0,02	0,03
POMCA (2,29ha)						
Conservación y protección ambiental	-	-	0,03	0,06	2,26	4,57
POTS (4,82 ha)						
Áreas de conservación y protección ambiental	0,009	0,01	0,440	0,76	4,371	7,50

*Las áreas reportadas no pueden ser sujetas de sumatoria pues se presentan traslapes entre categorías.
Fuente: Aecom- Concol, 2018

La afectación a áreas de manejo especial es SEVERA en el ámbito 1, dada la importancia de estas coberturas, y a pesar de que la intervención se realizará en 0,009 ha del POT, en sitios alta

Impacto	Intervención áreas de manejo especial
Medio	**Biótico**
sensibilidad ambiental y presumiendo una pérdida de la cobertura vegetal de manera total, el impacto debe ser compensado. Para el ámbito 2, el impacto se considera MODERADO, se presenta una intervención superior, que en todos los casos no supera el 1% del área de intervención, y a pesar de la normatividad vigente sobre estas áreas, el uso actual permite diferenciarlas de las anteriores por su grado de alteración.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
El impacto no se considera sinérgico puesto que las afectaciones se realizan de manera total sobre el medio y no se presentan de manera complementaria.	El impacto se considera acumulativo ya que el efecto se presenta de manera gradual con el desarrollo de otras actividades económicas del área, así como tala y quema.
INDICADOR DE IMPACTO	
Área (ha) intervenida sobre áreas de protección y conservación	

Tabla 8.105 **Distribución de Áreas de manejo Especial en Área de Intervención**

Tabla 8.106 Alteración de hábitat

18. Alteración de hábitat		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Construcción de accesos	Pastos	MODERADO
Desmonte y limpieza	Bosques y áreas seminaturales	SEVERO
	Áreas agrícolas heterogéneas	MODERADO
	Pastos	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes / Adecuación de Zodmes	Bosques y áreas seminaturales	SEVERO
	Pastos	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Pastos	MODERADO
Descripción general del impacto		
La construcción de accesos a los Zodmes (Acc- V118 y Acc- V131 y la construcción vía industrial es una actividad presupuestada en la etapa constructiva del proyecto a realizarse en las coberturas de Pastos y red vial, en esta actividad se realiza el desmonte y descapote de la cobertura vegetal así como el movimiento de tierras, el efecto de esta actividad sobre la fauna silvestre tiene una importancia “MODERADA”, ya que conlleva a una alteración en el hábitat de las especies de fauna (aves) asociadas a la cobertura de pastos limpios. El desmonte y la limpieza así como el retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES son actividades proyectadas en la etapa constructiva del proyecto, consisten en la remoción de la cubierta vegetal (incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y residuos de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los trabajos), el efecto de estas actividades sobre la fauna silvestre asociada a estos tipos de coberturas naturales y seminaturales, tiene una Importancia de carácter “SEVERO”; para el ámbito de Bosques y áreas seminaturales (Bosque de galería y/o ripario, Arbustal denso alto y Herbazal denso de tierra firme con arbustos) ya que se eliminarán en su totalidad los hábitats naturales ahí presentes, lo que se verá reflejado en la pérdida de áreas de reproducción (áreas de nidificación), refugio y alimentación; por lo cual se le considero con una Magnitud muy alta.		

18. Alteración de hábitat		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Como "MODERADO" para los ámbitos de Áreas agrícolas heterogéneas y Pastos ya que esta actividad afecta en su mayoría a los pastos limpios afectando en menor proporción a algunas especies de aves que utilizan estas coberturas como zonas de paso o percha. Ahora bien, la afectación del hábitat a los corredores de movimiento presentes, esenciales para el mantenimiento de poblaciones viables de la fauna silvestre a nivel local y regional; por lo tanto, se consideró que dichos impactos tienen una extensión amplia y como se manifestará en coberturas vegetales naturales y seminaturales sensibles por su condición de intervención, se calificó con un valor de ocho (8). Por otra parte la actividad Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes en el ámbito de pastos, presenta una importancia Moderada por cuanto la adecuación de los sitios de almacenamiento pueden generar material particulado, contaminación sonora y vibraciones que pueden tener afectación en los hábitats de la fauna silvestre por cuanto esta actividad se llevará a cabo en pastos arbolados y pastos limpios, donde eventualmente la fauna puede encontrar sitios propicios para refugio, percha o zonas de paso. Por lo anterior, teniendo en cuenta la naturaleza de este impacto sobre los hábitats de la fauna silvestre, no puede ser evitado, corregido ni mitigado; por ende, debe ser compensado de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una nueva categoría de manejo o estrategia de conservación permanente, según el Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad planteado para el proyecto.		
SINÉRGICO		**ACUMULATIVO**
Se considera sinérgico, ya que la alteración del hábitat se potencializa por las actividades económicas que se desarrollan en el área junto con el desmonte y limpieza proyectada para el desarrollo del proyecto. Así mismo, alteración del hábitat incrementa el efecto del cambio en la composición y estructura de las especies de fauna asociadas a los hábitats afectados.		Al afectar las coberturas naturales y seminaturales presentes por el desmonte y limpieza se aporta a la fragmentación de dichas coberturas vegetales, fenómeno que persiste y continuará en el tiempo por la presencia de actividades económicas presentes en el área de influencia.
INDICADOR DE IMPACTO		
De las 50,24 ha de bosques y áreas seminaturales del Área de Influencia y de las 268.85 ha de pastos, se van a intervenir para las actividades antes descritas para el impacto de Alteración del hábitat 8.78 ha de áreas naturales y seminaturales y 36.04 ha de coberturas de pastos.		

Tabla 8.107 Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre		
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Bosque y áreas seminaturales	MODERADO
	Áreas agrícolas heterogéneas	IRRELEVANTE
	Pastos	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Pastos	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Accesos	MODERADO

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre		
Desmonte y limpieza	Bosque y áreas seminaturales	SEVERO
	Áreas agrícolas heterogéneas	MODERADO
	Pastos	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación ZODMES	Bosque y áreas seminaturales	SEVERO
	Pastos	MODERADO
Portales de entrada y salida	Pastos	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Pastos	MODERADO

Descripción general del impacto

La actividad de adecuación de accesos, en el ámbito de manifestación Bosque y áreas seminaturales tiene una importancia MODERADA con una intensidad media y una extensión parcial, esta actividad tiene una representación de 0.11 ha en estas coberturas, aunque no es una afectación en área muy alta se debe tener en cuenta que las coberturas mencionadas no tienen una alta representatividad dentro del área de influencia lo que hace que cualquier actividad que se realice en ellas implique un cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre ya que se eliminan zonas de alimentación, reproducción, cría y sitios de paso o percha. En el ámbito de Pastos y áreas agrícolas heterogéneas esta actividad tiene una representatividad de 1.94 ha para pastos y 0.10 ha para áreas agrícolas heterogéneas pero la importancia es IRRELEVANTE con una intensidad baja y una extensión parcial.

Al igual que en el impacto pérdida de hábitat, la construcción de accesos a los Zodmes (Acc- V118 y Acc- V131 y la construcción vía industrial es una actividad presupuestada en la etapa constructiva del proyecto a realizarse en las coberturas de Pastos y red vial (095 ha), en esta actividad se realiza el desmonte y descapote de la cobertura vegetal así como el movimiento de tierras, el efecto de esta actividad sobre la fauna silvestre tiene una importancia “MODERADA”, ya que conlleva a un cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre que utiliza esta cobertura como sitios de paso, percha o refugio.

La actividad de movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos puede aumentar la posibilidad de accidentes viales con la fauna silvestre, los cuales ocasionan lesiones graves o la muerte de individuos altamente reproductivos. Por lo tanto, la importancia de esta actividad sobre la composición y estructura presenta un carácter “MODERADO”.

Teniendo en cuenta lo mencionado en la descripción del impacto pérdida del hábitat para las actividades de desmonte y limpieza y retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de zodmes proyectadas para el desarrollo del proyecto, está estrechamente relacionada con los cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre; de hecho, puede generar o potencializar su efecto, ya que al eliminar áreas de reproducción (áreas de nidificación), refugio y alimentación, se afecta de manera directa la abundancia y la riqueza de las especies, no solo las asociadas a las coberturas vegetales a intervenir, si no también, para aquellas especies faunísticas aledañas al área de intervención, que se pueden ver afectadas por el incremento de la competencia intra e inter específica, por los recursos disponibles entre sus poblaciones con las poblaciones de especies faunísticas desplazadas por las actividades desarrolladas en el área de intervención del proyecto, por estas razones el impacto cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre presentó una naturaleza Severa, en el ámbito de manifestación Bosques y áreas seminaturales con una Magnitud muy alta y con una extensión amplia y Moderado para los ámbitos de Áreas agrícolas heterogéneas y Pastos.

La actividad de Portales de entrada y salida conlleva a realizar limpieza y descapote del área a cortar y corte de la roca o suelo, en el ámbito de manifestación de Pastos, el ruido, el material

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	
particulado y la vibración pueden generar un cambio en la composición y estructura de fauna silvestre ahuyentando la fauna y afectando las zonas de cría y reproducción cercanas, razón por la cual tiene una importancia Moderada con una intensidad media y una extensión parcial. Por otra parte la actividad Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes en el ámbito de pastos, presenta una importancia Moderada por cuanto la adecuación de los sitios de almacenamiento pueden generar material particulado, contaminación sonora y vibraciones que pueden tener afectación directa en la composición y estructura de la fauna silvestre por cuanto esta actividad se llevará a cabo en pastos arbolados y pastos limpios, donde eventualmente la fauna puede encontrar sitios propicios para zonas de cría, reproducción refugio, percha o zonas de paso.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
Se considera sinérgico, ya que la alteración del hábitat incrementa el efecto del cambio en la composición y estructura en las especies de fauna asociados a los hábitats que ofrecen las coberturas naturales y semi naturales presentes en el área de influencia del proyecto.	Al afectar ejemplares faunísticos potencialmente reproductivos, se pierde diversidad genética, que, con el tiempo, si no se recupera la generación perdida, se incrementa la posibilidad que se presente endogamia entre las diferentes poblaciones de las especies presentes en el área; fenómeno que se acentúa por la fragmentación de las coberturas naturales dejando poblaciones faunísticas totalmente aisladas.
INDICADOR DE IMPACTO	
Durante la caracterización de fauna silvestres, se reportaron: • 5 especies de anfibios para una representatividad de muestreo según Bootstrap del 90, 63% y Chao 2 del 100. • 3 especies de reptiles. Representatividad no calculada. • 31 especies de aves para una representatividad de muestreo según Chao 2 del 69% y Bootstrap del 83% • 24 especies de mamíferos para una representatividad de muestreo según Jack 1 del 70% y Bootstrap del 83%. Lo que indica que para anfibios, aves y mamíferos es factible hacer un análisis de sus comunidades presentes en el área influencia del proyecto y el que el registro de especies es representativo de la riqueza de dichas comunidades de esta localidad respecto a lo esperado. Sin embargo, el grupo de los reptiles no fue posible calcular ninguno de los estimadores sugeridos para la riqueza debido al bajo registro, lo cual se puede explicar por el alto grado de transformación e intervención de los hábitats de dichas especies y al comportamiento intrínseco de las mismas. Por tal razón, no se considera como indicador de impacto los valores de riqueza y la representatividad del muestro, ya que necesitaría más muestreos en diferentes periodos climáticos para poder relacionar el efecto en el cambio de la estructura y composición de la fauna como efecto del desarrollo de las actividades del proyecto; sin dejar a un lado, que este impacto lo potencializan las actividades sin proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior y partiendo de la alta sinergia que existe entre los impactos “alteración de hábitats” y el “cambio en la estructura y composición de la fauna silvestre”, se definió como indicador de impacto las 12.58 ha de bosques y áreas seminaturales a ser intervenidas; ya que se asoció el área de intervención como el área de hábitats de fauna silvestres afectados por	

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre
las actividades de construcción de accesos, por el desmote y limpieza y adecuación de zodmes planteadas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 8.108 Modificación del hábitat y biota acuática

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática	
Medio	**Biótico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Drenajes sencillos (NN10, NN25, NN25-1, NN26, NN27 y NN27-1)	MODERADO
Captación de agua	Río Pamplonita	MODERADO
Vertimientos	Río Pamplonita	MODERADO
Desmonte y limpieza	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	MODERADO
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	MODERADO
Construcción de obras de drenaje	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	MODERADO
Construcción de estructuras de concreto	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Drenajes sencillos (Sabanetas 15-1)	MODERADO
Demolición y retiro de estructuras	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	IRRELEVANTE
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	RELEVANTE
Recuperación de áreas intervenidas	Drenajes sencillos (NN25, NN25-1, NN25-2, NN26, NN27 y NN27-1)	RELEVANTE

DESCRIPCIÓN

La modificación del hábitat y biota acuática es el resultado de los cambios físicos, químicos o biológicos en la calidad del agua que, como consecuencia, impactan la calidad del hábitat para los ensamblajes acuáticos. Dichas alteraciones pueden ser ocasionadas por la sobreexplotación de recursos hidrobiológicos, por la ocupación antrópica y usos del suelo en la zona, así como por contaminación de cualquier origen, comercial, industrial o doméstico. Como resultado, tanto la composición, como la estructura de las comunidades acuáticas se ven afectadas, cambiando la dinámica ecológica de los ecosistemas y como consecuencia su provisión de servicios ecosistémicos.

En el área de intervención correspondiente a la UF-1, el trazado delimitado interceptará seis (6) cuerpos de agua, donde cinco (5) corresponden a drenajes sencillos y un (1) cruce con el río Pamplonita. Durante su fase de construcción, algunas de las actividades llevadas a cabo en tal proceso, pueden afectar la calidad del hábitat para la biota acuática y se presentan a continuación.

Vertimientos
Los vertimientos serán realizados sobre el río Pamplonita, en un punto establecido, sobre el cual

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática
Medio	Biótico

se solicitará la licencia correspondiente. Los desechos que serán vertidos corresponderán a las aguas residuales procedentes del lavado de cubas de hormigón, lavado de maquinaria, lavado de planta de machaqueo, lavado de planta de asfaltos y lavado de planta de hormigón. Los principales residuos contaminantes esperados, son sedimentos, grasas, aceites e hidrocarburos, por lo cual el impacto se consideró moderado sobre este cuerpo de agua.

Demolición y retiro de estructuras
Durante el desarrollo de esta actividad se realizará remoción y disposición de materiales, debido a que se realizará de forma puntual en un tiempo determinado, el impacto se considera irrelevante

Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos
Esta actividad involucra la movilización por medio de transporte terrestre de materiales, maquinarias y equipos hacia los lugares de construcción de las obras. Este aumento en los desplazamientos y presencia de camabajas, dobletroques, camiones, volquetas y vehículos livianos, pueden afectar, de manera indirecta, la calidad del hábitat para la biota acuática por efecto del incremento de material particulado que, por aire o escorrentía, llegan a los drenajes sencillos, aumentando la sedimentación y turbidez.

Captación de agua
Mediante las captaciones de agua durante la etapa de construcción, establecida en un (1) punto y sobre el río Pamplonita, podrá afectar las condiciones de hábitat para la biota acuática, disminuyendo el caudal y actuando de modo sinérgico con las demás captaciones (con fines para la ganadería y la agricultura), que se presentan en el área de estudio. No obstante, se consideró como moderado teniendo en cuenta que, de acuerdo con la información de los caudales mínimos del río Pamplonita y la demanda requerida, no se modificará considerablemente el caudal ecológico necesario para el desarrollo de la biota acuática

Desmonte y limpieza
Por medio de esta actividad, se realiza la remoción de coberturas vegetales para la adecuación de áreas de obras del proyecto, así como aquellas zonas o franjas laterales reservadas para la vía y áreas asociadas. Mediante el proceso de remoción y limpieza, se pierde cobertura vegetal próxima a los drenajes sencillos, lo cual aumenta la temperatura del agua y la intensidad de radiación solar, modificando las calidad de agua y por consiguiente la biota acuática, adicionalmente la perdida de vegetación modifica la estructura del suelo, presentándose aumento de la sedimentación e ingreso de agentes contaminantes a los cuerpos de agua, por movimientos de escorrentía.

Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación
Como resultado de las actividades de excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, los suelos quedan desnudos, siendo una fuente potencial de sedimentos que son transportados por escorrentía a los cuerpos de agua, causando cambios en el hábitat y biota acuática.

Construcción de obras de drenaje
El impacto sobre la calidad del hábitat para la biota acuática se presenta por el desarrollo de las diferentes construcciones, desechos o residuos llegara a las fuentes hídricas producto de estas, modificando las condiciones fisicoquímicas del agua. Teniendo en cuenta que, son actividades puntuales y con tiempos determinados, por lo cual el impacto se consideró como moderado.

Construcción de estructuras de concreto

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática
Medio	Biótico

La construcción de estructuras como puentes implican el vaciado y fundido de concreto, por lo cual el impacto se considera moderado, ya que estos materiales, así como material particulado, pueden depositarse en los cuerpos de agua, modificando las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua y como consecuencia modificaciones en la biota acuática.

Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME Durante la conformación del ZODME, el cual se planea sobre el cauce de la fuente hídrica NN-27-1, se presentará aporte de material particulado, aumento de sedimentos en los cuerpos de agua y como consecuencia modificación de la biota acuática.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se consideraron sinérgicas las actividades de desmonte y limpieza como una actividad sinérgica, puesto que esta, sumada a las actividades de tala y deforestación que actualmente se desarrollan (fuera del proyecto), magnificarán su efecto sobre los ecosistemas acuáticos, principalmente drenajes sencillos.	La generación de material particulado, producto de las actividades de movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, la construcción de accesos, las excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, a medida que aumente (durante el desarrollo de la fase de construcción), podría acumularse en las fuentes hídricas próximas a las vías de movilización.

INDICADOR DE IMPACTO

- Composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas: presencia o ausencia de organismos bioindicadores, diversidad y riqueza de especies.

Tabla 8.109 Presencia de Perifiton en los puntos de muestreo hidrobiológico

ESPECIE	P3 UF1	P6 Quebrada San Antonio	P7 Quebrada La Palma	P95 Vertimiento
Nitzschia sp.	292.50	82.20	-	-
Gyrosigma sp.	2.50	-	-	-
Navicula sp.	137.50	-	271	108.57
Synedra sp.	35	-		-
Pinnularia sp.	55	-	-	41.58
Amphora sp.	7.50	-	-	-
Oscillatoria sp.	5	-	-	-
Eunotia sp.	15	-	-	-
Chroococcus sp.	-	11.70	-	-
Phormidium sp.	-	-	53.50	-
Cocconeis sp.	-	-	44.20	-
Cymbella sp.	-	-	-	6.93
Melosira sp.	-	10.10	571	6.93

*Unidad de muestreo: Individuos/cm^2
Fuente: C.I.M.A., 2018

Tabla 8.110 Presencia de fitoplancton en los puntos de muestreo hidrobiológico

ESPECIE	Punto 3 UF1	P6 Quebrada San Antonio	P7 Quebrada La Palma	P95 Vertimiento
Nitzschia sp.	0.033	0.010	-	-
Lyngbya sp.	0.021	-	-	-
Navicula sp.	0.029	0.010	0.080	0.02
Oscillatoria sp.	0.005	-	0.080	-
Stigonema sp.	0.005	-	-	-
Melosira sp.	0.005	0.010	0.160	0.001
Surirella sp.	0.002	-	-	-

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática			
Medio	**Biótico**			
Pinnularia sp.	-	-	-	0.0005
Dimorphococcus sp.	-	-	-	0.005

* Unidad de muestreo: Individuos/ml
Fuente: C.I.M.A., 2018

Tabla 8.111 Presencia de zooplancton en los puntos de muestreo hidrobiológico

ESPECIE	Punto 3 UF1	P6 Quebrada San Antonio	P7 Quebrada La Palma	P95 Vertimiento
Bullinularia sp.	0.0014	-	-	-
Difflugia sp.	0.0035	-	-	-
Centropyxis sp.	0.0042	-	-	-
Cyphoderia sp.	0.0007	-	-	-
Euglypha sp.	0.0035	-	-	-
Arcella sp.	0.0021	-	0.004	-
Harpacticoida Morfo1	-	0.001	-	-
Anuraeopsis sp.	-	0.003	-	0.007
Lecane sp.	-	-	-	0.001

* Unidad de muestreo: Individuos/ml
Fuente: C.I.M.A., 2018

Tabla 8.112 Presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de muestreo hidrobiológico

ESPECIE	Punto 3 UF1	P6 Quebrada San Antonio	P7 Quebrada La Palma	P95 Vertimiento
Dugesia sp.	16.67	2.22		
Lumbriculidae Morfo 1	6.67		2.22	
Leptonema sp.	2.22	3.33		
Calopterygidae Morfo 1	1.11			
Subfamilia Chironomidae	17.78	4.44	16.7	18.89
Physidae Morfo 1	5.56		2.22	
Baetidae Morfo 1	1.11	4.44		
Simulium sp.	1.11	1.11		
Stenochironomus sp.	1.11			
Naididae Morfo 1		51.1	28.9	32.22
Anacroneuria sp.		1.11		
Aeshnidae Morfo 1		1.11		
Gerridae Morfo 1		5.56	4.44	
Heterelmis sp.			3.33	
Lepidostomatidae Morfo 1		1.11		
Polycentropodidae Morfo 1			1.11	
Ptilodactylidae Morfo 1		1.11		
Smicridea sp.		2.22		
Tipulidae Morfo 1		1.11		
Pisidium sp.			2.22	
Hellobdella sp.				1.11

* Unidad de muestreo: Individuos/m^2
Fuente: C.I.M.A., 2018

- Índice de calidad biológica del agua BMWP/Col.

Figura 8.19 Índice de calidad biológica del agua BMWO/Col

Fuente: C.I.M.A., 2018

Tabla 8.113 Porcentaje de cobertura para macrófitas

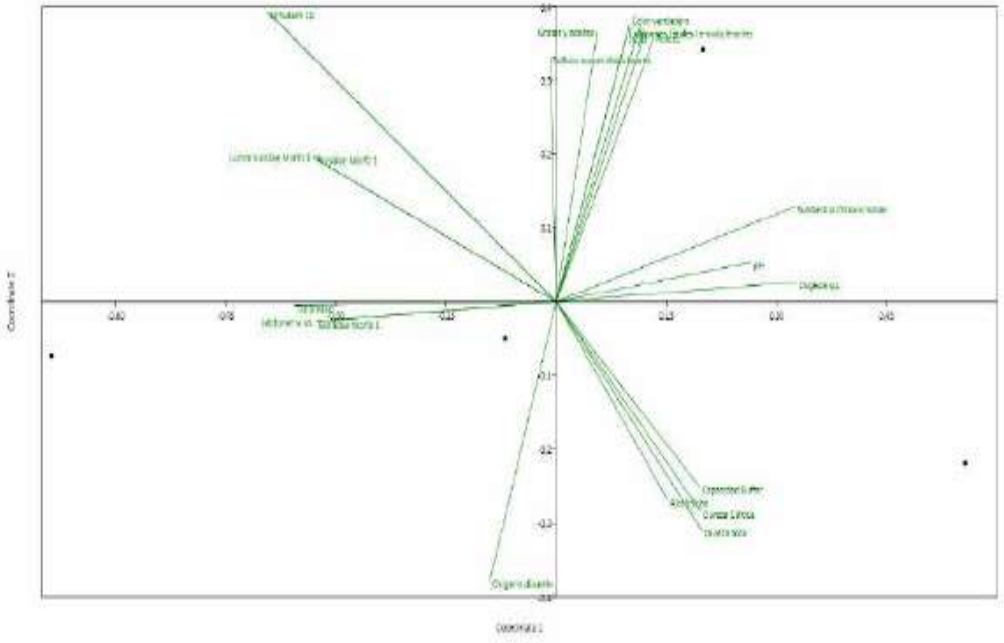
ESPECIE	Punto 3 % de cobertura
Sagittaria sp.	1,25
Acanthaceae Morfo	1,92
Hydrocotyle sp.	5,83

Fuente: C.I.M.A., 2018

- Análisis de asociación entre la composición y estructura de los ensamblajes hidrobiológicos con los valores resultado de la evaluación fisicoquímica de cada estación de muestreo establecida.

Figura 8.20 Análisis de correspondencia canónico

Impacto	Modificación del hábitat y biota acuática
Medio	Biótico



Fuente: C.I.M.A., 2018

8.3.1.3 Medio Socioeconómico

Tabla 8.114 Cambios en el desplazamiento poblacional

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Unidades territoriales menores con ZODME o diseño de vía (veredas Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha y Barrios El Buque, San Luis)	IRRELEVANTE
Contratación y capacitación del personal	Unidades territoriales menores del área de influencia (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, La Hojancha, El Naranjo, Ulagá Baja y Barrios Simón Bolívar, El Buque y San Luis)	MODERADO
DESCRIPCIÓN		
El cambio en el desplazamiento poblacional se define como la restricción en el uso del suelo para la permanencia de viviendas actuales y futuras en el área de intervención causando el desplazamiento involuntario de población y con ello, cambios en sus formas de adaptación económica y cultural; sino también a la población que puede llegar voluntariamente de otras regiones a las unidades territoriales menores en busca de oportunidades de empleo o para iniciar		

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional
Medio	Socioeconómico

actividades comerciales debido al desarrollo del proyecto.

Dicho impacto presenta dos (2) interacciones con las actividades del proyecto pertenecientes a la etapa de preconstrucción, las cuales corresponden a la *gestión predial y negociación del derecho de vía* y la *contratación y capacitación del personal*. Estas interacciones se expresan en dos (2) ámbitos de manifestación que incluyen en su orden las unidades territoriales menores con ZODME o diseño de vía y todas las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto.

Si bien ambas interacciones se consideran de naturaleza negativa, la importancia que adquieren es diferente, en tanto la interacción con la actividad *gestión predial y negociación del derecho de vía* se considera irrelevante, mientras que la actividad *contratación y capacitación de personal* se considera moderada.

Respecto a la interacción con la actividad *gestión predial y negociación del derecho de vía* en su ámbito de manifestación: veredas Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha, y Barrios El Buque y San Luis, se considera que su importancia irrelevante se adjudica al hecho de que los predios a intervenir solo constituyen el 7,45% del total de predios existentes en dichas unidades territoriales (336 predios) y que de manera específica, en este porcentaje se estiman ocho (8) viviendas residenciales. Ahora, si bien dichas viviendas potencialmente representan un cambio en el desplazamiento poblacional, de acuerdo con los reportes proporcionados por las comunidades, el promedio de personas sujetas a este proceso serían 20, que en términos porcentuales corresponden al 0,73% del total de población registrada por los líderes de las unidades territoriales menores.

Así las cosas, la intensidad se considera baja y la extensión puntual, así como también paralelamente adquiere un momento inmediato en tanto el impacto *cambios en el desplazamiento poblacional* aparece en un tiempo inferior a un (1) año. La persistencia de dicho impacto se cataloga como fugaz porque de acuerdo con los cronogramas de la actividad generadora, esta no contempla un tiempo superior a un año y por ende el desplazamiento poblacional tampoco. Por último, el impacto se considera irreversible porque sin intervención antrópica podría tardar diez (10) o incluso más años en retornar a su estado inicial.

Por otro lado, el efecto de la actividad *contratación y capacitación del personal* sobre *cambios en el desplazamiento poblacional* en las unidades territoriales menores del área de influencia (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, La Hojancha, El Naranjo, Ulagá Baja y Barrios Simón Bolívar, El Buque y San Luis), se encuentra asociado con la posible llegada de personas al área de intervención del proyecto y que de manera puntual buscan aplicar a los cupos laborales establecidos por la empresa para realizar las diferentes actividades constructivas del proyecto.

Es de resaltar que la importancia moderada que este impacto adquiere, se encuentra fuertemente asociada con el fenómeno de poblamiento que recientemente presenta el área de influencia del proyecto, principalmente reflejada en la llegada de ciudadanos venezolanos tras la crisis política, social y económica que afronta el vecino país y el cual ha sido afrontado por gran parte de las regiones del país, dándose de manera más evidente en las ciudades fronterizas, dentro de las cuales se encuentran Pamplona y Pamplonita.

A través del reconocimiento del territorio y según lo reportado por la prensa local y nacional, se

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional
Medio	**Socioeconómico**

observa que día tras día arriban a dichos municipios, venezolanos que encuentran a Colombia como una alternativa para "volver a comenzar". Asimismo, Pamplona facilita el arribo de personas de otras regiones del país para cursar sus carreras profesionales, de allí que sea conocida como la "ciudad universitaria de Colombia" siendo receptora de población estudiantil, aspecto que influye de manera considerable en su dinámica de poblamiento, donde la mayoría de su población la constituyen los jóvenes universitarios que adelantan sus estudios en la institución de educación superior propia del municipio. Finalmente, se identifica de manera reciente que la población está regresando al campo, influido por una intención de mejorar su calidad de vida y aprovechar las ventajas de las zonas rurales, este hecho es liderado por el Gobierno Nacional para la restitución de tierras en el marco de la Ley 1448 de 2011 mediante el cual las comunidades antes desplazadas con ocasión del conflicto armado, retornen a sus territorios para controlar el crecimiento de la población urbana y recuperar el campo colombiano.

A partir de esta dinámica poblacional, es importante destacar que esta llegada de personal foráneo proveniente del vecino país puede acarrear algunas sinergias en torno a otras esferas como por ejemplo el tema de la prestación de los servicios públicos y sociales, y el incremento de algunas actividades económicas. Asimismo, la presencia de este personal foráneo representa para las personas locales una "amenaza" en tanto pueden percibir que de alguna manera limitan el acceso a los cupos laborales destinados para la construcción del proyecto.

De acuerdo con el anterior panorama la calificación de los demás parámetros de evaluación, estos puntuaron así: El impacto tiene relación directa con la actividad de *contratación y capacitación del personal* proveniente de otras zonas, su recuperabilidad es mitigable y corregible solo por medio de intervención humana y su intensidad se considera media ratificando su importancia moderada. La extensión es parcial porque es posible que no solo se requiera mano de obra de las unidades territoriales en mención sino también se requiera de personal residente en las cabeceras urbanas de Pamplona y Pamplonita.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se estima que la interacción de la actividad *gestión predial y negociación del derecho de vía* con este impacto no es sinérgica en tanto no se identifican otras actividades o proyectos que puedan ejercer de manera paralela *cambios en el desplazamiento poblacional.* Por su parte, se establece que para la interacción del impacto con la actividad *contratación y capacitación del personal* existe sinergia porque entre más cupos laborales la empresa oferte más se incrementa el desplazamiento de personal a la zona en aras de lograr acceder a alguno de estos cupos.	Este impacto no se considera acumulativo al interactuar con la actividad *gestión predial y negociación del derecho de vía,* en tanto una vez esta cesa, el impacto también lo hace. Por otro lado, este impacto puede llegar a ser de tipo acumulativo al interactuar con la actividad *contratación y capacitación del personal*. Esto debido a que en la actualidad ya hay un número importante de migrantes sobre el área de influencia por cuenta de las condiciones socioeconómicas de Venezuela, que han motivado la llegada de población del vecino país a zonas fronterizas como Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota y Los Patios. Tal como lo indica la oficina de migración Colombia, en el país hay cerca de 550 mil venezolanos y el ingreso subió 117% en el año 2017.

Impacto	Cambios en el desplazamiento poblacional
Medio	Socioeconómico
INDICADOR DE IMPACTO	
-Veintiséis (26) predios que afectar por el proyecto -Aproximadamente Doscientos cincuenta (250) personas a contratar por el proyecto	

Tabla 8.115 Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Unidades territoriales menores (Vereda Alcaparral, Sabaneta Baja, La Hojancha)	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Unidades territoriales menores (Vereda Alcaparral y Sabaneta Alta)	IRRELEVANTE
	Unidades territoriales menores con asentamiento disperso (Vereda Sabaneta Alta)	
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Unidades territoriales menores Nucleadas (Barrio El Buque, San Luis, Alcaparral)	IRRELEVANTE
	Unidades territoriales menores Dispersas (Sabaneta Alta)	IRRELEVANTE
Demolición y retiro de estructuras	Unidades Territoriales menores (El Buque, Sabaneta Alta y Alcaparral)	IRRELEVANTE
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Unidades Territoriales menores (El Buque, Sabaneta Alta y Alcaparral)	IRRELEVANTE
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Unidades territoriales menores (Barrio El Buque, San Luis, vereda Alcaparral)	MODERADO
	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta)	MODERADO
Excavaciones por perforación y voladura	Unidades territoriales menores Nucleadas (Alcaparral)	SEVERO
	Unidades territoriales menores Dispersas (Sabaneta Alta)	SEVERO
DESCRIPCIÓN		
Este impacto es entendido como la alteración de las redes de servicios públicos de acueducto, energía eléctrica o gas natural que pueden afectar la prestación del servicio. Incluye tanto las redes formales como informales que utilice una comunidad para proveerse de un servicio público. En el marco de las actividades de la construcción de la doble calzada Cúcuta-Pamplona correspondiente a la UF 1, se pueden generar cambios o alteraciones sobre la Infraestructura y prestación de los servicios públicos con algunas de las actividades correspondientes a las fases de desarrollo del proyecto. Para las actividades de la fase de preconstrucción se presenta una eventual afectación sobre la infraestructura de servicios públicos por cuenta de las redes que serían intervenidas. Lo anterior marcaría una interacción con la reubicación de infraestructura durante la movilización y transporte		

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
Medio	Socioeconómico

de materiales, equipos y sobrantes de excavación y demolición, así como durante las actividades de excavación, cimentación, cortes, rellenos y compactación, dado que se considera que son las actividades que por sus desarrollo podrían incidir directamente de forma negativa en las redes que se localizan sobre la vía, produciendo rupturas o desgastes que impliquen cierres parciales o totales del servicio afectado.

Dicho impacto también se podría manifestar al afectar la prestación de los servicios públicos, principalmente del servicio de acueducto, por las variaciones que tengan los nacimientos o bocatomas, principalmente ubicados en la parte alta, de las veredas Sabaneta Alta, que cuenta con tres (3) nacimientos de uso público, con aproximadamente quinientos veinte (520) usuarios y Alcaparral, con un (1) nacimiento de uso público con un estimado de veinticinco (25) usuarios, siendo fuente para suministrar el recurso hídrico al interior de las veredas e incluso a barrios como San Luis en la cabecera municipal. Por su parte, cabe mencionar que en el área de intervención se identificaron diez (10) mangueras que facilitan la provisión del recurso a habitantes de las veredas Sabaneta Alta y Alcaparral y, por tanto, las actividades del proyecto pueden incidir en su suministro.

Fotografía 8.52 Cruce de mangueras en vereda Alcaparral Este: 1159740,26; Norte:1308121,95

Fuente: Aecom-Concol, 2017.

Fotografía 8.53 Tanque de captación de agua del campus de la Universidad de Pamplona Este: 1157648,23; Norte: 1309087,45

Impacto	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos
Medio	Socioeconómico

Fuente: Aecom-Concol, 2017.

Adicionalmente a la población residente en las unidades territoriales, debe contemplarse que una afectación al acceso en la prestación del servicio de acueducto afectaría también, a la población estudiantil que asiste a la Universidad de Pamplona, barrio El Buque.

Este impacto es considerado con una importancia moderada para la interacción con actividades tales como: Reubicación infraestructura de servicios públicos, debido a que afecta directamente la prestación del servicio y requiere inhabilitar los nacederos, bocatomas y redes actuales. Por su parte la actividad de excavación por voladura, relacionada con la construcción del túnel tiene una importancia severa, debido a que puede afectar con una intensidad muy alta los nacederos ubicados dentro del área que presente modificaciones en la conformación y características del suelo en donde se ubiquen los nacederos.

Por otra parte, las interacciones con las actividades relacionadas con las etapas de preconstrucción y construcción de la vía (no relacionadas con el túnel), presentan una importancia irrelevante para las actividades analizadas, puesto que son obras menores que implicarían bajo riesgo de afectación a las redes de servicios públicos, además los nacimientos como fuentes de los acueductos veredales, no tienen tanto riesgo de afectación en obras a nivel.

Se estima que la extensión del impacto es parcial por cuanto no sólo se afecta el punto en donde se localiza la infraestructura, sino que reciben el impacto zonas aledañas en donde se ubica la población que se beneficia de dichas redes.

Su recuperabilidad seria inmediata por la prioridad que representa la prestación de servicios públicos para la población, por tanto, tendrá que ser atendida la situación de manera prioritaria y con asegurando las mismas condiciones.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto no es sinérgico, por cuanto no implica un efecto mayor por la unión de varias causas.	Este impacto no es acumulativo, debido a que no implica un efecto progresivo por la permanencia de la actividad generadora.

INDICADOR DE IMPACTO
- Diez (10) mangueras de abastecimiento de aguas localizadas sobre el área de intervención. -5 vías terciarias a utilizar por el proyecto -13,27 km de vías terciarias a utilizar por el proyecto

Tabla 8.116 Modificación a la infraestructura vial

Impacto	Modificación a la infraestructura vial	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	Ámbito de manifestación	Importancia
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Vía primaria	IRRELEVANTE

Impacto	Modificación a la infraestructura vial	
Medio	**Socioeconómico**	
Demolición y retiro de estructuras	Vía primaria	IRRELEVANTE
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Vías terciarias	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Vía primaria	MODERADO
	Vías terciarias	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Vías terciarias	MODERADO
Adecuación de accesos	Vías terciarias	CONSIDERABLE
Construcción de accesos	Vías terciarias	CONSIDERABLE
Recuperación de áreas intervenidas	Vía primaria	CONSIDERABLE
Señalización y demarcación definitiva	Vía primaria	CONSIDERABLE

DESCRIPCIÓN

El impacto modificación a la infraestructura vial se refiere a los cambios que se pueden generar sobre los pavimentos o terrenos, por las actividades propias del proyecto en sus diferentes etapas. Para dicho impacto se establecieron dos ámbitos de manifestación a saber: La vía primaria denominada Ruta Nacional 5505 en los sectores donde empalma con la variante Pamplona, la cual se constituye en la principal arteria vial para Norte de Santander que conecta a las ciudades principales de Pamplona y Cúcuta con los municipios aledaños y por su condición ofrece mejores especificaciones para soportar el tráfico pesado, y el segundo ámbito de manifestación, lo constituye la red de cinco (5) vías terciarias con una longitud de 13,27 km que se utilizarán durante el proyecto. Actualmente ambas vías permiten el tránsito de productos agropecuarios, agroindustriales, industriales, así como también permite el transporte de personas para fines educativos, turísticos y comerciales desde y hacia el municipio de Pamplona y municipios aledaños.

Al tratarse de un proyecto que requiere la construcción de una variante nueva se generan múltiples interacciones causantes del impacto, entre las que se resaltan, por su naturaleza negativa, la movilización y transporte de materiales, la demolición y retiro de estructuras, el retiro de escombros y materiales sobrantes – adecuación de ZODME y la adquisición almacenamiento y transporte de detonantes. Estas actividades adquieren una importancia que oscila entre los rangos relevante e irrelevante, de acuerdo con el impacto que ejerce en cada uno de los escenarios de manifestación definidos. Por ejemplo, la importancia de las actividades sobre las vías terciarias tiende a ser moderada ya que estas vías se encuentran en su mayoría en afirmado y carecen de las condiciones adecuadas para permitir el flujo constante de vehículos pesados tal como si sucede con la vía primaria que comunica a los municipios Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota y Los Patios y sirve de conexión para la movilidad entre los departamentos Norte de Santander, Santander con el resto del país, por lo que está diseñado para soportar cargas pesadas y en la actualidad tiene un tráfico promedio alto (5.367 vehículos aprox.).

Impacto	Modificación a la infraestructura vial
Medio	**Socioeconómico**

Por otro lado, el impacto modificación a la infraestructura vial, también se considera de naturaleza positiva e importancia considerable al interactuar con la adecuación y construcción de accesos, recuperación de áreas intervenidas, y la señalización y demarcación definitiva. En cuanto a las dos (2) primeras actividades, se establece que el ámbito de manifestación son las vías terciarias porque teniendo en cuenta su estado actual, una intervención de adecuación y/o construcción mejoraría sus condiciones. Algo similar ocurre con la tercera y cuarta interacción, en tanto, la construcción de la variante y la incorporación de señalización en la nueva vía garantizará menores tiempos de desplazamiento, con un menor riesgo de accidentalidad.

Respecto a la puntuación de los demás parámetros, la intensidad de manifestación se considera media, excepto por el retiro de escombros y materiales sobrantes – adecuación ZODME en las vías terciarias y la movilización de maquinaria sobre el mismo ámbito de manifestación. La persistencia se considera permanente para todas las interacciones excepto por la movilización y transporte de maquinaria y equipos, y la adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, y el parámetro de momento se cataloga como inmediato en tanto la modificación de la infraestructura vial tarda menos de un año en manifestarse en los dos (2) ámbitos establecidos.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto se considera no sinérgico en todas las interacciones, excepto por la de adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes. Esta calificación se debe al hecho de que no se identifican otras interacciones adicionales que actúen de manera paralela a las descritas.	Este impacto no se considera acumulativo al interactuar con las actividades adecuación y construcción de accesos, demolición retiro de estructuras, recuperación de áreas intervenidas y señalización de áreas intervenidas tanto en la vía primaria como en las vías terciarias, mientras que al interactuar con el resto de las interacciones si se considera acumulativo.

INDICADOR DE IMPACTO

- 5 vías terciarias a utilizar por el proyecto
- 13,27 km de vías terciarias a utilizar por el proyecto
- 4,002 km de variante Pamplona

Tabla 8.117 Cambios en la movilidad peatonal y vehicular

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Vía primaria	IRRELEVANTE
Demolición y retiro de estructuras	Vía primaria	IRRELEVANTE
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Vías terciarias	MODERADO
	Vía primaria	MODERADO
Excavación emboquilles	Vía primaria	MODERADO

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	
Medio	**Socioeconómico**	
Construcción de accesos	Vías terciarias	CONSIDERABLE
	Vía primaria	CONSIDERABLE
Señalización y demarcación definitiva	Vía primaria	CONSIDERABLE

DESCRIPCIÓN

El cambio en la movilidad peatonal y vehicular hace referencia a la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento mientras se realizan las obras, entre otros, alterando la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.

En cuanto a los ámbitos de manifestación identificados para el presente impacto se destacan la vía primaria denominada Ruta Nacional 5505, en los sectores donde empalma con la variante Pamplona y las cinco (5) vías terciarias que se utilizarán durante la construcción del proyecto y que cuentan con una longitud de 13,27 km.

El impacto se registra con naturaleza negativa durante las siguientes actividades de la construcción de la doble calzada Cúcuta-Pamplona en la UF 1: Adecuación de accesos, la movilización y transporte de materiales, la demolición y retiro de estructuras y la excavación emboquilles, que exigirán la implementación de medidas restrictivas como cerramientos parciales y temporales afectando la movilidad tanto de personas como de los vehículos. Asimismo, afectará la cotidianidad y la calidad de vida de la población que emplee la vía, así como también las comunidades locales y foráneas que usan habitualmente el corredor vial, el acceso a los establecimientos comerciales ubicados en la curva Los Adioses, el acceso al campus de la Universidad de Pamplona y en términos generales a todos los barrios y veredas cuyo acceso se encuentra sobre la vía.

Todas estas interacciones son de importancia irrelevante o moderada y se caracterizan por expresar una extensión puntual, a diferencia de las excavaciones emboquilles y la movilización transporte de materiales, maquinaria y equipos que pueden llegar a tener una extensión parcial y un efecto considerado como directo. Cabe resaltar que las interacciones que poseen una importancia moderada se espacializa básicamente sobre las vías que interceptan sabaneta Alta y Alcaparral en donde tendrá lugar la construcción del túnel.

Por otro lado, se estima que el impacto adquiere una naturaleza positiva y una importancia considerable durante la señalización y demarcación definitiva, pues estas acciones garantizarán que los conductores preparen con anticipación las maniobras a realizar en la vía y de esta manera se canalice el tránsito de vehículos y peatones mejorando de esta manera la movilidad e incluso el riesgo de accidentalidad.

Por su parte, las actividades de construcción de accesos marcan una interacción positiva y una importancia considerable debido a que implican una mejora en las condiciones físicas de la infraestructura de movilidad para los habitantes, principalmente de las unidades territoriales menores donde se tiene contemplado la adecuación y construcción de accesos como es el caso de Alcaparral, El Buque, Simón Bolívar, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha.

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
Medio	Socioeconómico

Fotografía 8.54 Cierres parciales de la vía

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita, 2017.

Fotografía 8.55 Restauración de señalización vertical

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita, 2017.

La extensión de este impacto al interactuar con la construcción de accesos y la señalización y la demarcación definitiva señalan una extensión puntual en tanto no trascienden a un ámbito superior a la vía que se construirá. El momento identificado para estas interacciones corresponde al inmediato porque el impacto se ve reflejado en un tiempo inferior a un año. Por último, se establece que la reversibilidad del impacto se da a mediano plazo también, para todas las interacciones.

En términos generales, se puede establecer que, si bien en el presente impacto se identifican interacciones de naturaleza negativas asociadas a la construcción del proyecto como tal, también se identifican interacciones positivas que benefician el flujo vehicular y peatonal de todas las personas que, en calidad de residentes, turistas, comerciantes o estudiantes, transitan por el

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
Medio	**Socioeconómico**
territorio.	

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto se considera sinérgico para todas las actividades catalogadas con una importancia irrelevante y moderada, excepto cuando el impacto interactúa con la actividad demolición y retiro de estructuras. Para las interacciones de naturaleza positiva e importancia considerable, no se identificaron sinergias puesto que no se identifican actividades que actúen de manera paralela sobre el impacto.	En términos generales, este impacto no es acumulativo excepto cuanto interactúa con la actividad generadora movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos en los dos (2) ámbitos de manifestación definidos.
INDICADOR DE IMPACTO	

Impacto	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular
Medio	**Socioeconómico**
- 5 vías terciarias a utilizar por el proyecto - 13,27 km de vías terciarias a utilizar por el proyecto - 4,002 km de variante Pamplona	

Tabla 8.118 Cambios en el riesgo de accidentalidad

Impacto	Cambios en el riesgo de accidentalidad	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Vía primaria	MODERADO
Construcción de accesos	Vías terciarias	MODERADO
	Vía primaria	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Vía primaria	MODERADO
	Vías terciarias	MODERADO
Retiro de escombros y materiales sobrantes – adecuación de ZODME	Vía primaria	MODERADO
	Vías terciarias	MODERADO
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Vía primaria	MODERADO
	Vía terciaria	MODERADO
Desescombro	Vía primaria	MODERADO
Recuperación de áreas intervenidas	Vías terciarias	RELEVANTE
Señalización y demarcación definitiva	Vía primaria	RELEVANTE
DESCRIPCIÓN		
El impacto de cambio en el riesgo de accidentalidad es la posibilidad de que se presenten accidentes de tránsito debido a las variaciones en la composición y número de los vehículos de transporte automotor, como también a los cambios en la frecuencia del tránsito en las vías y las condiciones y características de la infraestructura vial. En cuanto a los ámbitos de manifestación identificados para el presente impacto se destacan la vía primaria denominada Ruta Nacional 5505 en los sectores donde empalma con la variante Pamplona y las cinco (5) vías terciarias que se utilizarán durante la construcción del proyecto y que cuentan con una longitud de 13,27 km. Dicho impacto presenta varias interacciones con actividades propias del proyecto, las cuales en su mayoría son de carácter negativo e importancia moderada debido a que la adecuación y construcción de accesos, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, retiros de escombros y materiales sobrantes – adecuación de ZODME, adquisición almacenamiento y transporte de detonantes y el desescombro, requieren un tráfico de maquinaria pesada, que incrementa los niveles normales de tráfico haciendo más propenso el territorio a accidentes, tanto para el ámbito de manifestación correspondiente a la vía primaria, como para el ámbito de manifestación vías terciarias. No obstante, es posible que el impacto sea más notorio en la vía primaria debido a que esta permite mayor grado de velocidad y mayor flujo vehicular que va desde bicicletas hasta vehículos de carga pesada. En términos generales, a lo largo del trazado, existen zonas con mayor nivel de susceptibilidad a		

Impacto	Cambios en el riesgo de accidentalidad
Medio	**Socioeconómico**

este tipo de impacto debido a otros factores ajenos al proyecto, tales como zonas inestables, sitios de intersección con vías terciarias, vías de acceso a veredas o al casco urbano denominado curva Los Adioses localizado en la vereda Alcaparral y sitios de mayor tránsito de peatones como por ejemplo la Universidad de Pamplona, los sitios de mayor comercio y los asentamientos nucleados, entre otros.

Este impacto también se considera de naturaleza positiva con una importancia relevante en la medida en que su manifestación es a causa de la señalización y demarcación definitiva y la recuperación de las áreas intervenidas, que consta de la realización de la demarcación de los carriles, señalización vertical y estructuras de contención y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad vial y el restablecimiento de las condiciones iniciales del territorio.

Esta actividad implica un mejoramiento de las condiciones de la infraestructura vial, lo que representa un alto grado de incidencia en la vía, así como una persistencia y reversibilidad a mediano plazo, manteniendo las mejoras por un plazo de hasta 10 años. Asimismo, en cuanto a al parámetro de evaluación, se destaca que el momento es inmediato porque el cambio en el riesgo de accidentalidad ocasionado por la recuperación de las áreas intervenidas y la señalización y la demarcación definitiva se refleja en un tiempo interior a un (1) año.

Fotografía 8.56 Restauración de señalización vertical

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita, 2017.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto se considera sinérgico en tanto se identifica que una o varias de las actividades generadoras pueden presentarse de manera paralela.	El impacto es acumulativo ya que la continuidad de las actividades incide en el impacto incrementándolo paulatinamente.

INDICADOR DE IMPACTO
- Tasa de mortalidad en accidentes de tránsito Norte de Santander: 18,5

Tabla 8.119 Alteración en el acceso de los predios

Impacto	Alteración en el acceso de los predios	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Unidades territoriales menores con asentamiento disperso (veredas Sabaneta Baja y La Hojancha)	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Unidades territoriales menores dispersos (veredas Sabaneta Alta)	IRRELEVANTE
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Unidades territoriales menores con asentamiento nucleado (Barrio San Luis y vereda Alcaparral)	IRRELEVANTE
	Unidades territoriales menores con asentamiento disperso (veredas Sabaneta Baja, Sabaneta Alta, y La Hojancha)	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Unidades territoriales menores con asentamientos nucleados (vereda Alcaparral)	MODERADO
Adecuación de accesos	Unidades territoriales menores con asentamiento nucleado (Vereda Alcaparral)	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Unidades territoriales menores con asentamiento nucleado (Vereda Alcaparral sector curva Los Adioses y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	MODERADO
	Unidades territoriales menores con asentamiento disperso (veredas Sabaneta Baja, Sabaneta Alta y La Hojancha)	MODERADO

DESCRIPCIÓN

Este impacto adquiere un carácter negativo, puesto que se restringirá el ingreso o la salida de personas y/o vehículos en los veintiséis (26) predios localizados sobre el área de intervención de la Unidad Funcional 1 del Proyecto, dentro de estos predios vale la pena mencionar a la Universidad de Pamplona, cuyo acceso deberá contar con medidas de manejo adecuadas que no generen mayores incomodidades o afectaciones a la población estudiantil. Se estima que esta condición, aunque es inmediata, adquiere importancia moderada, durante la construcción de accesos y la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, actividades que inciden de manera directa sobre este impacto.

En este sentido, las molestias por la restricción en el acceso se presentan con mayor frecuencia en las unidades territoriales nucleadas (Vereda Alcaparral sector la curva Los Adioses y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar). Dichas unidades territoriales son las de mayor número de habitantes y mayor concentración de población por km^2. Asimismo, los estudiantes de la Universidad de Pamplona (localizada en el Barrio El Buque) tendrán eventuales restricciones para acceder al Campus (Ver Fotografía 8.57). De manera particular y teniendo en cuenta las características de los asentamientos nucleados del área de influencia, las actividades del proyecto no implican restricción solamente en el acceso de los predios sino en la dinámica económica que allí se identifica, sobre todo en el sector conocido como la curva Los Adioses y el Barrio El Buque, cuyo comercio se asocia a la oferta de bienes y servicios para la comunidad local.

Fotografía 8.57 Ingreso a la Universidad de Pamplona - Coordenadas Este: 1157815,7915 Norte: 1308798,3316

Impacto	Alteración en el acceso de los predios
Medio	Socioeconómico

Fuente: ConCol, S.A., 2018.

Asimismo, a lo largo de la UF 1 existen zonas con mayor nivel de susceptibilidad a este impacto debido a otros factores que pueden estar asociados o no al Proyecto, tales como; cambios climáticos, horarios de principal movilización, obstrucción de vías de acceso a veredas o centros poblados, ocupación extensiva por parte de los vehículos, entre otros.

Por otra parte, se estima que el impacto es irrelevante durante las actividades de adecuación y construcción de accesos en las veredas Sabaneta Baja, Sabaneta Alta y La Hojancha, teniendo en cuenta que estas actividades son las primeras de la etapa constructiva y tienen una corta duración. Para las actividades antes mencionadas y la de retiro de escombros y materiales sobrantes- adecuación de ZODME, dichas unidades territoriales tienen asentamiento disperso, aspecto que influye en que el transporte asociado a su desarrollo, no límite de manera significativa el acceso a los predios.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Se estima que el impacto es sinérgico para las actividades de movilización y Retiro de escombros por el transporte que implica su desarrollo. La realización de las dos actividades paralelamente genera un efecto mayor.	Se estima que el impacto es acumulativo durante la movilización y transporte de materiales, maquinaria o equipos, en la medida que es una actividad continua durante la etapa constructiva y se sumará a otras actividades influyendo en el elemento analizado.

INDICADOR DE IMPACTO
-Veintiséis (26) predios que afectar por el proyecto - Cinco (5) vías terciarias a utilizar por el proyecto -13,27 km de vías terciarias a utilizar por el proyecto

Tabla 8.120 Modificación en la demanda de bienes y servicios

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Adecuación de accesos	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha y Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar)	CONSIDERABLE

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios	
Medio	**Socioeconómico**	
Construcción de accesos	Unidades Territoriales Menores (La Hojancha y Alcaparral)	CONSIDERABLE
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	CONSIDERABLE
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME.	Unidades territoriales menores (Barrio San Luis, Sabaneta Alta, Alcaparral, Sabaneta Baja y La Hojancha)	CONSIDERABLE
Contratación y capacitación del personal	Unidades territoriales mayores (Pamplona, Pamplonita)	RELEVANTE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	RELEVANTE

DESCRIPCIÓN

La modificación en la demanda de bienes y servicios es considerada en general como un impacto positivo, puesto que el desarrollo de las actividades del Proyecto contribuirá con la prestación de servicios tales como alimentación, transporte, hospedaje, entre otros.

Los municipios del área de influencia, en especial Pamplona presentan una alta oferta de hoteles, restaurantes, ferreterías y cooperativas de transporte que pueden brindar sus servicios durante las actividades constructivas a desarrollar en la Unidad Funcional 1. En este sentido, la mayor demanda de bienes y servicios se presenta cerca de las zonas donde se construirán y adecuarán accesos, cerca de las ZODME y durante la contratación de mano de obra.

Dicho impacto se presenta de manera extensa para unas actividades y parcial, para otras dependiendo de las características de las actividades a realizar. Algunos de los bienes y servicios requeridos se pueden encontrar en la cabecera municipal de Pamplona, sin embargo, en algunos casos, será necesario obtenerlos en la ciudad de Cúcuta. Ver Fotografía 8.58 y Fotografía 8.59.

Fotografía 8.58 El Buque-Estación de servicio Coordenadas Este: 1157463,33; Norte:1309071,45

Fotografía 8.59 El Buque-Restaurante Coordenadas Este: 1157463,33; Norte:1309071,45

Impacto	Modificación en la demanda de bienes y servicios
Medio	Socioeconómico

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Se estima que el impacto registrará un efecto inmediato, puesto que la dinámica socioeconómica del área de influencia no cambiará respecto a los bienes y servicios ofrecidos, teniendo en cuenta que serán actividades puntuales, con una duración inferior a un año y para algunas actividades entre 1 y 5 años. Por lo tanto, su periodicidad es irregular ya que se presenta de manera discontinua, dependiendo de la ejecución de las actividades a desarrollar durante las fases del proyecto.

Con el desarrollo del Proyecto se ocasionará que a la región ingrese gente foránea, al igual que se contrate mano de obra local, ocasionando una variación en las actividades económicas tradicionales y en el nivel de ingresos, lo que redunda en una mayor demanda de bienes y servicios en las unidades territoriales menores y mayores, destacando el suministro de comida, productos de primera necesidad, transporte, entre otros. Se estima que el sector conocido como curva Los Adioses será uno de los puntos que mayor oferta brindará durante el desarrollo del Proyecto.

Es de señalar que la presencia de población flotante (mano de obra calificada) para la ejecución de las obras, requiere de la prestación de servicios de la zona, principalmente de servicio de restaurante, transporte y hospedaje. Situación que genera un incremento de los ingresos de la población o entidades que presten dichos servicios en la zona.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto es sinérgico en la mayoría de las interacciones, debido a que la demanda de bienes y servicios se presenta tanto por las actividades propias del Proyecto, como por las generadas por la comunidad. Dentro de estas actividades se identifica el crecimiento poblacional, el crecimiento comercial del área de influencia, la situación actual de Venezuela, entre otros.	No es un impacto acumulativo puesto que una vez finalicen las actividades del Proyecto el impacto disminuye, es decir, que muchos de los bienes y servicios que se prestaban durante las etapas del proyecto, concluyen.

INDICADOR DE IMPACTO
Incremento porcentual del PIB a causa del Proyecto: 15%

Tabla 8.121 Modificación en la dinámica de empleo

Impacto	Modificación en la dinámica de empleo	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Contratación y capacitación del personal	Unidades territoriales mayores (Pamplona, Pamplonita)	RELEVANTE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	RELEVANTE
Portales de entrada y salida	Unidades territoriales mayores (Pamplona, Pamplonita)	RELEVANTE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	RELEVANTE

DESCRIPCIÓN

La generación de empleo está relacionada con las nuevas plazas laborales que demande la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas. La oferta laboral es el resultado del Plan De Trabajo, en donde se analiza y establece la mano de obra calificada y no calificada que se requiere y el tiempo de contratación.

La oferta laboral resultante que suplir con mano de obra del área, se lleva a cabo previa concertación con la comunidad y entidades de contratación labora establecidas en las unidades territoriales menores de Pamplona y Pamplonita, las cuales ya están legalmente constituidas. Lo anterior con el propósito evitar posibles conflictos en la comunidad y generación de expectativas, así mismo, la contratación comprende procesos adecuados de información para brindarle a la comunidad los requisitos y la forma de vinculación al Proyecto.

Por la naturaleza del proyecto, la generación temporal de empleo para la población del área se generará para mano de obra no calificada y durante la etapa de construcción de la vía, lo cual incentiva el nivel de ingresos percibidos por la comunidad y con ello el nivel de demanda bienes y servicios, jalonado de esta manera la economía local.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta lo descrito en la dimensión económica en donde se muestra que el mercado laboral de la región se da principalmente por las ofertas laborales generadas por los sectores primario y terciario principalmente, se concluye que el impacto tendrá igual relevancia en la zona de las unidades territoriales mayores y menores, es decir, en las cabeceras municipales, las veredas y los barrios que constituyen el área de influencia.

La modificación en la dinámica de empleo se manifiesta durante la realización de algunas actividades del proyecto que favorecen la existencia de nuevas fuentes de ingreso para la población del área de influencia; dicha oferta se caracteriza por su temporalidad y cambio en las condiciones tradicionales de vinculación laboral.

En la actualidad, se localizan en el área de influencia un total de 2.139 personas en edad de trabajar que se concentran en mayor proporción en el barrio El Buque con el 22,8%, y Barrio Simón Bolívar con el 15,2%, cifras que representan un alto número de personas que podrían ser contratadas durante las actividades a realizar en la Unidad Funcional 1.

Impacto	Modificación en la dinámica de empleo
Medio	Socioeconómico
Con respecto a la evaluación realizada, se estima que el impacto se generará por las actividades de Contratación y capacitación del personal y Portales de entrada y salida. En este caso, se tiene en cuenta que la construcción del túnel requerirá una amplia vinculación de mano de obra durante más tiempo en comparación con otras actividades del proyecto. Finalmente, en las dos actividades generadoras, el impacto tiene una intensidad alta y una extensión amplia porque como se explica anteriormente, la vinculación de mano de obra de un proyecto vial es robusta y en consecuencia, genera un aporte considerable a los ingresos de la región. El efecto es directo teniendo en cuenta en la medida en que se contrate personal se modifica necesariamente, la dinámica de empleo.	
SINÉRGICO	**ACUMULATIVO**
La sinergia para este impacto obedece a que la demanda de mano de obra por la ejecución de otras actividades económicas y otros proyectos de inversión se aumentará y reforzará la manifestación del impacto.	El impacto no se considera acumulativo.
INDICADOR DE IMPACTO	
Incremento del 9% de la población ocupada en las unidades territoriales menores	

Tabla 8.122 Modificación a la destinación económica del suelo

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Uso agroforestal	MODERADO
	Uso ganadero	MODERADO
	Infraestructura (Comercial-curva Los Adioses)	SEVERO
Desmonte y limpieza	Uso forestal - con tipo de uso de producción protección	SEVERO
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME	Uso agroforestal	IRRELEVANTE
	Uso ganadero	IRRELEVANTE
	Uso forestal - con tipo de uso de producción protección	MODERADO
DESCRIPCIÓN		
La modificación en la destinación económica del suelo corresponde a cambio de las actividades productivas que se están desarrollando en el área de intervención del Proyecto. En este sentido, el cambio en el uso económico se presenta por dos causas principales: el primero busca generar mayor rentabilidad y beneficio económico, y el segundo, se presenta cuando por proyectos productivos se modifica el uso del suelo, pasando del sector primario, al sector secundario o terciario, por ejemplo, cuando se hacen proyectos de infraestructura en áreas orientadas al desarrollo agropecuario. A continuación, se presenta la descripción de las interacciones que se identificaron y evaluaron con respecto al impacto y actividad del proyecto que los genera en el área de influencia, teniendo		

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo
Medio	Socioeconómico

como base la diferenciación entre las áreas a modificar por ZODME y por la construcción de la vía, que abarca el diseño, los portales, accesos, entre otros.

Dicha diferenciación permite tener una magnificación más precisa de las extensiones e intensidades de las interacciones a calificar y manejar un indicador de impacto particular para cada una de estas dos áreas

Durante la gestión predial y negociación del derecho de vía, se presentará cambio en la destinación económica del suelo, por el uso de este hacia actividades propias del proyecto, efecto que se ve representado en este caso por la adquisición de predios con la gestión predial. En el área de intervención se desarrollan actividades agroforestales, ganaderas y comerciales, esta última relacionada con la presencia de los establecimientos ubicados principalmente en la curva Los Adioses, actividades que se ven afectadas por este impacto de manera negativa sobre el crecimiento económico de la población del área de influencia, el cual puede registrar alguna afectación.

En este sentido el impacto se calificó como moderado, para los ámbitos de manifestación de uso agroforestal y ganadero, puesto que al adquirirse los predios para la construcción de la vía se van a intervenir áreas que presentan dichas características, las cuales, dentro de la dinámica social y económica de la población, representa áreas desarrolladoras de actividades económicas que les brindan a parte de generación de ingresos, una fuente importante de empleo. Teniendo una mayor intensidad para la actividad ganadera que es una fuente importante de ingresos y presenta un índice de impacto mayor al uso agroforestal que presenta un indicador de impacto con menor cantidad de área y en la que se hace un aprovechamiento ocasional.

Por su parte, para el ámbito de manifestación de la infraestructura comercial presente en la curva Los Adioses la calificación resulta severa por la intensidad que esta afectación implica por el cambio de uso de suelo en las dinámicas económicas de este sector en particular, siendo el punto comercial más sobresaliente identificado sobre el área de intervención. Otro de los elementos que llevan a esta calificación está dado por cuenta de la persistencia del impacto y la irreversibilidad de este.

Por otro lado, se valora la interacción entre el impacto en la modificación a la destinación económica del suelo y la actividad de desmonte y limpieza que consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural, removiendo la cubierta vegetal, en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial junto con las zonas o fajas laterales reservadas para la vía y áreas asociadas. Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos, por lo que representa un cambio explícito en el uso del suelo para el ámbito de uso forestal que no se recoge en la primera actividad ya que puede ser un terreno privado como un baldío.

La interacción precedente tiene una valoración de importancia severa por cuanto la intensidad es muy alta por la cantidad de área de uso forestal a intervenir respecto al indicador de línea base, así como la importancia que este aprovechamiento implica. Las valoraciones de temporalidad también resultan determinantes para esta calificación debido a que es una afectación inmediata, permanente e irreversible, debido a que el uso de suelo será diferente por un plazo muy superior

Impacto	Modificación a la destinación económica del suelo
Medio	Socioeconómico

a los 10 años. El último elemento que refuerza la severidad es la irrecuperabilidad del impacto.

En cuanto a las actividades de Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, esta también genera cambios sobre la destinación económica del suelo, sin embargo, tal como se refleja en la calificación, la reversibilidad y persistencia son de mediano plazo, al igual que la recuperabilidad. Por lo anterior las calificaciones son irrelevantes para los ámbitos de uso ganadero y agroforestal que al cabo de un tiempo retornaran a sus usos de suelo actuales.

Por su parte, en el ámbito de manifestación de tipo forestal de producción y protección se valora como moderado debido a que tal como se detalló en la interacción de este ámbito, de forma previa, estas áreas son irrecuperables y la persistencia es permanente.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
El impacto es sinérgico en las interacciones de uso comercial, ganadero y de asentamientos, debido a que igualmente es causado por actividades antrópicas al proyecto (agricultura, ganadería, asentamientos, etc.), lo que puede potencializar su efecto a futuro.	El impacto no es acumulativo, dado que dichos usos económicos se han mantenido, a pesar de que se han visto afectados por actividades antrópicas, como la ganadería y el poblamiento, dado que la población ha tenido resiliencia frente a la alteración generada, a tal punto que el medio se ha adaptado a los nuevos usos, pero continuando con la actividad económica tradicional.

INDICADOR DE IMPACTO

Tabla 8.123 Destinación económica del suelo - escenario proyectado

Uso Actual	Tipo de Uso	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	0,9326	1,71%
	Sistemas silvopastoriles (SPA)	1,8570	3,41%
Asentamiento	Residencial	0,1171	0,22%
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	6,0167	11,05%
	Sistemas forestales protectores (FPR)	0,1049	0,19%
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	0,0044	0,01%
Forestal	Producción-protección	2,5251	4,64%
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	34,5258	63,41%
Infraestructura	Comercial	0,9845	1,81%
	Transporte	7,3765	13,55%
	Total, general	54,44	100,00%

Fuente: Consorcio Aecom-Concol, 2018.

Tabla 8.124 Modificación en la gestión y capacidad organizativa

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha y Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	CONSIDERABLE
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta y Alcaparral)	CONSIDERABLE
Contratación y capacitación del personal	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	CONSIDERABLE
DESCRIPCIÓN		
La modificación en la gestión y capacidad organizativa es entendida como el cambio en la capacidad de gestión de las organizaciones sociales existentes, apreciándose en dos sentidos: el primero en cuanto a la iniciativa de las organizaciones para movilizar intereses y estrategias comunes; el segundo, se genera como consecuencia de la reacción de dichas organizaciones a actividades y agentes presentes en el municipio, incluyendo los proyectos de desarrollo. Dicho impacto presenta seis interacciones con tres (3) actividades de la fase de preconstrucción (Gestión predial y negociación del derecho de vía, reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o sociales infraestructura social y contratación y capacitación del personal), manifestándose en dos (2) ámbitos diferentes, a saber: Las unidades territoriales mayores que tienen la representación en las alcaldías municipales como principales instituciones y las unidades territoriales menores representadas en las Juntas de Acción Comunal-JAC, las Asociaciones de Usuarios de Acueducto, las veedurías ciudadanas conformadas para el municipio de Pamplona y Universidad de Pamplona como organización de relevancia presente en este territorio. Para el primer ámbito de manifestación, la intensidad es baja debido a que las Alcaldías Municipales conllevan de forma paralela a la doble calzada Cúcuta –Pamplona, UF1 variante Pamplona, otros proyectos de importancia, por lo que este en particular no genera un cambio en su estructura organizativa, asimismo, al ser la primera instancia municipal cuenta con un diseño institucional que tiene responsables temáticos para atender requerimientos. Por su parte, para el segundo ámbito de manifestación (JAC y otras organizaciones presentes en las unidades territoriales menores), la intensidad de la interacción es media, debido a que estas organizaciones no tienen en su cotidianidad el manejo de proyectos de esta envergadura, por lo que su estructura y dinámica organizativa deben robustecerse y establecer mecanismos de atención para estos. Así mismo, el efecto de acumulación también se diferencia para los dos ámbitos siendo acumulativo para el primero por cuenta de los múltiples proyectos que se han venido realizando,		

Impacto	Modificación en la gestión y capacidad organizativa
Medio	Socioeconómico

pero no es así para el segundo, por lo que es simple.

Para ambos casos la naturaleza del impacto es positivo porque tal como se planteó anteriormente, los cambios o reafirmaciones en las estructuras organizativas de respuesta, fortalece la institución y la organización, al margen de los posibles conflictos que se puedan generar a causa de este, lo que se valora en un impacto aparte.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Este impacto no es sinérgico, por cuanto no implica un efecto mayor por la unión de varias causas.	Este impacto es de tipo acumulativo para el ámbito de manifestación de las unidades territoriales mayores, debido a que hay varios proyectos y actividades que movilizan intereses de la alcaldía, además de requerir su respuesta.

INDICADOR DE IMPACTO

-Dos (2) alcaldías municipales informadas y vinculadas al proyecto
-Diecinueve (19) organizaciones sociales y comunitarias capacitadas y vinculadas a los esquemas de participación del proyecto.
-Diez (10) mangueras de abastecimiento de aguas localizadas sobre el área de intervención.
- 0,41 Km de vías terciarias utilizadas por el proyecto.
- 0.38 Km de vías de accesos a construir por el proyecto.

Tabla 8.125 Generación de nuevos conflictos

Impacto	Generación de nuevos conflictos	
Medio	Socioeconómico	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Universidad de Pamplona	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Unidades territoriales menores (Alcaparral y La Hojancha)	IRRELEVANTE
Captación de agua	Unidades territoriales menores (Alcaparral)	IRRELEVANTE
Vertimientos	Unidades territoriales menores (Alcaparral, El Naranjo y Ulagá Baja)	IRRELEVANTE
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME-	Unidades territoriales menores (San Luis, Sabaneta Baja, Sabaneta Alta, Alcaparral y La Hojancha)	IRRELEVANTE
Limpieza y cierre final	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha y Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	IRRELEVANTE
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Unidades territoriales menores (Vereda Alcaparral)	IRRELEVANTE
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Unidades territoriales menores (Simón Bolívar, El Buque, San Luis, Sabaneta Alta, Alcaparral, Sabaneta Alta y La Hojancha)	MODERADO

Impacto	Generación de nuevos conflictos	
Medio	**Socioeconómico**	
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Unidades Territoriales Menores (Alcaparral y Sabaneta Alta)	MODERADO
Contratación y capacitación del personal	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	MODERADO
Adecuación de accesos	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha)	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	MODERADO
Portales de entrada y salida	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta y Alcaparral)	MODERADO

DESCRIPCIÓN

El impacto generación de nuevos conflictos se estima de naturaleza negativa por el efecto adverso que este puede desencadenar en los grupos de interés del proyecto, a causa de alguna de las actividades desarrolladas en el Proyecto.

Se estima que el impacto es de importancia moderada durante la contratación y capacitación del personal, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, los portales de entrada y salida, la adecuación de accesos y la gestión predial y negociación del derecho de vía. Estas situaciones fueron percibidas durante las inquietudes presentadas en las reuniones de socialización y participación del Proyecto, situaciones con mayor incidencia por las inconformidades que se puedan presentar en las actividades mencionadas anteriormente y que requieren de un relacionamiento continuo con las comunidades y de adecuados canales de comunicación.

Los posibles conflictos que con la población del área de influencia pueden corresponder al relacionamiento y proceso de gestión predial, por la ocupación del suelo y el proceso de negociación, molestias que se presentan de manera puntual durante esta actividad, pero que puede llegar a perdurar en el tiempo y ser evidenciada en las demás actividades a desarrollar en el Proyecto, de no ser manejado oportunamente. De manera particular, se plantea como ámbito de manifestación, la Universidad de Pamplona en tanto, no desestima la posibilidad de ocurrencia de algún conflicto asociado a una expectativa de negociación predial no satisfecha. Sin embargo, la importancia de esta interacción se estima irrelevante, teniendo en cuenta que, desde la fase de estudios y diseños, se ha establecido un relacionamiento cordial con los delegados de dicho Campus.

Otra de las situaciones que puede incidir de manera directa en la manifestación de posibles impactos corresponde a la reubicación de infraestructura de servicios públicos, en el sentido que se considera un tema sensible, especialmente para las unidades territoriales Alcaparral y Sabaneta Alta, puesto que las obras a realizar pueden generar molestias por daños colaterales y posible restricción de los servicios públicos y abastecimiento del servicio de agua, recurso de vital importancia para la población.

La participación laboral en el proyecto por parte de la población del área de influencia, así como por la población que está llegando de Venezuela, puede ser considerado como uno de los factores

Impacto	Generación de nuevos conflictos
Medio	Socioeconómico

que puede representar un posible conflicto, a causa de los porcentajes de participación que se brinden a la población y los canales de comunicación e información que se desarrollen por el Concesionario para brindar este beneficio.

En lo relacionado con las actividades de adecuación de accesos, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos y los portales de entrada y salida, tiene un nivel de importancia moderada en el sentido que la insatisfacción por dichas obras, pueden registrar acciones de protesta o rechazo ante el Proyecto. Tiene un plazo de manifestación inmediata con el inicio de la actividad y persiste solamente durante el tiempo en que se ejecute la actividad, no obstante, puede ocasionar molestias que no desaparezcan en corto tiempo.

Por otra parte, las actividades de Construcción de accesos, captación y vertimiento, retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME y limpieza y cierre final, aunque pueden ocasionar molestias en la comunidad debido al incremento de ruido y emisión de partículas de polvo en los predios aledaños a la vía, incremento en el tránsito vehicular ante el aumento de vehículos de carga pesada y de maquinaria destinadas a las actividades propias de la obra. En este sentido, la extensión es puntual, ya que estos conflictos se presentan en áreas puntuales de intervención. Su efecto es inmediato, dado que las obras a realizar se adelantarán por subtramos en períodos cortos de tiempo. Es directo y su periodicidad es irregular, ya que, se puede presentar en el desarrollo de algunas de las actividades mencionadas anteriormente.

Por último, la Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, también es una de las actividades que presentan interacción con el impacto señalado, pese a que su naturaleza es negativa es considerado con una importancia irrelevante debido a su extensión es parcial debido a que los conflictos pueden no limitarse al sitio puntual de su ubicación sino a sectores circundantes, pero su persistencia y reversibilidad son a mediano plazo y no se valoran cono sinérgicos ni acumulativos.

En términos generales, en las interacciones relacionadas, se presentan importancia irrelevante o moderada, sin alcanzar niveles de importancia severa porque pese a que hay actividades que llevan a conflictos en temas puntuales, las comunidades del área de influencia en general tienen una perspectiva del proyecto, lo que marca un atenuante frente a los conflictos a generar.

SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Por ser un impacto que se puede generar por cualquier actividad del proyecto se estima que es sinérgico, dado que va estrechamente relacionado con todos los demás impactos que se pueden presentar en el medio socioeconómico, especialmente generación de expectativas, que se puede convertir en generación de nuevos conflictos al considerarse por parte de la población que no satisface los imaginarios que se tienen frente al cumplimiento de compromisos, cronogramas de ejecución u otro tipo de situaciones relacionadas con el desarrollo del proyecto.	Se pueden agudizar el impacto debido a la presencia previa de proyectos de desarrollo y al relacionamiento previo de la Concesionaria San Simón por la adecuación y operación de la vía nacional 5505. La comunidad ha manifestado su inconformidad ante los impactos presentados por afectación a las actividades económicas y las incomodidades que se han generado por el cierre de vías y proliferación de partículas, entre otras molestias.

INDICADOR DE IMPACTO
11 PQRS registradas en la Oficina de Atención al Usuario

Tabla 8.126 Generación de expectativas

Impacto	Generación de expectativas	
Medio	**Socioeconómico**	
Actividad	**Ámbito de manifestación**	**Importancia**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Universidad de Pamplona	IRRELEVANTE
Construcción de accesos	Unidades territoriales menores (Alcaparral y La Hojancha)	IRRELEVANTE
Portales de entrada y salida	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	IRRELEVANTE
Gestión predial y negociación del derecho de vía	Unidades territoriales menores (Barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar y veredas Alcaparral, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja y La Hojancha)	MODERADO
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Unidades Territoriales Menores (Alcaparral y Sabaneta Alta, Barrio El Buque)	MODERADO
	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	MODERADO
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha y Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	MODERADO
	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	MODERADO
Portales de entrada y salida	Unidades territoriales menores (Sabaneta Alta y Alcaparral)	MODERADO
Contratación y capacitación de personal	Unidades Territoriales Menores (Veredas Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, Alcaparral y El Naranjo y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	CONSIDERABLE
	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
Limpieza y cierre final	Unidades Territoriales Menores (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, La Hojancha, y Alcaparral y Barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar)	CONSIDERABLE
	Unidades territoriales mayores (Pamplona y Pamplonita)	CONSIDERABLE
DESCRIPCIÓN		
La generación de expectativas se define como las ideas, rumores y opiniones sobre los beneficios y/o afectaciones que pueden generarse por el desarrollo del Proyecto. Este es uno de los impactos que registra mayor incidencia en el desarrollo del Proyecto y que se identificó con mayor frecuencia durante las reuniones de información y taller de impactos y medidas de manejo. En este sentido, la gestión predial y negociación del derecho de vía se considera como una de las actividades que genera el mayor número de expectativas en los propietarios y arrendatarios de los predios, puesto que se crean ideales frente a los valores a pagar, la ocupación del suelo, el alcance de las actividades a desarrollar por el proyecto, entre otros. Durante esta actividad se estima que el impacto es moderado, en una extensión puntual, influenciado por experiencias		

Impacto	Generación de expectativas
Medio	Socioeconómico

previas, en su mayoría basadas en la construcción de la vía Pamplona-Cúcuta, aunque el tiempo de permanencia es a corto plazo, puesto que una vez finalice el proceso de negociación, las expectativas pueden bajar.

Otra de las actividades con importancia moderada corresponde a la reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social, en la medida que la comunidad considera que con las obras de construcción del túnel se puede generar afectación frente a la disminución o restricción en el suministro del servicio prestado por los cuerpos de agua identificados en el área de intervención y sobre las diez mangueras de conducción de agua, los cuales en algunas ocasiones surten el servicio de acueducto a la población. Es de resaltar que el Proyecto no intervendrá ninguna infraestructura social o comunitaria.

La movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, es otra de las actividades que se estima de importancia moderada dado que al ser continua y comprender unas áreas mayores a las de afectación, se puede percibir como incomodas por los impactos colaterales que se pueden generar como es el caso del material particulado, el ruido y los posibles daños en las viviendas y vías de acceso.

Finalmente, los portales de entrada y salida son percibidos por la población como sitios puntuales donde se pueden presentar inconformidades por las condiciones de la obra como tal, especialmente en los predios o sectores aledaños, por los posibles impactos que se puedan presentar a los medios físico y biótico, representados en la calidad y cantidad del agua, en el posible deterioro de la infraestructura aledaña al área de intervención, frente al potencial ahuyentamiento de fauna, entre otras situaciones.

El impacto es positivo, con una importancia considerable para las actividades de contratación y capacitación de personal y la limpieza y cierre final del Proyecto, en la medida que permitirá mejorar las condiciones de vida de la población. En este caso, se estima que el impacto puede presentarse no solo en el ámbito de las unidades territoriales menores, sino también en las unidades territoriales mayores, en el sentido que al no lograr obtener la mano de obra tanto no calificada como calificada en las unidades territoriales menores, será necesario ampliar la cobertura o el área de vinculación de los trabajadores. No obstante, su reversibilidad se presenta a mediano plazo, en tanto la comunidad prevé cambios positivos y/o beneficios asociados al mejoramiento de la infraestructura vial o de sus condiciones laborales. Dentro del componente demográfico, la dinámica cotidiana de la población puede verse alterada por las situaciones que aparecerán como consecuencia de los impactos más evidentes en el proyecto y debido a que por la crisis actual de Venezuela es posible que se continúe presentando migración de población que desee ser vinculada al proyecto. Asimismo, se considera que las expectativas frente a la limpieza y cierre final son positivas para la población porque se restaura el territorio, se presenta la salida de equipos, personal y maquinaria del proyecto y se mejoran las condiciones del área intervenida.

Para terminar, se estima que la generación de expectativas es irrelevante, aunque negativo durante la construcción de accesos en las veredas Alcaparral y Sabaneta Alta puesto que las actividades perduran poco tiempo y con una cobertura muy puntual. Sin embargo, las expectativas giran en torno a la proliferación de partículas de polvo, ruido, cerramientos, restricción del tráfico tanto peatonal como vehicular, lo que puede incidir en que la población considere que durante estas obras se presenten daños a las viviendas aledañas a las vías o a la infraestructura social localizada cerca de las vías.

En lo referente a la actividad de portales de entrada y salida para el ámbito de unidades territoriales

<table>
<tr><th>Impacto</th><th>Generación de expectativas</th></tr>
<tr><th>Medio</th><th>Socioeconómico</th></tr>
<tr><td colspan="2">mayores, se estima que este se manifiesta en un área mayor a donde se ejecuta la actividad puntual o parcial. Ello puede implicar una menor incidencia en la población de las cabeceras municipales, aunque podrían eventualmente verse afectadas de manera indirecta por causa de las obras, especialmente cerca al portal de entrada, localizado sobre la vía actual, la cual registra un alto flujo vehicular.

Finalmente, respecto a la Universidad de Pamplona como ámbito de manifestación, se estima que el impacto se manifiesta con una naturaleza negativa, pero con un nivel de importancia irrelevante. Lo anterior, teniendo en cuenta que una intervención exógena genera una expectativa por el impacto a ocasionar. No obstante, se considera que en la medida en que se realicen reuniones a través de las cuales se aclare cuáles son las áreas que intervenir, las características técnicas del proyecto y con base en ello, se realicen los acuerdos para la gestión predial, la expectativa finaliza.</td></tr>
<tr><th>SINÉRGICO</th><th>ACUMULATIVO</th></tr>
<tr><td>Por ser un impacto que se puede generar por cualquier actividad del proyecto se estima que es sinérgico, dado que va estrechamente relacionado con todos los demás impactos que se pueden presentar en el medio socioeconómico (especialmente afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos, modificación a la infraestructura vial, alteración en el acceso de los predios y generación de conflictos).

Para el ámbito de manifestación Universidad de Pamplona, el impacto no se considera sinérgico, ya que no se identifican manifestaciones simultáneas que incrementen la expectativa.</td><td>Se pueden agudizar el impacto debido a la presencia previa de proyectos de desarrollo y al relacionamiento anterior que se venía teniendo con la Concesionaria San Simón por la adecuación y operación de la vía nacional 5505, donde sus habitantes se encuentran predispuestos a la ejecución de estos proyectos; ya que expresan su inconformismo ante los impactos presentados por afectación a las actividades económicas y las incomodidades que se han generado por el cierre de vías y proliferación de partículas, entre otras molestias. Con relación a ello, cabe mencionar que la generación de expectativas tiende a incrementarse por efectos generados por otros proyectos que han existido en la región y que han influenciado en los criterios de opinión que se han fundado al interior de las comunidades; por ende, deben igualmente considerarse los pasivos de proyectos anteriores frente a este impacto.
Para el ámbito de manifestación Universidad de Pamplona, el impacto no se considera acumulativo, en tanto, si bien existe una expectativa frente a la negociación predial y las áreas a intervenir, una vez se realicen los acuerdos entre las partes, dicha expectativa finaliza.</td></tr>
<tr><th colspan="2">INDICADOR DE IMPACTO</th></tr>
<tr><td colspan="2">11 PQRS registradas en la Oficina de Atención al Usuario</td></tr>
</table>

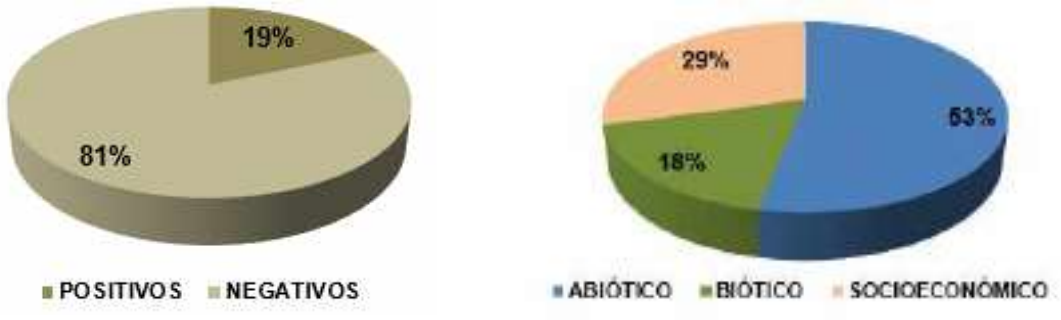
8.3.2 Síntesis evaluación escenario con proyecto

Con base en el juicio de los especialistas, a continuación, se presentan los resultados de la evaluación del escenario con proyecto que se plasmó en la matriz causa efecto, la cual proporciona la valoración cualitativa de los impactos ambientales potencialmente asociados a las actividades del proyecto (26 en total evaluadas de las 29 definidas) en sus diferentes etapas. Los resultados de la matriz indican cuáles interacciones generan una mayor incidencia sobre los componentes del medio, presentados en un total de treinta y uno impactos evaluados (Ver Anexo 08 Matriz Evaluación Ambiental Con Proyecto).

La distribución de las frecuencias consiste en la organización de los datos de acuerdo con las categorías de importancia definidas en la metodología de Conesa, comparándolos de tal forma que permitan la lectura por naturaleza del impacto y por medio ambiental impactado, la actividad de mayor incidencia y los impactos de mayor significancia ambiental, teniendo en cuenta la sensibilidad de los elementos afectados.

En términos generales se identificaron y evaluaron 339 interacciones entre actividades, impactos y los diferentes elementos espaciales asociados a la manifestación de los impactos. Con relación a las interacciones positivas (65) y negativas (274) identificadas del escenario con proyecto para los medios analizados, se observa que el medio abiótico presenta la mayor cantidad de interacciones con 180 correspondiendo al 53%, seguido por el medio socioeconómico con 99 interacciones representadas en el 29% y con una menor proporción el medio biótico con 18% en 60 interacciones.

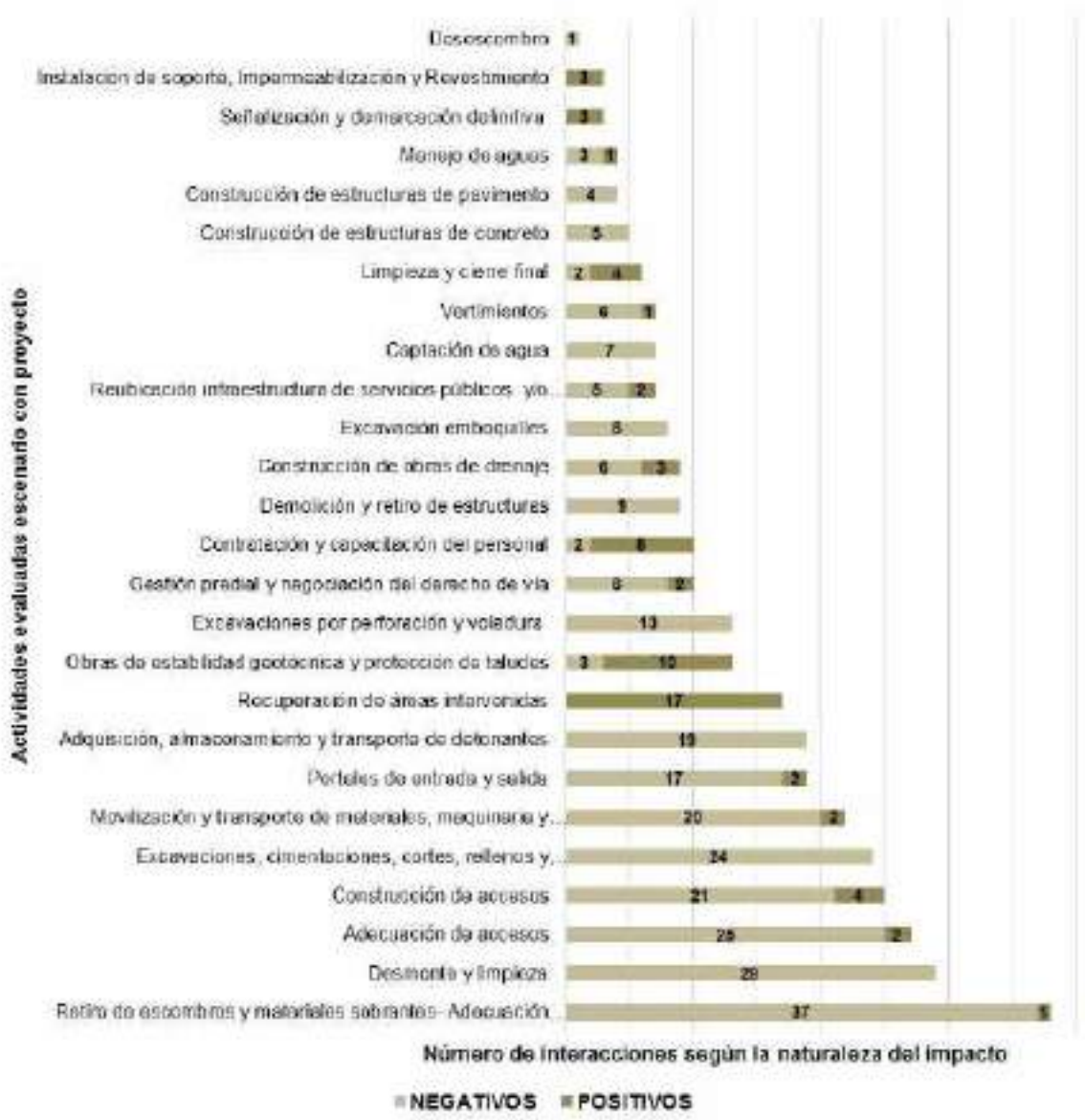
Figura 8.21 Distribución de interacciones según la naturaleza y el medio - escenario con proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por otra parte, la distribución de interacciones según la naturaleza por las actividades del proyecto se ilustra en la Figura 8.22, y permite evidenciar que la actividad con mayor cantidad de interacciones corresponde al Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME, seguida por la Adecuación de accesos, el Desmonte y limpieza, y la Construcción de accesos, entre otras, lo cual es un indicador acorde con la etapa de construcción, donde se materializan las principales modificaciones a los elementos ambientales del área de influencia. Entre las actividades del proyecto que no se consideran como generadoras de impacto, se encuentran Materialización y replanteo (Topografía), Instalación de ventilación e iluminación, e Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.

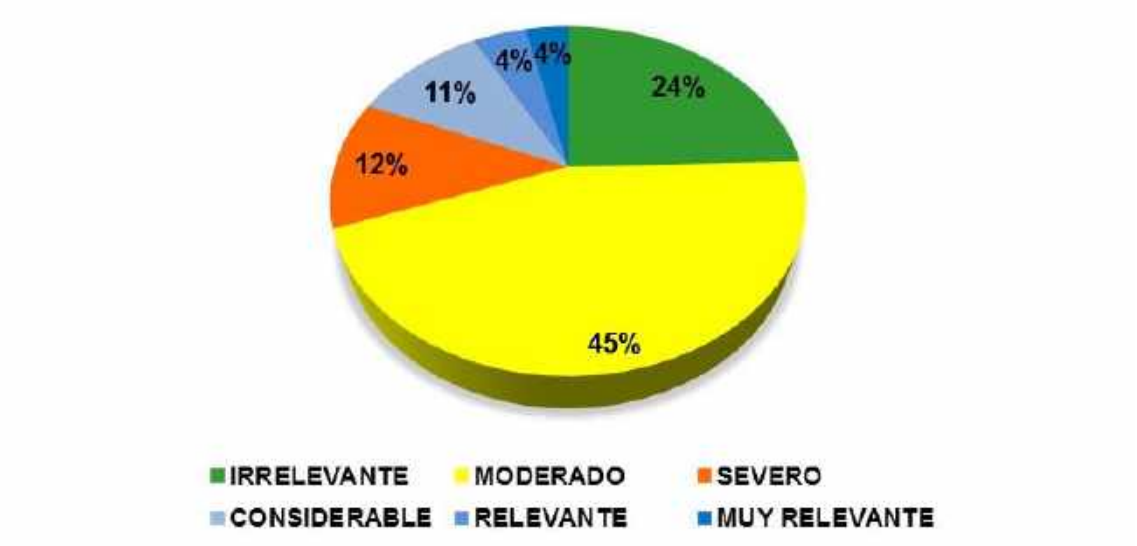
Figura 8.22 Distribución de interacciones según la naturaleza por actividad - escenario con proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Del total de interacciones (339), 279 (81%) son de carácter negativo, y teniendo en cuenta la categorización de importancia, es decir, el grado de afectación de una acción sobre los componentes, se observa que el 24% están categorizados en naturaleza negativa irrelevante, el 45% negativos moderados y el 12% negativos severos. El 19% (64 interacciones) restante corresponde a los impactos de naturaleza positiva de los cuales el 11% corresponde a impactos categorizados considerables, y en igual valor con el 4% cada uno, en los niveles relevante y muy relevante -Ver Figura 8.23-.

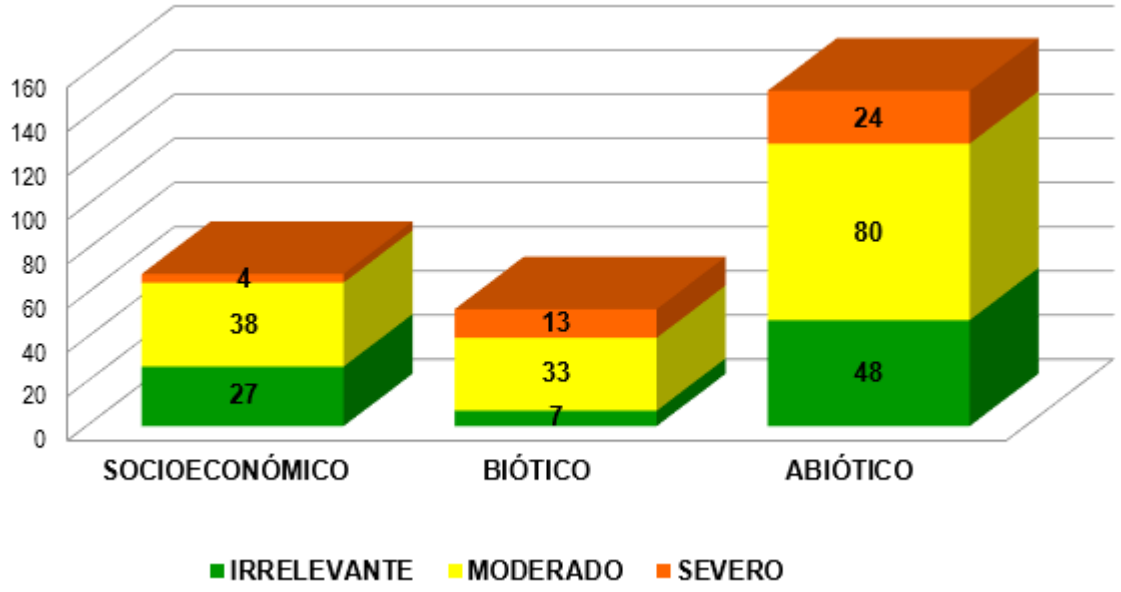
Figura 8.23 Distribución porcentual de interacciones según el nivel de importancia ambiental - escenario con proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En la Figura 8.24 se representa la distribución de interacciones por medio según la importancia ambiental, donde se evidencia que el medio con mayor afectación es el abiótico, debido a las alteraciones en el recurso hídrico, hidrogeológico, geomorfología, atmósfera, paisaje y suelo, principalmente.

Figura 8.24 Distribución de interacciones por medio según el nivel de importancia ambiental - escenario con proyecto

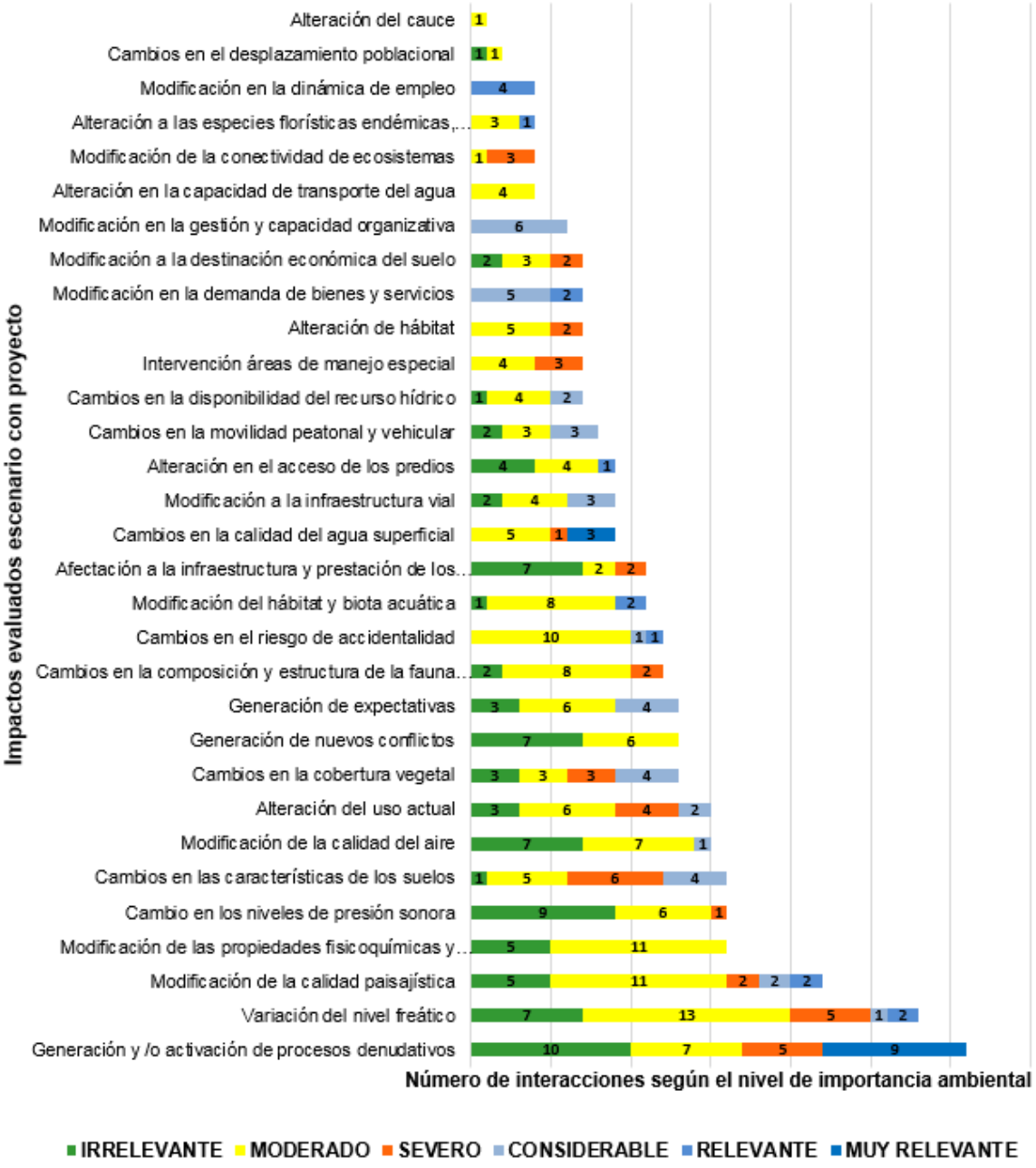


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con relación a los impactos identificados para el escenario con proyecto y su distribución entre los rangos establecidos (Ver Figura 8.25), se evidencia que los impactos con mayor número de interacciones corresponden a Generación y /o activación de procesos denudativos, Variación del nivel freático, Modificación de la calidad paisajística, Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea; comprobando que es el medio abiótico el de mayor afectación por las actividades constructivas del proyecto, por lo tanto, se deberá prestar mayor atención en la implementación de las medidas de manejo ambiental planteadas y propuestas.

Es importante mencionar los impactos que generan únicamente beneficios al entorno, los cuales pertenecen al medio socioeconómico: Modificación en la demanda de bienes y servicios, Modificación en la gestión y capacidad organizativa, y Modificación en la dinámica de empleo.

Figura 8.25 Distribución de interacciones según el nivel de importancia ambiental para cada impacto en el escenario con proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.3 Impactos significativos

Como resultado de la evaluación de impactos, se obtienen los valores de importancia que permiten clasificar los impactos en irrelevantes, moderados y severos. Los valores de

importancia más altos corresponden a aquellos cuya reciprocidad entre el efecto y la actividad/acción se deriva principalmente de la asignación de valores altos en los parámetros de intensidad, extensión y momento, principalmente, y es por esto por lo que se consideran significativos en el contexto del análisis.

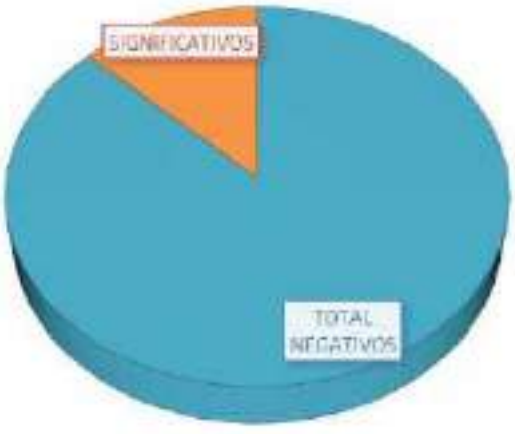
Los impactos significativos negativos son el insumo para el proceso de zonificación de impactos, los que a su vez serán insumo de la zonificación de manejo ambiental del proyecto (Capítulo 9) y la base para establecer los Planes y Programas del Capítulo 11.

Los impactos considerados significativos suelen acoger características de complejidad ya que su manifestación sugiere la implementación de medidas de corrección y/o compensación, lo que adicionalmente puede representar que la internalización de las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental no disipe el impacto por completo por lo cual se asocian efectos residuales derivados de estos.

Estos impactos significativos se presentan relacionados con los ámbitos de manifestación en los cuales fueron calificados bajo el criterio de una mayor aproximación a la expresión de este en términos espaciales, lo cual permitió la espacialización de los impactos en el proceso de zonificación.

La Figura 8.26 señala la distribución de interacciones significativas respecto al total de interacciones identificadas y evaluadas para el escenario con proyecto (274 interacciones) a través de 14 impactos de carácter negativo, cuarenta y uno (41 interacciones) son consideradas significativas en nivel de importancia ambiental severo, sin embargo, dichas interacciones únicamente presentan correlación con determinadas actividades -en este caso diez actividades- en algunos de los ámbitos de manifestación.

Figura 8.26 Distribución porcentual de interacciones significativas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Un ejemplo de esta condición de parcialidad en relación con la significancia del impacto se presenta con respecto a los cambios en la cobertura vegetal, el cual se manifiesta de manera significativa sobre bosques, arbustales y herbazales debido a que corresponden a

ecosistemas de mayor diversidad y estructuras ecológicas más complejas; difiere en el total de la importancia ambiental dada a cada ámbito de manifestación.

8.3.4 Zonificación de impactos

Del proceso de evaluación se obtienen los valores de importancia que permiten clasificar los impactos de acuerdo con su naturaleza y grado de incidencia sobre el medio o elemento ambiental, cuya reciprocidad entre el efecto y la actividad/acción se deriva principalmente de la asignación de valores considerables en los parámetros de intensidad, extensión y momento, es por esto por lo que se consideran significativos en el contexto del análisis.

Cada uno de los impactos significativos identificados esta disgregado para efectos de la calificación en ámbitos de manifestación, con el fin de aproximar el efecto a un contexto espacial que permite conocer la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y de este modo, poder determinar cuáles son los sitios en los que se presenta mayor relevancia en términos de situaciones socioambientales particulares en relación con la ejecución de las actividades del proyecto.

Para el proceso de zonificación de impactos se tomaron las interacciones entre actividades y los impactos significativos negativos, es decir los que presentaron en alguna relación con las actividades del proyecto obteniendo un Índice de Importancia Ambiental severo, no obstante, se consideraron interacciones calificadas en un menor grado a fin de incluir componentes del medio que no tuvieron calificaciones altas. De esta manera se obtuvieron los impactos mencionados en la Tabla 8.127.

Tabla 8.127 Impactos utilizados para la zonificación

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE
ABIÓTICO	Cambios en la calidad del agua superficial	1	7	-
	Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea	-	11	8
	Variación del nivel freático	5	13	7
	Generación y /o activación de procesos denudativos	5	7	10
	Cambio en los niveles de presión sonora	1	6	9
	Cambios en las características de los suelos	6	5	1
	Alteración del uso actual	4	6	3
	Modificación de la calidad paisajística	2	11	5
BIÓTICO	Cambios en la cobertura vegetal	3	3	3
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	3	1	-
	Intervención áreas de manejo especial	3	4	-
	Alteración de hábitat	2	5	-

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	2	8	2
SOCIOECONÓMICO	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos	2	2	7
	Modificación a la destinación económica del suelo	2	3	2

* En las columnas se registran el número de interacciones impacto por categoría de importancia ambiental, no obstante, las relaciones especificas con las actividades del proyecto y el ámbito de manifestación se presenta en el anexo Matriz evaluación con proyecto.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Cada impacto significativo se especializa a través de los ámbitos de manifestación y representa una capa. Como producto de la superposición de capas que contienen la representación en el espacio de los impactos considerados significativos se obtiene la zonificación de impacto ambiental, la cual constituye uno de los insumos para definir la zonificación de manejo ambiental.

Mediante el proceso de superposición de los mapas de impactos significativos, se genera el mapa síntesis del área de estudio, para el cual se utiliza la técnica del “valor máximo”, la cual responde a la asignación del mayor valor de impacto del conjunto superpuesto en un mismo espacio geográfico, subrayando que los impactos que presentan la condición de significancia de naturaleza negativa. En este contexto a continuación se presentan los resultados del proceso de zonificación por medio ambiental.

8.3.4.1 Zonificación de impacto del medio abiótico

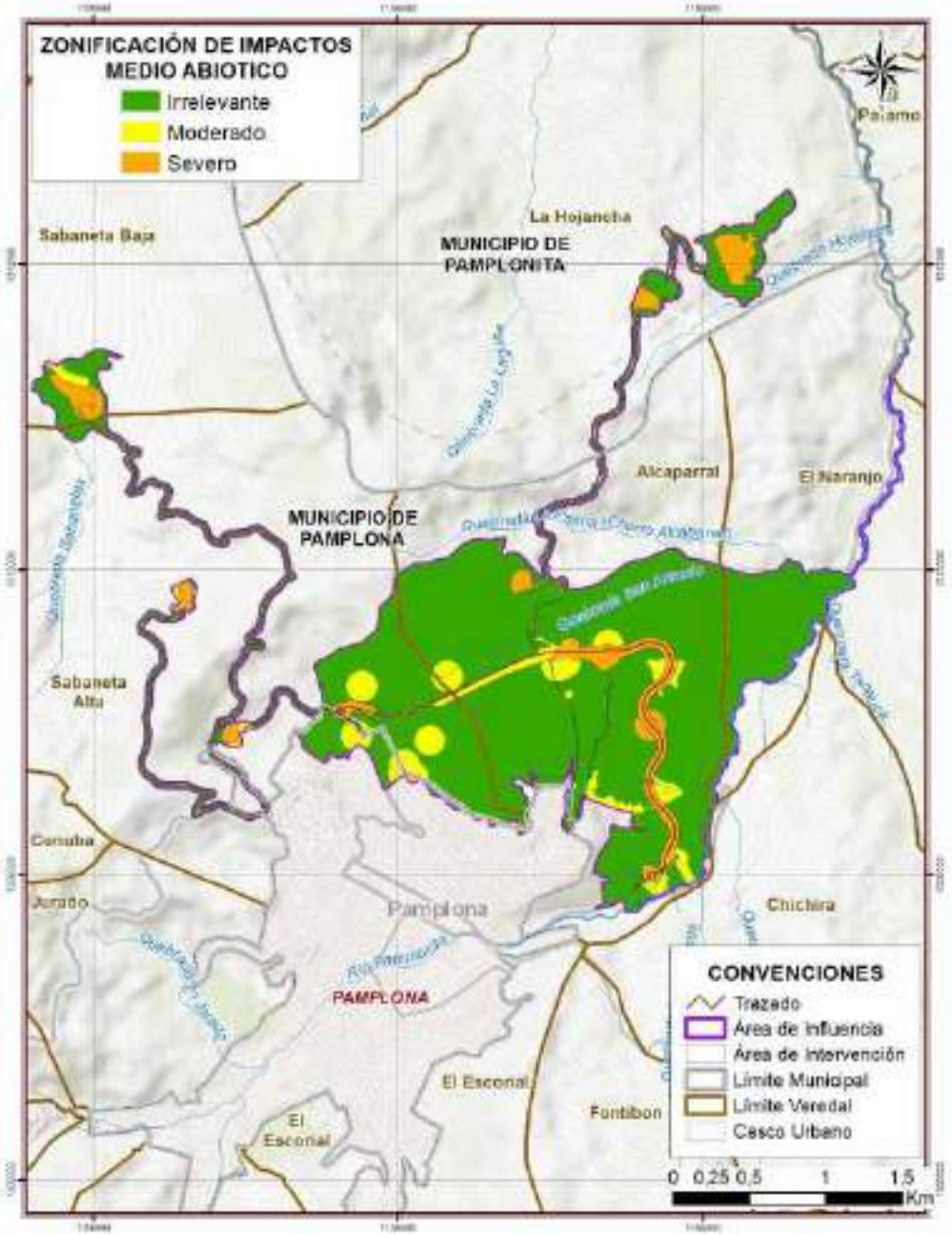
La síntesis cartográfica de la zonificación impactos del medio abiótico, indica que el 84% (Ver Figura 8.27 y Figura 8.28) del área de influencia (aprox. 457 ha) se consideran áreas en donde potencialmente se manifestarían impactos categorizados como irrelevantes, el 9% como área de impactos moderados (47 ha) y el 7% (42 ha) del área de influencia se presentarían impactos severos. La distribución en el Área de Influencia obedece principalmente a los impactos sobre el paisaje, el recurso hidrogeológico y las aguas superficiales.

Respecto al área de intervención la zonificación muestra que el 69% (38 ha) se presentaría impactos severos, mientras que en el 28% (15 ha) impactos de orden moderado y sólo cerca del 3% (1,52 ha) de nivel irrelevante. La distribución y extensión de los impactos en el área de intervención se debe principalmente a los cambios generados sobre el componente suelo, paisaje, geológico e hidrogeológico (Cambios en las características de los suelos, alteración del uso actual, modificación de la calidad paisajística, generación y/o activación de procesos denudativos y variación del nivel freático).

La Figura 8.27 presenta la superposición de dichos impactos, que configuran la zonificación

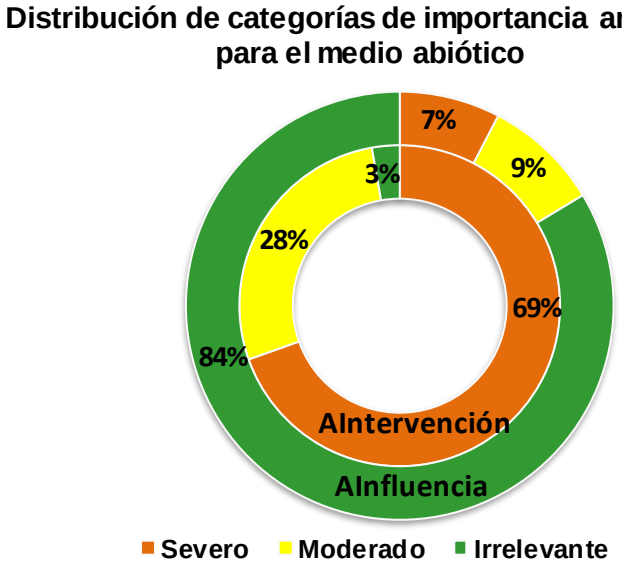
del medio abiótico y la distribución de las categorías de importancia derivadas de la misma se presenta en la Figura 8.28.

Figura 8.27 Zonificación de impacto en el medio abiótico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 8.28 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos del medio abiótico



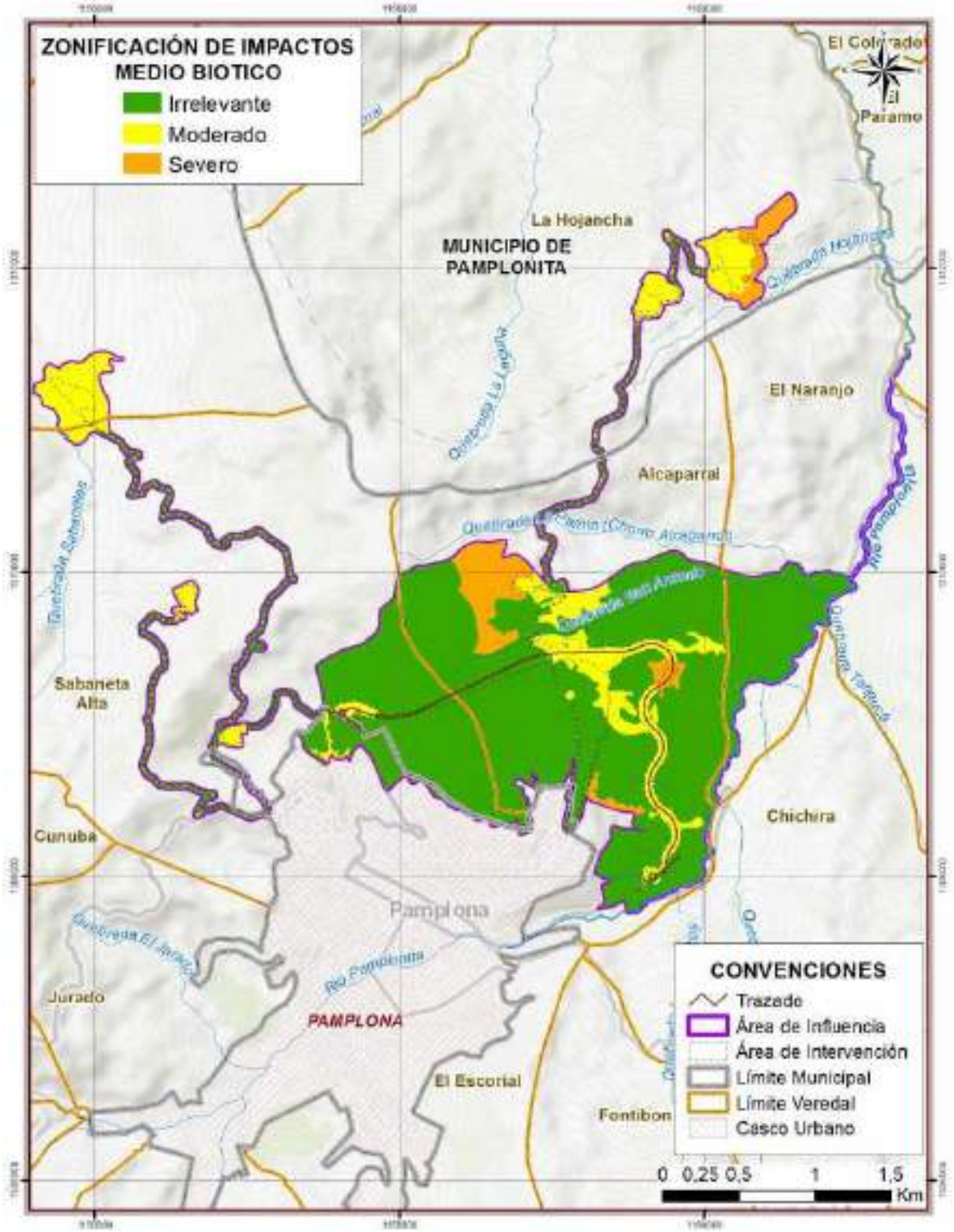
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.4.1 Zonificación de impacto del medio biótico

La Figura 8.29 presenta la superposición de los potenciales impactos negativos significativos, que configuran la zonificación del medio biótico y la distribución de las categorías de importancia derivadas de la misma y se presenta en la Figura 8.30.

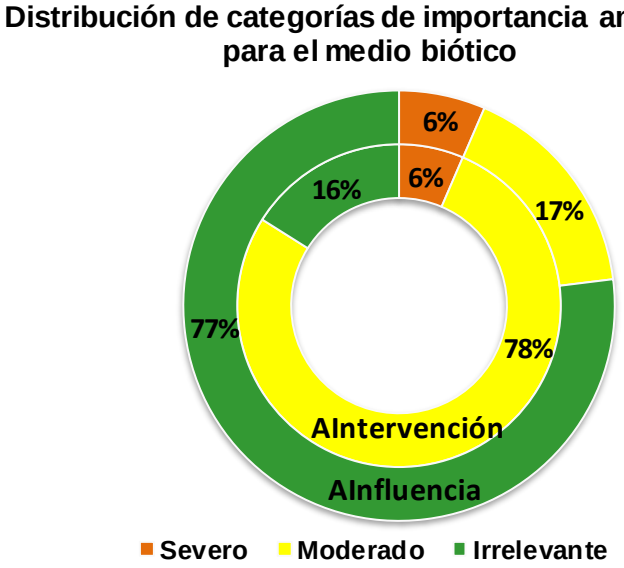
Para el medio biótico, se encuentra que el 77% del área de influencia (420 ha) considera impactos de tipo irrelevante, mientras que para el área de intervención corresponde al 16%, representados en 8,73 ha; esto se debe a que el proyecto se desarrolla principalmente en zonas de coberturas antrópicas – pasturas. La manifestación de impactos de tipo severo equivale al 6% del área de intervención (aprox. 3,51 ha), y en nivel moderado el 78% del área de intervención del proyecto con 42 ha, estos últimos asociados principalmente a la intervención de coberturas naturales (Bosque de galería y Arbustales) y los impactos conexos relativos a la alteración de la conectividad los ecosistemas y la modificación de hábitats de la fauna silvestre. La distribución de los impactos moderados a lo largo del Área de Influencia obedece a los efectos de la fragmentación del área por parte de la vía que a su vez genera una incidencia sobre la fauna, mientras que en el área de intervención obedece al cambio de la cobertura vegetal y al incremento del riesgo de atropellamiento de fauna en los accesos.

Figura 8.29 Zonificación de impacto en el medio biótico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 8.30 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos del medio biótico



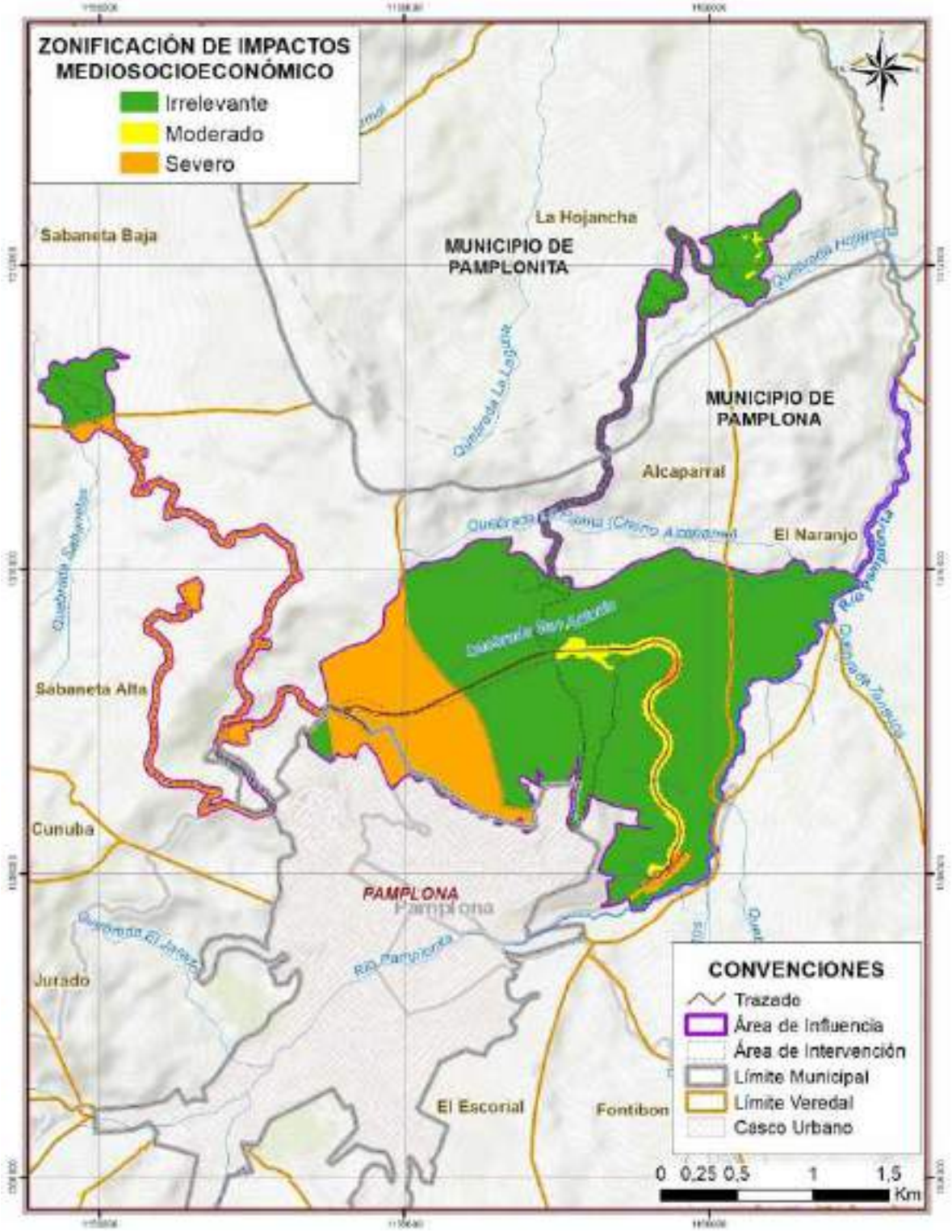
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.4.2 Zonificación de impacto del medio socioeconómico

Los impactos significativos identificados para el medio socioeconómico sujetos a zonificación corresponden a la modificación de la destinación económica del suelo por la adquisición de terrenos para la ejecución del proyecto y la afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos por la posible incidencia sobre las redes informales de suministro de agua (mangueras y puntos de agua para captación) durante la construcción de este.

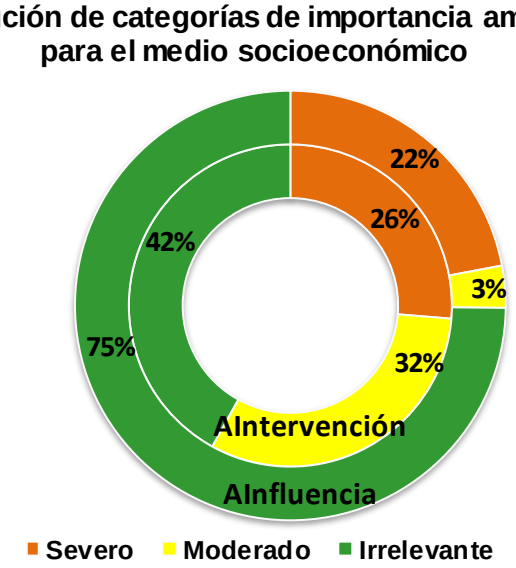
En consecuencia, la superposición de los impactos significativos del medio socioeconómico muestra que se presentan impactos significativos categorizados como severos en el 22% (120,42 ha) del Área de Influencia y 26% (14,32 ha) del Área de Intervención, en tanto que el 75% (409,19 ha) del AI y 42% (22,85 ha) del área de intervención se presentan impactos categorizados como irrelevantes. Los ámbitos de manifestación establecidos para la espacialización de los impactos corresponden a los asentamientos nucleados y dispersos de las unidades territoriales menores que pueden verse afectadas por la intercepción del proyecto con las mangueras de suministro y los puntos de agua con uso público localizados cerca del área de intervención, así como las categorías del uso actual, resaltando las zonas con usos comerciales- sector la curva Los Adioses y zonas con uso forestal productor (Ver Figura 8.31 y Figura 8.32).

Figura 8.31 Zonificación de impacto en el medio socioeconómico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 8.32 Distribución de categorías de importancia en la zonificación de impacto del medio socioeconómico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.4.3 Síntesis Zonificación de Impacto ambiental

Como resultado del proceso de zonificación de impactos, se obtuvo la Tabla 8.128, la cual representa la síntesis de la zonificación de impactos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Tabla 8.128 Síntesis zonificación de impactos ambientales

Importancia	Síntesis	
	Área Intervención (ha)	Área Influencia (ha)
Irrelevante	**0,45**	**299,14**
Moderado	**8,59**	**60,47**
Severo	**45,41**	**187,13**
Crítico	**0,00**	**0,00**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

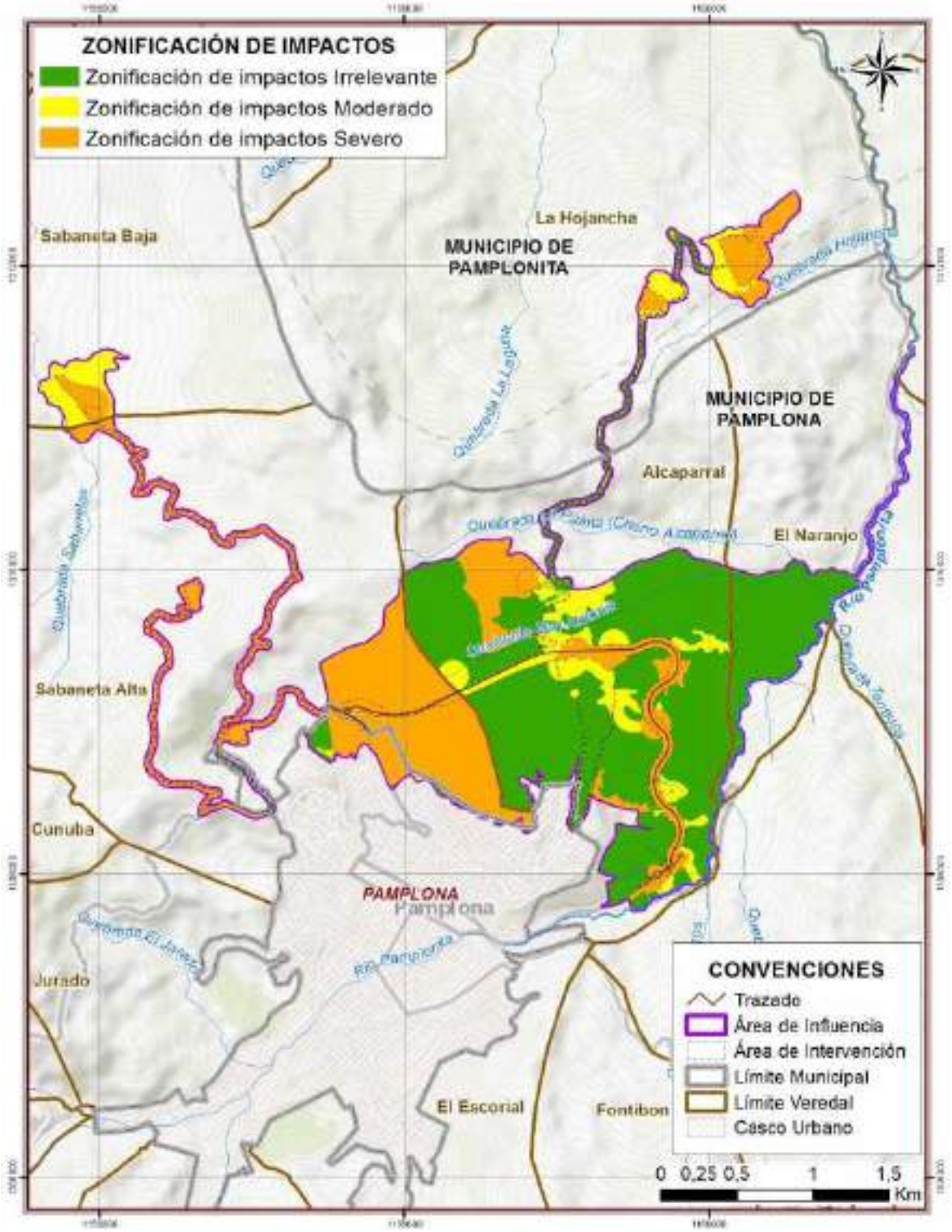
La síntesis del proceso de zonificación de impactos muestra que el 34% del área de influencia (187,28 ha) y el 83% del área de intervención (45,41 ha), donde se espera la manifestación de impactos categorizados de magnitud alta (severos), los cuales están relacionados con las áreas de intervención, anotando que la extensión de la manifestación por fuera del área de intervención está determinada por la sensibilidad de los medios, especialmente por el medio biótico (Efectos esperados por la modificación de la conectividad ecosistémica). No obstante, se reconocen efectos de tipo severo en el medio abiótico, principalmente a la incidencia del proyecto sobre la población que se abastece de redes informales y puntos de agua que son susceptibles de intervención, así como al

cambio del uso y la destinación económica del suelo y la incidencia sobre las aguas subterráneas por la perforación del túnel.

Los impactos calificados con índice de importancia ambiental moderado potencialmente pueden presentarse en el 11% del AI y 16% del área de intervención, debido a la superposición de máximos de los diferentes medios y que tiene implicaciones de diferente índole sobre los diferentes elementos ambientales afectados de forma indirecta por el conjunto de actividades que se proyectan desarrollar en el área.

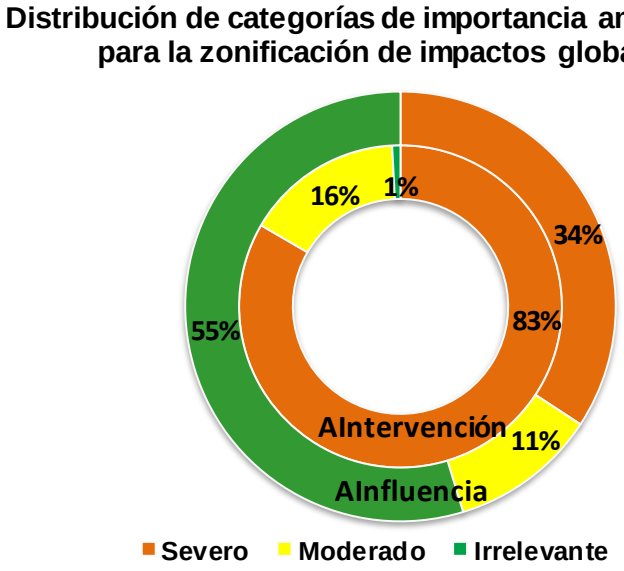
De otro lado, la zonificación de impactos permite observar una relación directa entre el Índice de Importancia Ambiental de los impactos severos y los elementos sensibles del territorio; siendo las coberturas naturales, el suelo y agua subterránea en donde potencialmente se podrían presentar los impactos de mayor significancia con relación a las actividades relativas a la construcción de la infraestructura vial.

Figura 8.33 Síntesis Zonificación de impacto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 8.34 Distribución de categorías de importancia ambiental en la zonificación de impactos global



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

8.3.5 Evaluación de impactos sinérgicos y acumulativos

El análisis de acumulación y sinergia se basa en la confluencia espacial de efectos generados por las actividades o proyectos tanto del escenario sin proyecto como del escenario con proyecto. Para el análisis se desarrolló inicialmente una comparación en la cual se evaluó cuáles impactos significativos podrían confluir espaciotemporalmente y los componentes y elementos que podrían ser afectados.

En la Tabla 8.129 se presenta dicha correlación, y se relaciona (usando los gradientes de colores) el máximo Índice de Importancia Ambiental obtenido para cada uno de los impactos por escenario (Significativos). En total se identifican diez impactos como potencialmente acumulativos significativos; de los cuales el mayor número se presenta en el medio abiótico sobre el suelo debido a las excavaciones a ejecutar a diferentes profundidades.

Tabla 8.129 Impactos potencialmente sinérgicos y acumulativos

IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN SIN Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO SIN Proyecto	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN CON Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO CON Proyecto
Cambios en la calidad del agua superficial	Drenajes sencillos y dobles	Ganadería Poblamiento y asentamientos humanos Actividades comerciales Actividades	Drenajes sencillos	Desmonte y limpieza

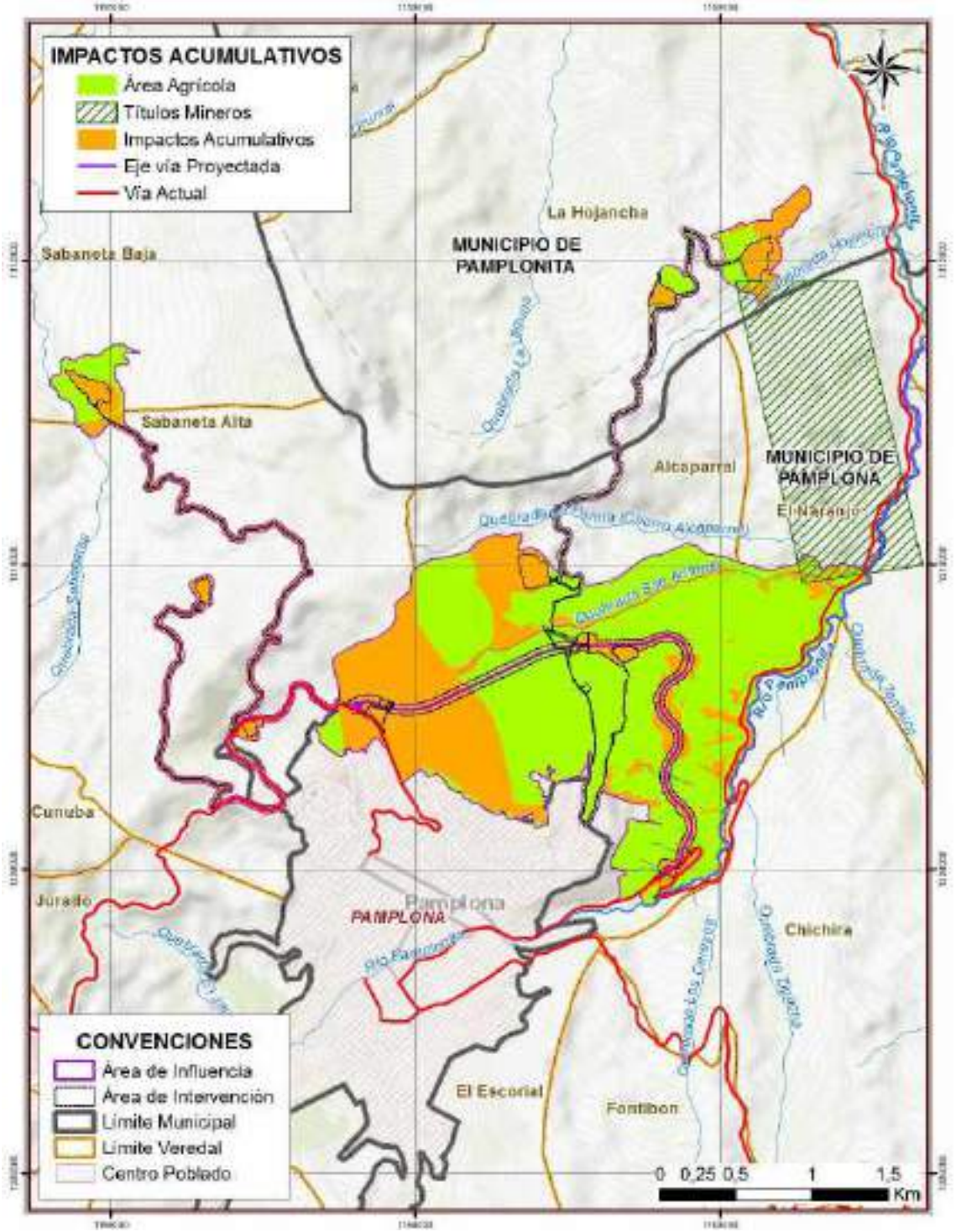
IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN SIN Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO SIN Proyecto	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN CON Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO CON Proyecto
		industriales		
Variación del nivel freático	Puntos de agua de nivel 1 (menor potencial de afectación: muy bajo) Puntos de agua de nivel 2 (Potencial de afectación de bajo a medio) Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Minería	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME Portales de entrada y salida Excavación emboquilles Excavaciones por perforación y voladura
Generación y /o activación de procesos denudativos	Zona de amenaza geotécnica alta Zona de amenaza geotécnica moderada	Infraestructura vial y de transporte terrestre Fenómeno de remoción en masa	Zona de amenaza geotécnica alta	Construcción de accesos Desmonte y limpieza Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME Portales de entrada y salida
Cambios en las características de los suelos	Clase 5, Clase 6 Clase 7, Clase 8	Minería	Clase 6 Clase 7 Clase 7 y Clase 8	Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME Portales de entrada y salida
Modificación de la calidad paisajística	Subsistema Agropecuario (Cap) Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	Minería	Subsistema Agropecuario (Cap) Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada (Nbv, Ncv)	Desmonte y limpieza Portales de entrada y salida
Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314)	Ganadería Agricultura	Bosque de galería (314) -Arbustal	Adecuación de accesos

IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN SIN Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO SIN Proyecto	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN CON Proyecto	ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO CON Proyecto
	Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	tradicional Poblamiento y asentamientos humanos Quema Tala	denso bajo (3222) y Arbustal denso alto (3221) Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221) Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113)-Arbustal denso alto (3221)	Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME
Intervención áreas de manejo especial	Bosque de galería (314) Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) y artificializados (Nivel 1 Corine)	Ganadería Agricultura tradicional Poblamiento y asentamientos humanos Quema Tala	Arbustal denso alto y herbazal de tierra firme con arbustos en áreas de protección ambiental de POMCA - POT – SIRAP Arbustal denso alto (3221) en áreas de protección de POMCA - POT – SIRAP	Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes
Alteración de hábitat	Bosques y áreas seminaturales Áreas agrícolas Pastos Red vial	Ganadería Agricultura tradicional Minería Poblamiento y asentamientos humanos Infraestructura vial y de transporte terrestre Quema	Bosques y áreas seminaturales	Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME
Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y Áreas seminaturales	Ganadería Agricultura tradicional Minería Poblamiento y asentamientos humanos Quema Tala	Bosques y áreas seminaturales	Desmonte y limpieza Retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de ZODME

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Una vez establecidos los impactos significativos potencialmente acumulativos entre escenarios, se procedió a identificar puntualmente que actividades serían las generadoras de dichos impactos (Figura 8.35).

Figura 8.35 Confluencia espacial de las actividades en el área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Es importante mencionar el Anexo 8C Análisis de superposición de proyectos, en el cual se concluye que las actividades que se desarrollan actualmente pueden coexistir sin ningún inconveniente ni de tipo ambiental ni legal, es decir, que las medidas de manejo planteadas para la gestión de los impactos generados por el proyecto vial, asumirán los efectos de manera independiente respecto a los demás proyectos que se cruzan o intervienen con las áreas urbanas y de expansión del casco urbano de Pamplona.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL 1
9.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 1
9.2 ÁREAS DE MANEJO INTERMEDIAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 4
9.2.1 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el Medio abiótico 4
9.2.2 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el medio biótico 7
9.2.3 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el Medio socioeconómico 9
9.2.4 Zonificación de manejo ambiental intermedia por Restricciones Legales 10
9.3 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA INFLUENCIA DEL PROYECTO 13

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 9.1 Matriz de decisión para la definición de las categorías de manejo 3
Tabla 9.2 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio abiótico en el área de influencia 5
Tabla 9.3 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio biótico en el área de influencia 7
Tabla 9.4 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio socioeconómico en el área de estudio 9
Tabla 9.5 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para las restricciones legales en el área de estudio 11
Tabla 9.6 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia 13
Tabla 9.7 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención 13

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 9.1 Proceso de zonificación de manejo ambiental 2
Figura 9.2 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio abiótico..... 6
Figura 9.3 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio biótico..... 8
Figura 9.4 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio Socioeconómico 10
Figura 9.5 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para Restricciones Legales..... 12
Figura 9.6 Zonificación de Manejo Ambiental para el Área de influencia..... 14

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La zonificación de manejo ambiental del proyecto pretende evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas, ante la ejecución de las diferentes actividades de construcción y operación del proyecto, a partir de la zonificación ambiental y la evaluación de los impactos potenciales y de carácter significativo por la fragilidad de ciertas áreas susceptibles a ser intervenidas y los bienes y/o servicios que prestan los diferentes elementos de los medios biótico, abiótico y socioeconómico, y que se pueden ver comprometidos durante la ejecución del proyecto, facilitando la identificación de los tipos de manejo requeridos o las acciones de control según las condiciones que determinan finalmente las categorías de manejo ambiental.

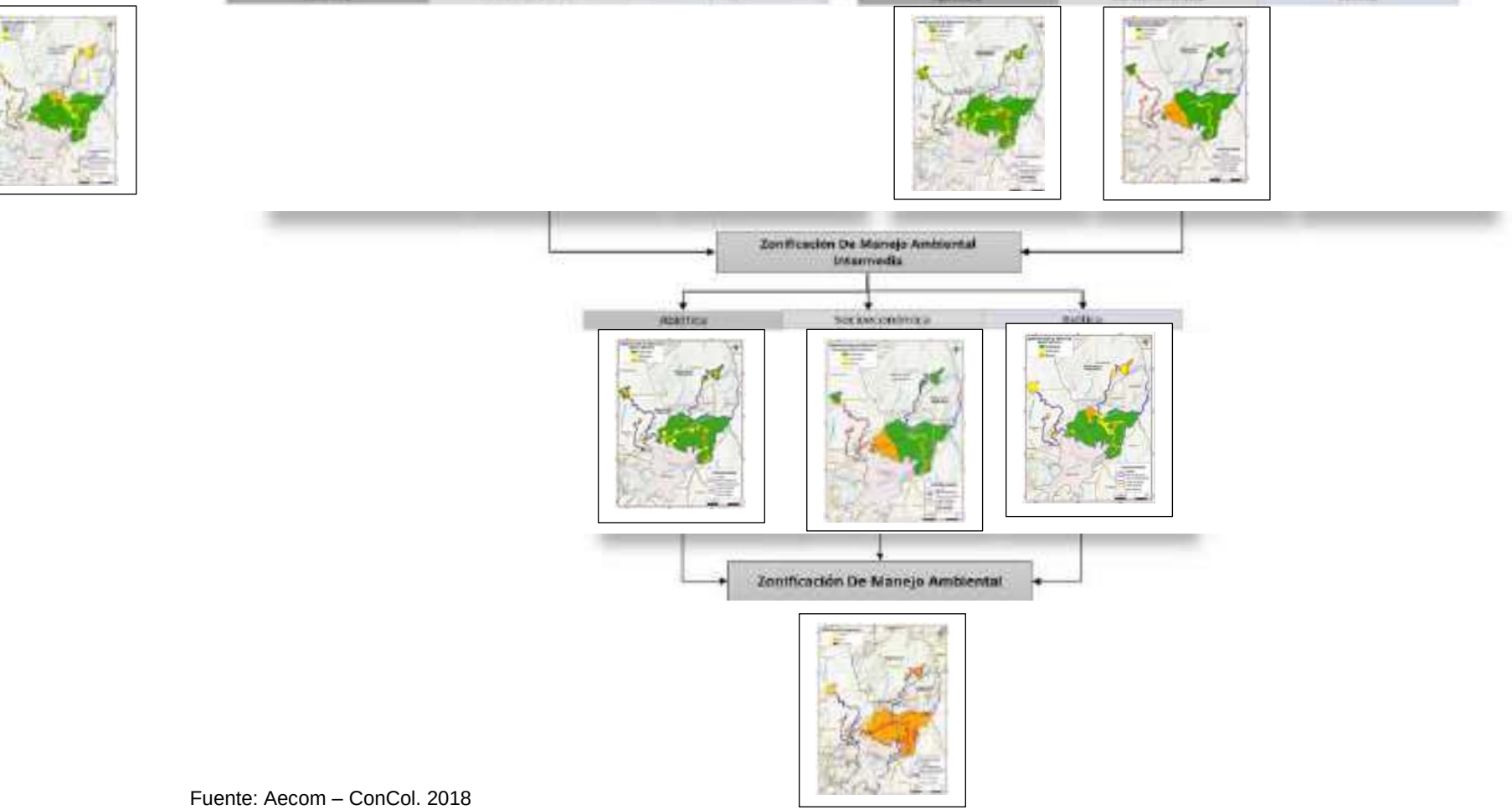
9.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socio-ambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental en la que se analiza el área de influencia a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos, con los resultados que arroja la evaluación de impactos significativos.

Para determinar la Zonificación de Manejo Ambiental del área de influencia del proyecto, se realizó la superposición de los resultados de las zonificaciones ambientales intermedias (abiótico, biótico, socioeconómico) y las zonificaciones de impactos intermedias (abiótico, biótico, socioeconómico) para generar las síntesis de zonificación de manejo ambiental preliminar y posteriormente, la zonificación de manejo ambiental definitiva.

La Figura 9.1, ilustra el proceso de álgebra de mapas realizado para el desarrollo de la zonificación de manejo ambiental del proyecto, en la que se tienen en cuenta los niveles de la relación sensibilidad/importancia con los que se desarrolló la zonificación intermedia ambiental y las categorías de impactos significativos resultantes de la evaluación ambiental del área de influencia.

Figura 9.1 Proceso de zonificación de manejo ambiental



Fuente: Aecom – ConCol. 2018

De los resultados obtenidos de la zonificación ambiental y de la zonificación de impactos, se deduce que, las zonas de baja y muy baja Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requieren manejos asociados con acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto); mientras que, las zonas de alta Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que se requieren manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo, en tanto que las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el corto plazo.

Las áreas con impactos moderados requieren niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto, en tanto que aquellas en las que se registren impactos irrelevantes requieren en el corto plazo acciones de prevención.

Igualmente, se requiere de una gestión socio-ambiental, para las áreas asociadas a impactos críticos y severos, que mitigue en el corto plazo los efectos ocasionados por las intervenciones propias del proyecto y que compense en el largo plazo los impactos derivados de las mismas.

La zonificación de manejo ambiental considera al menos las siguientes áreas, tal y como se aprecia en la Tabla 9.1, presenta la matriz de decisiones empleada para la definición de las categorías de manejo, que asocian zonas con similares valores en la relación de Sensibilidad/Importancia y en las categorías o tipos de impactos socio-ambientales zonificados.

Tabla 9.1 Matriz de decisión para la definición de las categorías de manejo

Categoría zonificación ambiental	Categoría zonificación impactos significativos			
Sensibilidad\Importancia	**Critico**	**Severo**	**Moderado**	**Irrelevante**
Muy alta	EX	(IMa)	(IMa)	(IMe)
Alta	(IMa)	(IMa)	(IMe)	(IMe)
Moderada	(IMa)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Baja	(IMe)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Muy baja	(IMe)	(IMe)	(AI)	(AI)

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

A partir de la Tabla 9.1 se realizan los análisis de vulnerabilidad propuestos para la zonificación de manejo ambiental del proyecto, en concordancia con lo establecido por los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteas y/o túneles con sus accesos (M-M-INA-02), siguiendo las reglas de decisión con las que se definen las siguientes áreas tipo:

- **Áreas de exclusión (Ex):** incluyen las zonas en las que debido a las características de sensibilidad ambiental y social no es posible el desarrollo de las actividades del proyecto, por lo que son consideradas como zonas de exclusión relacionadas con los grados de fragilidad identificados por la evaluación ambiental. Para la determinación de estas áreas también se tienen en cuenta los criterios legales.

- **Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa):** corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran relaciones de Sensibilidad /Importancia alta y moderada con impactos de carácter severo o moderado haciendo que sea necesario la implementación de acciones de restauración o de compensación, dado que los efectos del proyecto sobre los recursos representados en estas variables son recuperables solamente en el largo plazo o son irreversibles estos efectos.

- **Áreas de intervención con restricciones menores (IMe):** corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran las cuatro categorías que tipifican las relaciones de Sensibilidad /Importancia en el área de estudio con los diferentes niveles de impactos ambientales. En este caso, además de la compensación o corrección con efectos en el largo plazo se requeriría de la implementación de acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

- **Áreas de intervención (Ai):** Corresponden a las áreas en las que es posible desarrollar el proyecto, ya que agrupan zonas con moderada, baja y muy baja relación de Sensibilidad/Importancia con zonas en la que se presentan impactos moderados e irrelevantes. En este caso se requeriría de la implementación de acciones de prevención en el largo y corto plazo y de mitigación con efectos en el corto plazo.

9.2 ÁREAS DE MANEJO INTERMEDIAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Como resultado del proceso de la zonificación de manejo ambiental y de impactos intermedias, se identificaron los distintos tipos de categorías de gestión asociadas a cada medio-dimensión socioambiental.

9.2.1 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el Medio abiótico

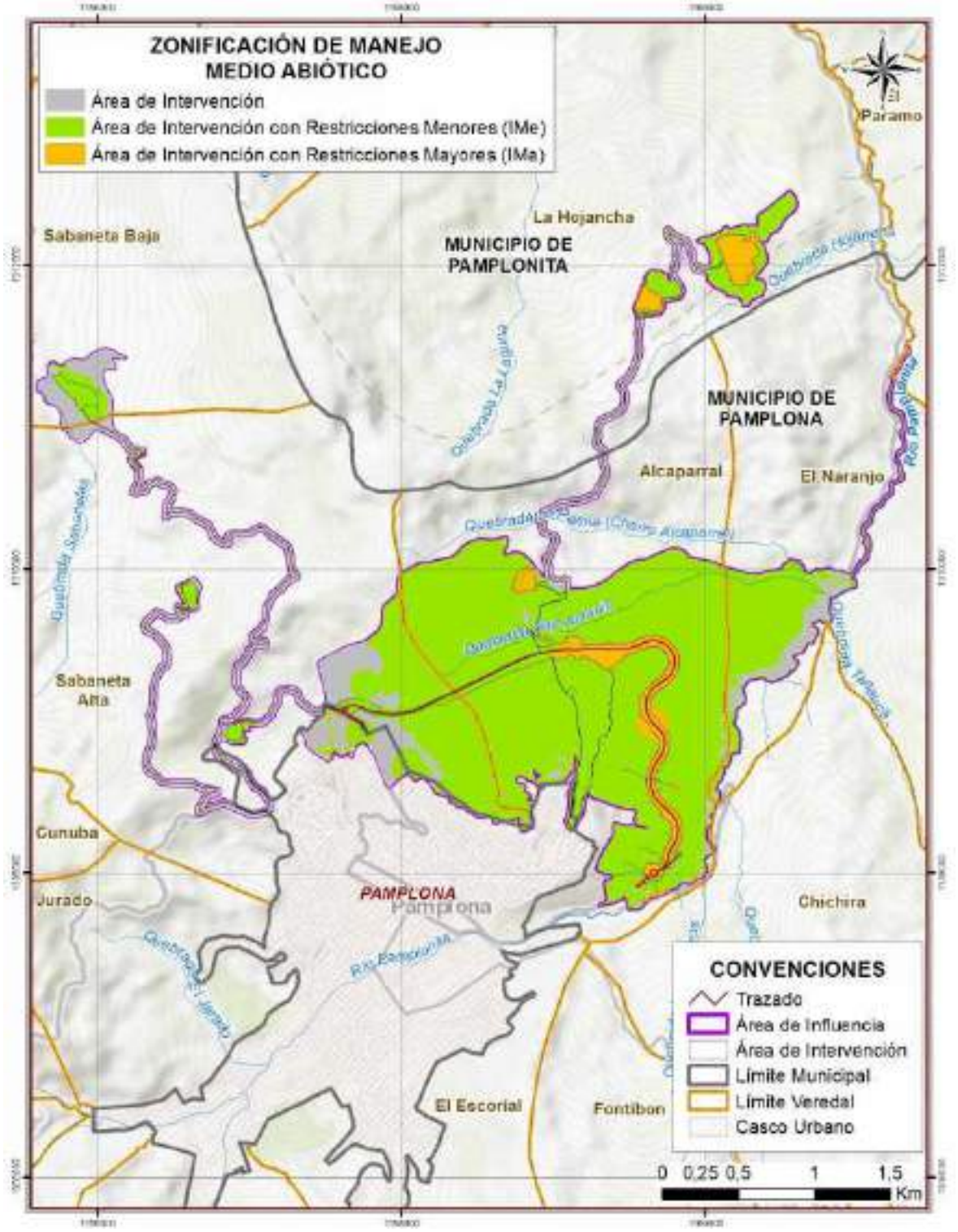
En cuanto a la zonificación de manejo intermedia para el medio abiótico (Tabla 9.2 y Figura 9.2), se identificó que en 78,50 hectáreas, que corresponden al 14,35% del área de influencia, se encuentra en área que permite la intervención, el 5,75% (31,45 hectáreas) se clasifican como área de intervención con restricciones mayores. Por otro lado el 79,70% (436,94 hectáreas) del área de influencia del proyecto se clasifica como áreas de intervención con restricciones menores. En esta categoría se encuentran terrenos que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio. En la zonificación intermedia del medio abiótico, no se presentó la categoría de zonas de exclusión.

Tabla 9.2 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio abiótico en el área de influencia

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (Ai)	79,17	14,47%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	436,25	79,77%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	31,45	5,75%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 9.2 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio abiótico



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

9.2.2 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el medio biótico

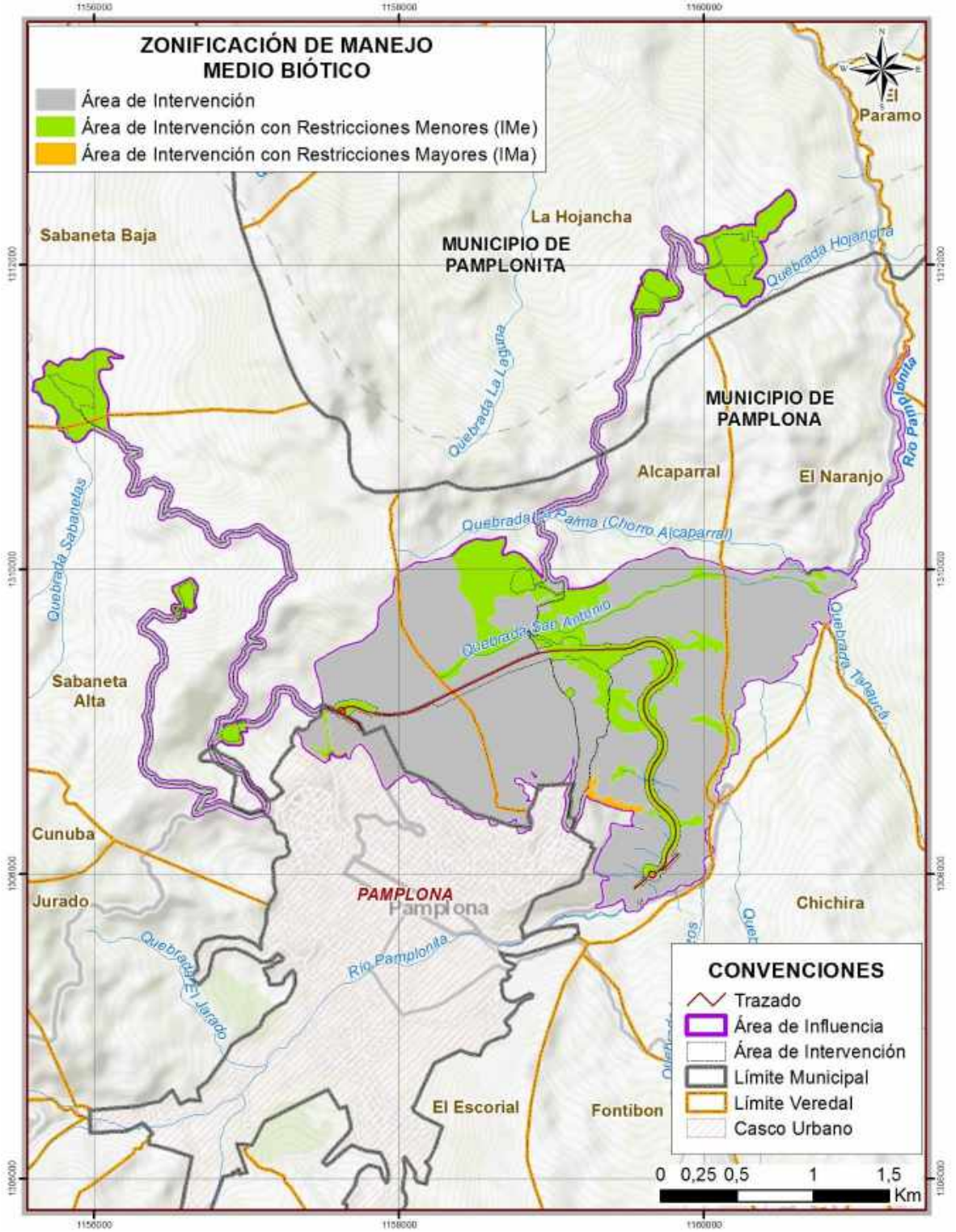
Los resultados de la zonificación de manejo ambiental intermedia para el medio biótico (Tabla 9.3 y Figura 9.3) clasifican el área de estudio en tres (3) categorías de manejo; la categoría áreas de intervención representa un porcentaje del 75,22% (411,35 hectáreas ha), seguida de la categoría áreas de intervención con restricciones menores con el 24,35% (133,16 ha) del área de estudio, y finalmente se tiene la categoría de manejo áreas de intervención con restricciones mayores ocupa una proporción menor del área de influencia con 0,44%, correspondiente a 2,38 hectáreas. En la zonificación intermedia del medio biótico, no se presentó la categoría de zonas de exclusión.

Tabla 9.3 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio biótico en el área de influencia

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (Ai)	412,37	75,40%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	132,12	24,16%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	2,38	0,44%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 9.3 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio biótico



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

9.2.3 Zonificación de manejo ambiental intermedia para el Medio socioeconómico

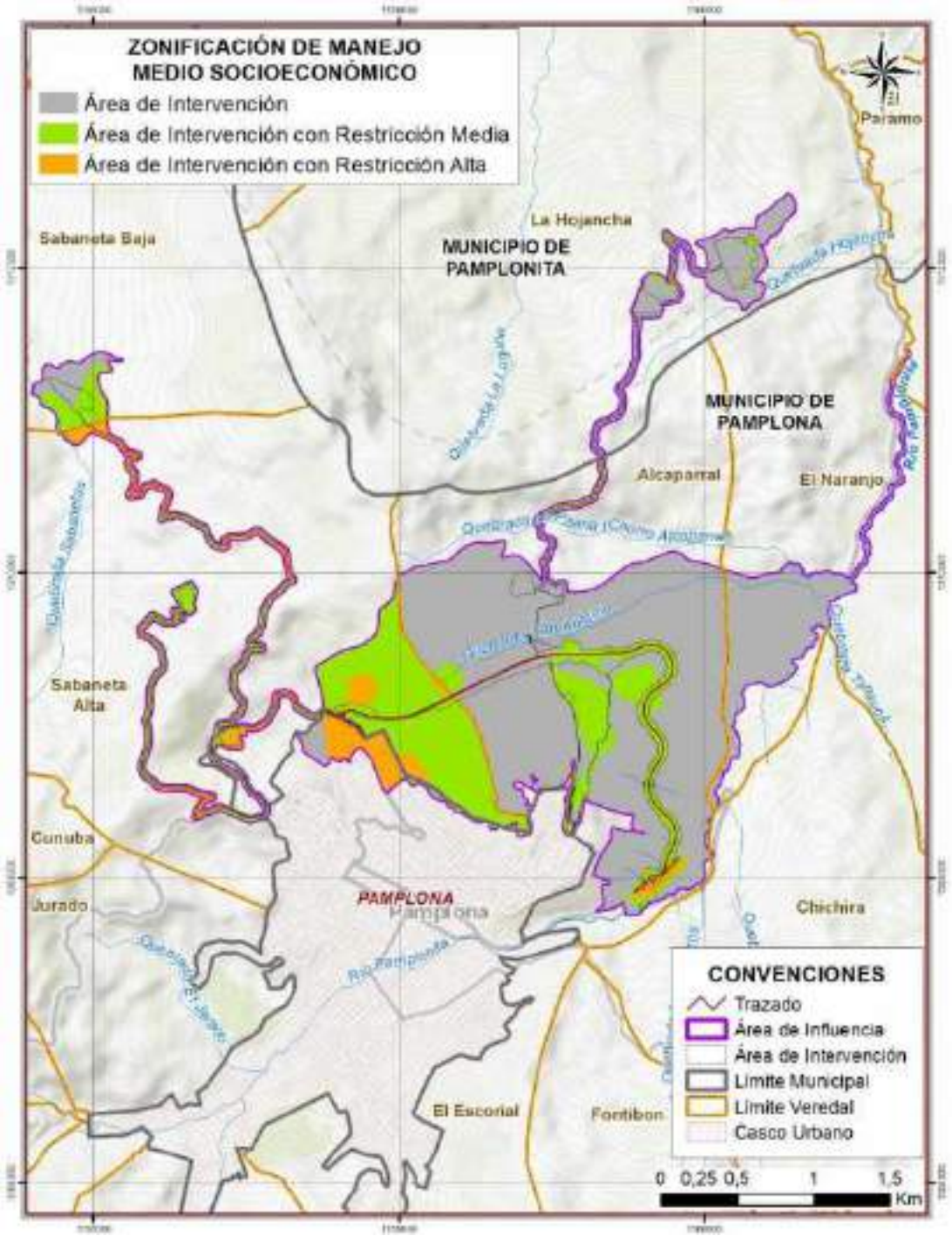
De acuerdo con las categorías de manejo intermedias para el medio socioeconómico, el área de influencia del proyecto presenta el 67,54% (369,37 hectáreas) con categoría de áreas de intervención, un 26,57% (145,28 hectáreas) en categoría áreas de intervención con restricciones menores, mientras que el 5,89%, correspondiente a 32,23 hectáreas, equivalen a áreas de intervención con restricciones mayores, al igual que para los medios abiótico y biótico, no se presentan áreas de exclusión. (Ver Tabla 9.4 y Figura 9.4).

Tabla 9.4 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para el medio socioeconómico en el área de estudio

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (Ai)	368,73	67,42%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	145,94	26,69%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	32,21	5,89%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 9.4 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para el medio Socioeconómico



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

9.2.4 Zonificación de manejo ambiental intermedia por Restricciones Legales

La inclusión de la variable de Restricciones Legales (normativo y reglamentario) se hace teniendo en cuenta lo estipulado en los términos de referencia M-M-INA-02 los cuales establecen que las Áreas de Exclusión están relacionadas con criterios legales, por tal motivo, para la Zonificación de Manejo se tomó como referencia las áreas que según la Zonificación Ambiental correspondían exclusivamente a áreas de Conservación y/o Protección y que estuvieran amparadas con normatividad o reglamentación ambiental, entre las cuales se cuenta:

- 30 metros de protección de rondas hídricas, Artículo 3 del Decreto 1449 de 1977.
- 100 m de protección a la zona del afloramiento de agua, Artículo 3 del Decreto 1449 de 1977.
- Áreas prioritarias de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP

En la Tabla 9.5 y Figura 9.5, la cobertura de las restricciones legales en el área de influencia según los criterios ya mencionados.

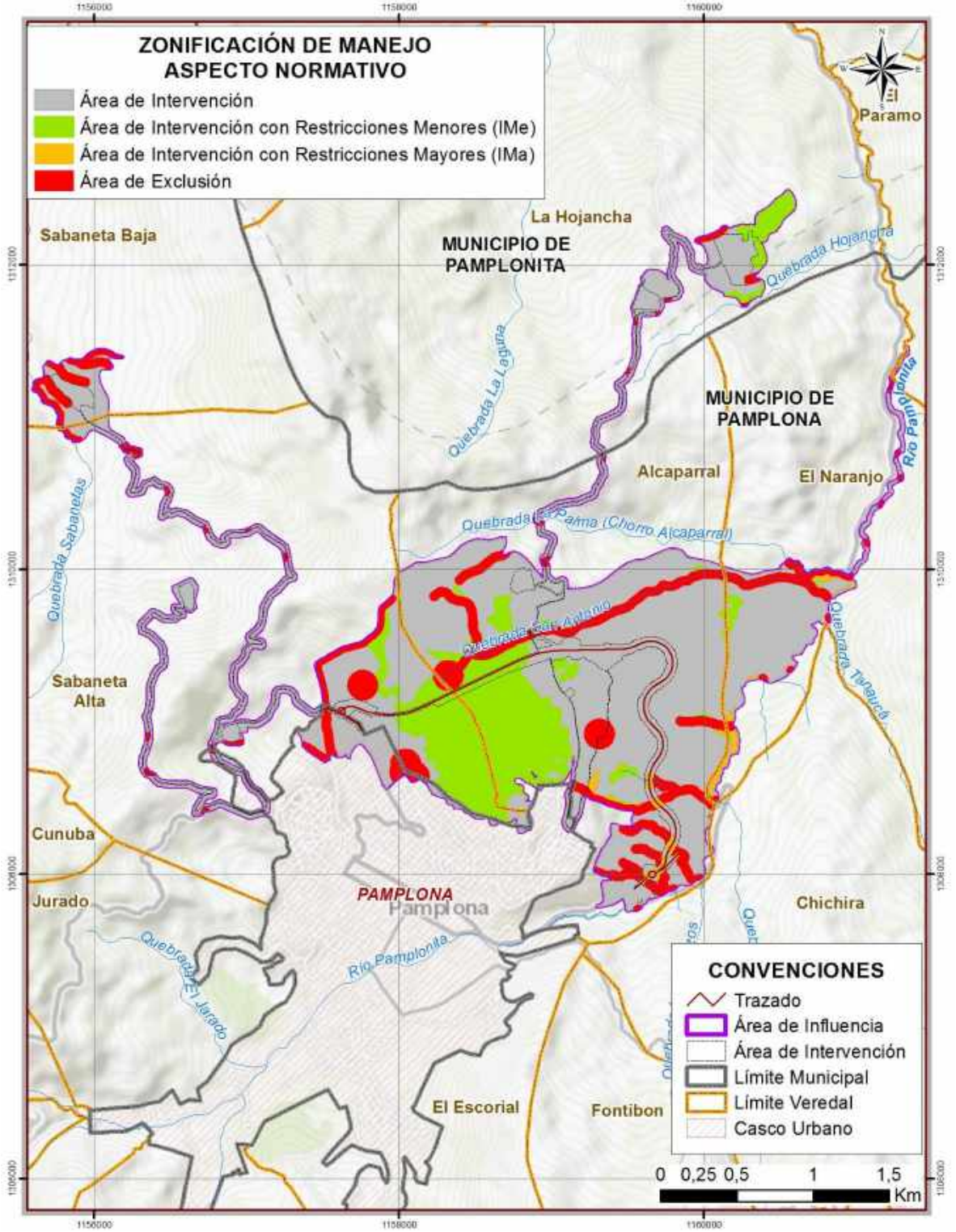
Tabla 9.5 Cobertura de las categorías de manejo intermedias para las restricciones legales en el área de estudio

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (Ai)	376,39	68,82%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	93,90	17,17%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	6,19	1,13%
Areas de Exclusión (EX)	70,41	12,87%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

En vista de que el área de influencia presenta Áreas de Exclusión para la construcción de la Variante Pamplona – UF1 y de acuerdo con el régimen legal ambiental colombiano compilado en el Decreto 1076 de 2015, se considera la solicitud de permisos relacionados con: aprovechamiento forestal asociados a las ocupaciones de cauce y concesión de agua superficial. Adicionalmente, en el presente EIA se plantean medidas de manejo que respaldan la intervención en estas zonas.

Figura 9.5 Zonificación de Manejo Ambiental intermedia para Restricciones Legales



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

9.3 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA INFLUENCIA DEL PROYECTO

Después del análisis intermedio abiótico, biótico y socioeconómico y las restricciones legales, se presenta a continuación los resultados de la zonificación de manejo para el área de influencia del proyecto. La Figura 9.6, presenta la zonificación ambiental del área del proyecto.

Si bien los resultados de la zonificación de manejo ambiental muestran la sensibilidad del área frente al desarrollo de las obras planteadas, es importante precisar que la alternativa de construcción del trazado propuesta implica una menor extensión de los impactos, por lo tanto y de acuerdo con los términos de Referencia M-M-INA-02, a continuación se presenta la distribución de las áreas de manejo que corresponde exclusivamente al área de influencia definitiva del proyecto en función de la manifestación de los impactos significativos.

De acuerdo con esto, en la Tabla 9.6 se concluye que el área de estudio se ubica en las siguientes categorías de manejo ambiental: áreas de exclusión, que corresponden al 12,83% (70,18 hectáreas), áreas de intervención con restricciones menores que ocupan la mayor parte del área con el 73,17% (400,14 hectáreas), las áreas de intervención con restricciones mayores con el 10,30% (56,31 hectáreas) y finalmente las áreas de intervención con un porcentaje de ocupación en el área de 3,70%.

Tabla 9.6 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	20,26	3,70%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	400,16	73,17%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	56,06	10,25%
Areas de Exclusión (EX)	70,41	12,87%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

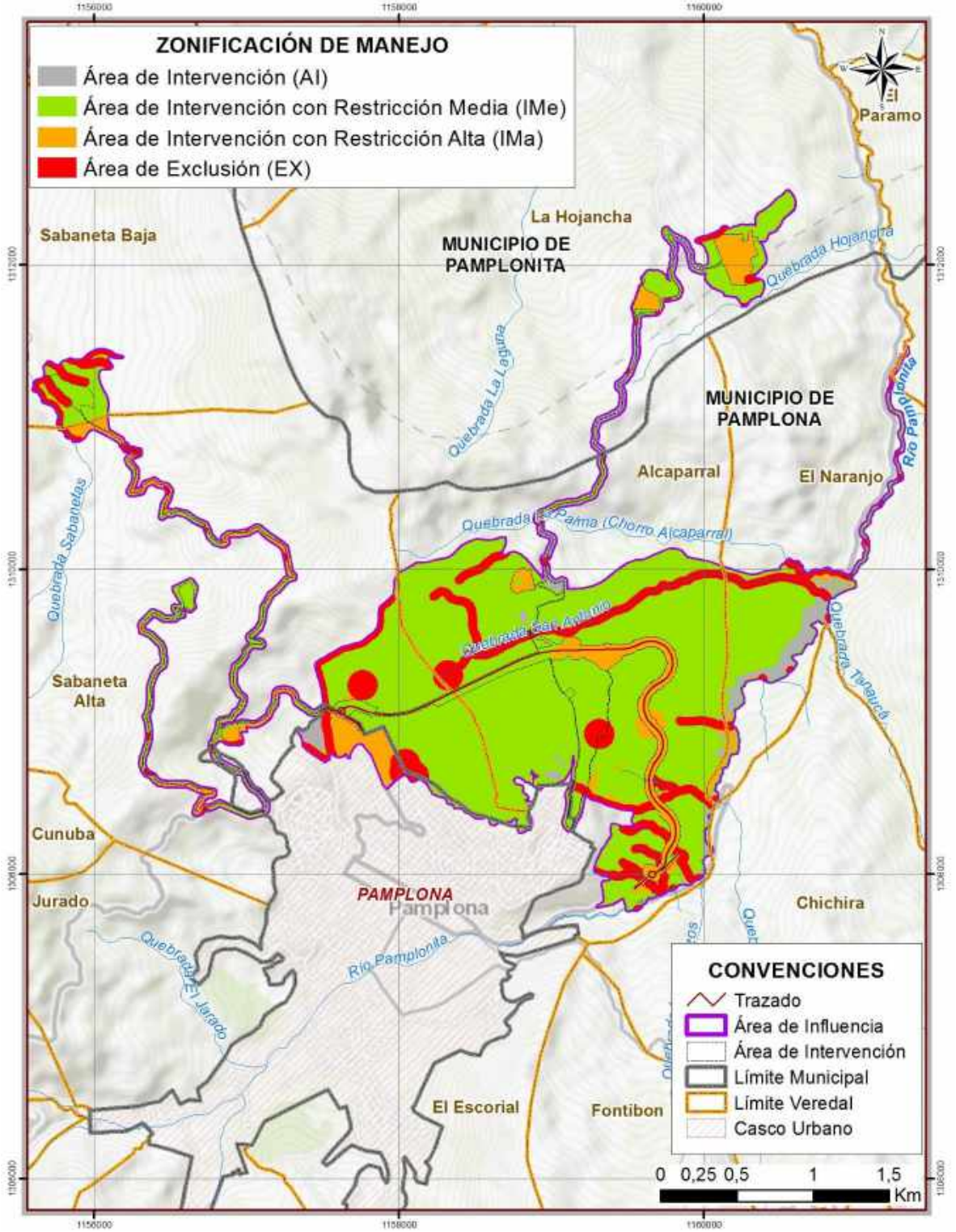
Específicamente el área de intervención definida como aquella donde se ejecutarán las obras de construcción de la UF1 e infraestructura de apoyo como ZODMEs y sus accesos, las áreas con restricciones mayores representan el 62,16% (33,84 hectáreas), con restricciones menores el 37,59% (20,47 hectáreas) y las áreas de intervención con un porcentaje de 0,23%, que equivalen a 0,13 hectáreas.

Tabla 9.7 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	0,13	0,23%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	20,47	37,61%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	33,83	62,14%
Areas de Exclusión (EX)	0,01	0,01%
Total	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 9.6 Zonificación de Manejo Ambiental para el Área de influencia



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 10
10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL..... 11
10.1.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad) 13
10.1.2 Análisis de Internalización 17
10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables 22
10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)..... 25
10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN..... 75
10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES 82
10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 86
10.4.1.1 Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y el impacto por la Alteración del uso actual del suelo 86
10.4.1.1.1 Alteración servicio secuestro de carbono 87
10.4.1.1.2 Alteración del servicio de retención hídrica del suelo..... 90
10.4.1.1.3 Alteración servicio producción de nutrientes..... 92
10.4.1.1.4 Alteración en el uso económico del suelo..... 94
10.4.1.1.5 Consolido valoración económica del suelo 100
10.4.1.2 Cambio en la cobertura vegetal 101
10.4.1.2.1 Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera 101
10.4.1.2.2 Valoración alteración servicio de regulación hídrica 103
10.4.1.2.3 Alteración del régimen de retención de sedimentos..... 106
10.4.1.2.4 Alteración producción de nutrientes..... 107
10.4.1.2.5 Disminución en la capacidad de captura de CO2 109
10.4.1.2.6 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas arbóreas..... 112
10.4.1.3 Valoración de impactos: Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat..... 112

10.4.1.4 Valoración del impacto Intervención áreas de manejo especial 115
10.4.1.5 Generación y /o activación de procesos denudativos 117
10.4.1.6 Valoración del impacto: Variación del nivel freático 119
- Valor de no uso de recurso (Valor de existencia)..... 119
- Valor de uso directo..... 123

10.4.1.7 Valoración del impacto: Modificación a la destinación económica del suelo 127
10.4.1.8 Valoración económica del impacto generado por el traslado involuntario de población..... 130
10.4.1.9 Cambio en los niveles de presión sonora 152
10.4.1.10 Valoración del impacto modificación de la calidad paisajística 158
10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES 165
5.1.1.1 Cambios en los costos generalizados del transporte 165
10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB 169
10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 170

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.
Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación 15
Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo 16
Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta 17
Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 -V2 23
Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE 24
10.6 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial 27
Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial 27
Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 2. Alteración en la capacidad de transporte del agua 29
Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce 30
Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico 31
Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático 33
Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático 35
Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea 37
Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 7. Generación y /o activación de procesos denudativos 39
Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora 42
Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora 43
Tabla 10.17 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire 44
Tabla 10.18 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire 45
Tabla 10.19 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos 46
Tabla 10.20 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual 47
Tabla 10.21 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística 48
Tabla 10.22 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal 49
Tabla 10.23 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas 49
Tabla 10.24 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial 50

Tabla 10.25 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal 51
Tabla 10.26 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas 52
Tabla 10.27 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial 53
Tabla 10.28 Análisis de residualidad del impacto 16. Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural 53
Tabla 10.29 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat 54
Tabla 10.30 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre 55
Tabla 10.31 Análisis de residualidad del impacto 21. Cambios en el desplazamiento poblacional. 56
Tabla 10.32 Análisis de residualidad del impacto 23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos. 57
Tabla 10.33 Análisis de residualidad del impacto 24. Modificación a la infraestructura vial. 59
Tabla 10.34 Análisis de residualidad del impacto 25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular 61
Tabla 10.35 Análisis de residualidad del impacto 26. Cambios en el riesgo de accidentalidad 62
Tabla 10.36 Análisis de residualidad del impacto 27. Alteración en el acceso de los predios 64
Tabla 10.37 Análisis de residualidad del impacto 30. Modificación a la destinación económica del suelo 65
Tabla 10.38 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos 68
Tabla 10.39 Análisis de residualidad del impacto 35. Generación de expectativas 71
Tabla 10.40 Costos implementación plan de manejo ambiental (Cifras en miles de pesos) 77
Tabla 10.41 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración económica 82
Tabla 10.42 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica 85
Tabla 10.43 Área de suelo objeto de intervención 87
Tabla 10.44 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera 89
Tabla 10.45 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono 90
Tabla 10.46 Propiedades físicas de los perfiles 90
Tabla 10.47 Propiedades físicas del perfil 91
Tabla 10.48 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo 91
Tabla 10.49 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto 92
Tabla 10.50 Calculo necesidades de fertilizante 93
Tabla 10.51 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos 93
Tabla 10.52 Valoración económica producción de nutrientes del suelo 94
Tabla 10.53 Áreas afectación del proyecto de acuerdo con las coberturas del suelo 94

Tabla 10.54 Costo por afectación de la actividad ganadera 96
Tabla 10.55 Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto 97
Tabla 10.56 Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola 98
Tabla 10.57 Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera 98
Tabla 10.58 Costos totales generados con la pérdida de empleo 99
Tabla 10.59 Valores de referencia hectárea para el área de estudio 99
Tabla 10.60 Estimación de las perdidas relativas al costos de oportunidad del suelo 100
Tabla 10.61 Pérdidas total potencial productivo del suelo 100
Tabla 10.62 Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos 100
Tabla 10.63 Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural 101
Tabla 10.64 Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas 103
Tabla 10.65 Estimación regulación hídrica coberturas naturales 105
Tabla 10.66 Valoración económica de la alteración en el régimen de escorrentía 105
Tabla 10.67 Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos 106
Tabla 10.68 Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca 107
Tabla 10.69 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca 108
Tabla 10.70 Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes 108
Tabla 10.71 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover. 110
Tabla 10.72 Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal 112
Tabla 10.73 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales 112
Tabla 10.74 Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat 115
Tabla 10.75 Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos CORPONOR 116
Tabla 10.76 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción CORPONOR 116
Tabla 10.77 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de CORPONOR 116
Tabla 10.78 Derrumbes ocurridos en la zona del proyecto durante el periodo 2005-2017 117
Tabla 10.79 Valor estimado del impacto de activación de procesos denudativos 118
Tabla 10.80 Categorías de usos del agua 119
Tabla 10.81 Descripción general sitio de estudio “Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán” 120
Tabla 10.82 Porcentaje de la DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato: Cúcuta 121
Tabla 10.83 DAP ajustadas año 2018 122
Tabla 10.84 Estimación de número de usuarios potenciales unidades territoriales AI 122
Tabla 10.85 Resultados transferencia de beneficios valoración económica del impacto 123

Tabla 10.86 Inventario de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto 124
Tabla 10.87 Valoración económica de puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la infraestructura. 126
Tabla 10.88 Consolidado de costos Impacto variación del nivel freático 127
Tabla 10.89 Registro de actividades comerciales emplazada en la curva de los Adioses UF1 128
Tabla 10.90 Empleos y número de dependientes de la actividad comercial 128
Tabla 10.91 Ingresos estimados de venta mensuales y anuales, de acuerdo con la caracterización de unidades productivas localizadas en el UF 1 129
Tabla 10.92 Valoración de la afectación a las actividades económicas tradicionales 129
Tabla 10.93 Ficha técnica del estudio 132
Tabla 10.94 Encuestas realizadas por unidades territoriales 133
Tabla 10.95 las características socioeconómicas de la muestra 135
Tabla 10-96 Estimación logit – DAP Evitar el traslado involuntario de familias 150
Tabla 10-97 Modelo de la disponibilidad a pagar por Evitar el traslado involuntario de familias 150
Tabla 10.96 Disponibilidad a pagar por evitar el traslado involuntario de las familias 152
Tabla 10.97 Descripción general sitio de estudio “Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)” 153
Tabla 10.98 Datos ruido ambiental estación de referencia (R03) modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora 155
Tabla 10.99 Nivel de sonido distinto tipos de maquinaria de construcción 155
Tabla 10.100 Datos ruido ambiental estaciones de referencia modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora 156
Tabla 10.101 Promedio personas por hogar según DANE Censo Poblacional 2005. 158
Tabla 10.102 Valor presente de las pérdidas por los cambios en los niveles de presión sonora 158
Tabla 10.103 Descripción general sitio de estudio Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto. 159
Tabla 10.104 Incremento en el valor predial 161
Tabla 10.105 Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta 166
Tabla 10.106 Ahorro en costos de operación 166
Tabla 10.107 Valoración ahorros en tiempo de viaje 168
Tabla 10.108 Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte 168
Tabla 10.109 Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta -Pamplona 169

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 10-1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto 12
Figura 10-2 Indicadores en la evaluación ambiental 14
Figura 10-3 Resultado análisis de residualidad 26
Figura 10-4 Calidad de los elementos de infraestructura del territorio 137
Figura 10-5 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales 138
Figura 10-6 Nivel de satisfacción equipamientos y establecimientos 139
Figura 10-7 Problemática locales 139
Figura 10-8 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales 140
Figura 10-9 Motivos y frecuencia relativa en las respuestas de protesta 141
Figura 10-10 DAP para evitar el traslado involuntario 142
Figura 10-12 Esquema de medición de distancia del predio frente al eje vial 160
Figura 10-13 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades 170
Figura 10-14 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades 171
Figura 10-15 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto 172

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Este capítulo presenta los resultados de la valoración económica de los impactos ambientales relevantes, asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional uno (UF1) la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Cúcuta y Pamplona en el Departamento de Norte de Santander.

La evaluación se desarrolla de acuerdo con los parámetros y lineamientos establecidos en los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles M-M-INA-02 versión 2, establecidos por medio de la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, y substancialmente siguiendo los “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017.

El corredor vial entre Cúcuta Pamplona hace parte de la tercera ola de proyectos de construcción de vías cuarta generación -4G-, que tienen como objeto fundamental la modernización de la infraestructura vial del país que tiene un rezago que afecta la competitividad. No obstante, asociado con la construcción del proyecto, se generan externalidades negativas sobre el medio ambiente que se relacionan principalmente con las pérdidas de coberturas y fragmentación de ecosistemas, las emisiones de efecto invernadero, el ruido y la perdida sobre la disponibilidad del recurso agua.

La disyuntiva entre la necesidad desarrollo social y económico de la región, por otra parte, la importancia de la conservación de los bienes y servicios ambientales pone de manifiesto la necesidad de analizar y proponer acciones paralelas para lograr ambos objetivos. Para lograr el balance entre las pérdidas y ganancias que resultan de la ejecución del proyecto, los métodos de valoración económica ambiental cobran especial importancia, en la medida en que posibilitan establecer y cuantificar los beneficios que generan los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas, así como los costos que debe asumir la sociedad por su provisión a través de la restauración, recuperación, protección y conservación de los ecosistemas de soporte (Castiblanco, 2013)

Sin embargo, la valoración económica afronta serios limites desde el punto de vista teórico y metodológico que van desde lo instrumental, como es disponer de información completa y simétrica, hasta desafíos operacionales y éticos cuando la valoración se extiende a servicios ecosistémicos globales (Castiblanco, 2013). La valoración de impactos evalúa los daños o efectos generados por el proyecto, y no trata de evaluar todas las características de los ecosistemas, ni de valorar factores que no hayan sido alterados. Por esta razón, la valoración de impactos ambientales, resultan ser un ejercicio aproximado y parcial de la complejidad e integralidad que guardan las estructuras sociales y naturales.

El objetivo principal de la evaluación consiste en asignar un valor monetario a los impactos ambientales potenciales identificados para las actividades del proyecto, considerando los principios microeconómicos básicos en el análisis de externalidades positivas y negativas. El análisis, parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales,

los cuales se han descrito previamente en el Capítulo 8, concentrándose en la valoración de impactos ambientales significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización.

A continuación, se presenta el procedimiento a seguir para estimar económicamente la viabilidad ambiental del proyecto de construcción vial. En primer lugar, se exponen el planteamiento metodológico de la valoración económica de los impactos calificados en el proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental. En segunda instancia, se desarrolla el análisis de residualidad con el fin de identificar y clasificar los impactos internalizables de los no internalizables. El análisis de internalización se enfoca en los impactos que pueden atenuarse mediante la aplicación de las medidas de manejo, y como tal complementa el análisis de residualidad, pero presentando los indicadores y costos que se deben incurrir por la implementación de estos. Como tercer ítem del capítulo se presenta el análisis las cuantificaciones y valoraciones de los bienes y servicios ecosistémicos afectados y de los beneficios ambientales causados, y, por último, se realiza el Análisis Beneficio- Costo para establecer la viabilidad ambiental del proyecto de construcción de infraestructura.

Es importante destacar que el análisis parte de los resultados presentados de la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en la valoración de Impactos ambientales significativos residuales de acuerdo con su magnitud ya que sólo aquellos con un alto grado de relevancia deben monetizarse e ingresarse o internalizarse en el análisis económico.

10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la construcción de la unidad funcional uno (UF1). Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Las intervenciones propuestas para la UF1 que son objeto de evaluación contempla entre otros: La Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,00 Km; la construcción de un túnel bidireccional, con una longitud del orden de 1.320 m; y la Construcción de dos glorietas denominadas Pamplona 1 y Pamplona 2.

Para el desarrollo constructivo, se solicita: iii) la adecuación de 8 ZODMES para la disposición de material sobrante de corte y excavación; vi) Un punto de captación de agua superficial para uso industrial (2,57 l/s); iv) permiso de vertimiento para aguas residuales provenientes de las actividades de perforación de túneles, disposición de las aguas tratadas de las zonas de lavado (Río Pamplonita y Quebrada San Antonio) y vii) permiso de aprovechamiento forestal en un área 46,48 ha[1]

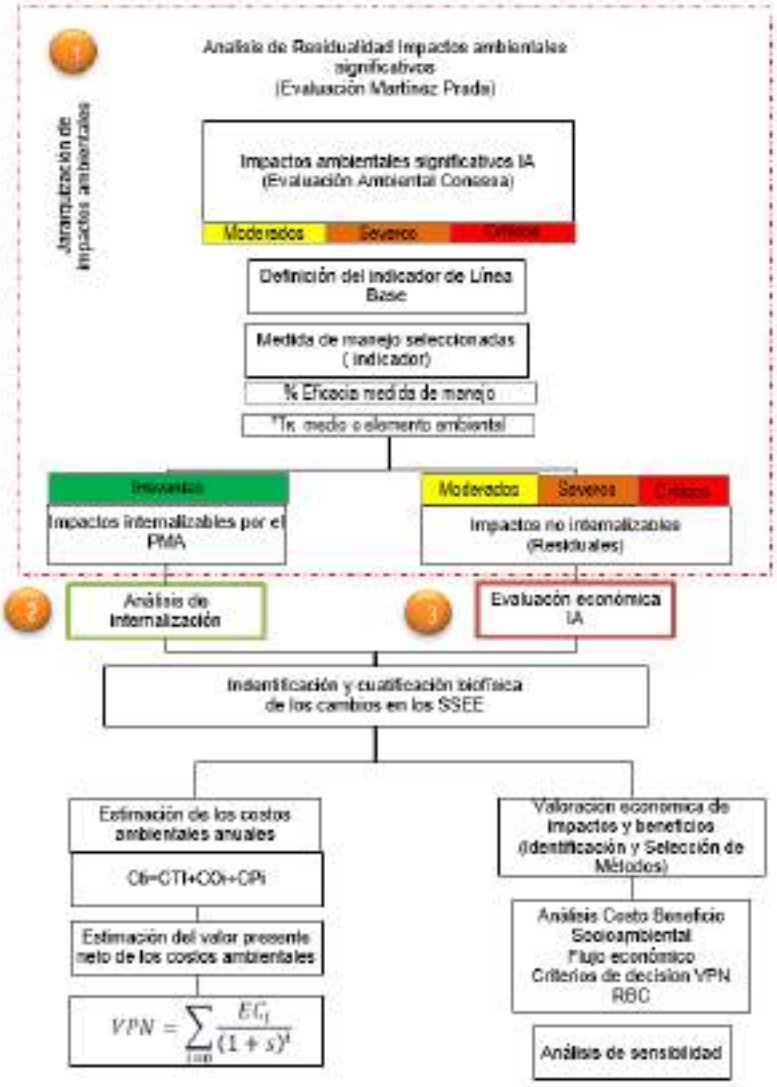
En este contexto en el análisis se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales y considerados relevantes, sobre los flujos de

[1] Coberturas naurales

bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto en el escenario de línea base y desde una perspectiva ex ante. Se desarrolla además el análisis de internalización, en donde se presentan los indicadores y costos incurridos en la implementación de las medidas con las que se busca atenuar y/o corregir el nivel de afectación que se causaría sobre componentes ambientales intervenidos por actividades del proyecto.

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de varias etapas, no obstante, las primeras dos se desarrollan en el numeral de evaluación ambiental, por lo tanto, el proceso se puede resumir en tres fases las cuales se presentan la Figura 10-1.

Figura 10-1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

A continuación, se describen los elementos más relevantes desarrollados en cada una las fases del proceso de evaluación de impactos ambientales.

10.1.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad)

La jerarquización de los impactos se desarrolla de acuerdo a la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martinez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos, severos y moderados (Impactos escenario con proyecto) con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Permite identificar y jerarquizar los impactos en internalizables y no internalizables).

A continuación, se describen las variables involucradas en la metodología propuesta para el análisis de residualidad

- **Identificación de impactos**

El análisis parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en análisis de los Impactos valorados con índice de importancia ambiental crítico, severos o moderados, relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados e identificando potenciales receptores del daño (Ver Anexo 8 Evaluación ambiental, Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 8).

- **Indicadores**

En la descripción y evaluación de cada uno de los impactos se plantearon indicadores[2] con los que se busca establecer el delta ambiental (Espacio temporal) que causa el proyecto sobre el medio, el factor y/o servicio ambiental involucrado (Ver Capitulo 8 Descripción de impactos escenarios con y sin proyecto). El análisis secuencial de los indicadores sirve para identificar unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el calculó de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo (ver Figura 10-2).

A continuación, se presentan el alcance esperado de cada indicador

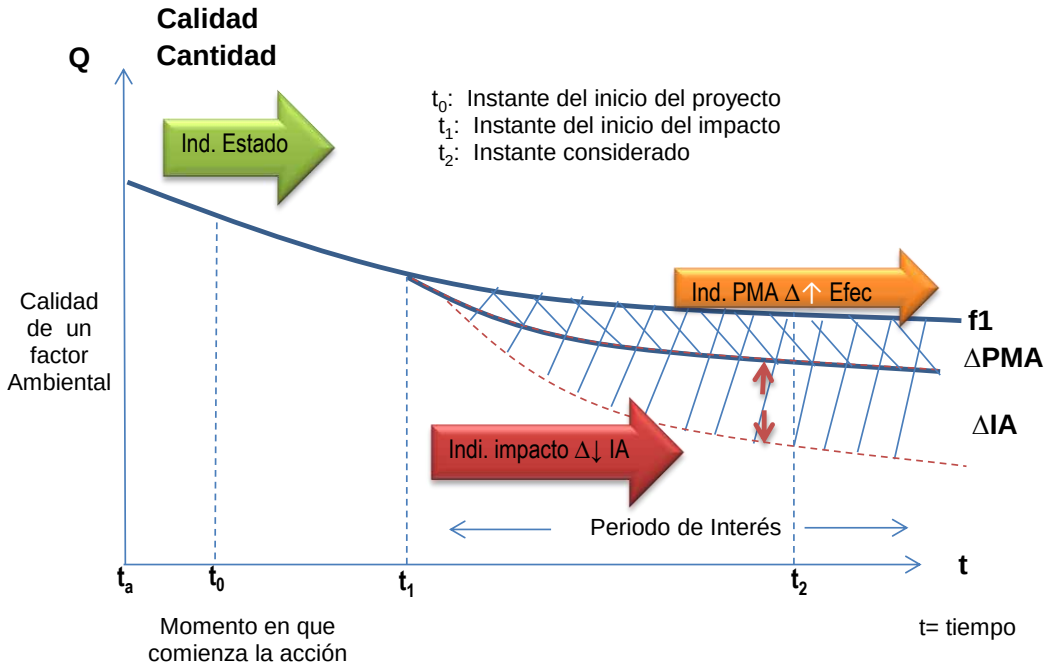
- **Definición de indicador de línea base:** Con base en los resultados de caracterización del área de influencia se proyectaron indicadores que mejor se ajustaban al estado del componente o elemento ambiental en el escenario sin proyecto y los cuales son la base para estimar el cambio esperado por el proyecto (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario sin proyecto).

[2] En este sentido en la matriz de evaluación del escenario con proyecto se consideran el indicador de línea base, el indicador de impacto y el indicador de medida de manejo.

- **Definición de indicador de impacto:** A partir de la información de línea base y considerando las intervenciones a desarrollar en el área de influencia se estimó el delta o cambio previsible que se ocasionaría en el área de influencia, una vez el proyecto, obra o actividad entre en ejecución (Rs 1669 de 2017) (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario con proyecto.

- **Definición de indicador de medida de manejo:** Este indicador representa el valor esperado de atenuación del impacto por la implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección contemplada en el PMA. Puede interpretarse como la meta esperada para reducir el efecto del proyecto, seguramente es muy incierto en muchos casos no obstante la idea es que busque material teórico o bibliográfico que sustente la potencial eficacia de las medidas de manejo (Ver capítulo 11.1.1 Fichas de manejo).

Figura 10-2 Indicadores en la evaluación ambiental



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

- **Identificación de la Medida de manejo:**

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre los elementos ambientales por la incidencia de las actividades del proyecto.

Es importante subrayar que la metodología de Martínez Prada mantienen una línea de análisis cualitativo, intentando lograr su conversión en términos cuantitativos a través de los indicadores, no obstante se reconoce que una tarea muy compleja de desarrollar, dada la deficiencias en la información científica a la hora de modelar algunos impactos los cuales a menudo se encuentran desplazados en tiempo y en espacio haciendo difícil establecer la causa y el efecto (Dixon & Pagiola, 1998).

- **Tiempo de Recuperación**

Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el elemento o componente ambiental afectado a partir del momento en que se ejecutan las medidas de manejo ambiental y el plan de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 10.1

Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- **Eficacia de la medida de manejo**

La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%.	10
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- Importancia de la recuperabilidad

A partir de la calificación de los impactos significativos (críticos y severos) obtenidos de la evaluación en el escenario con proyecto, se estimó la importancia de la recuperabilidad a través de la Ecuación 10.1.

Ecuación 10.1 Importancia de la recuperabilidad

$$I_{RB} = \pm(TR + E)$$

Donde:

I_{RB} = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la Ecuación 10.2.

Ecuación 10.2 Ecuación de normalización

$$\frac{I_{(RB)N} = \pm(|I_{RB}| - Mínimo)}{(Máximo - Mínimo)}$$

Donde:
Máximo = 22
Mínimo = 1

- Importancia neta

El objetivo de evaluar la importancia neta del impacto se relaciona con la necesidad de comparar la importancia del impacto sin la implementación de las medidas de manejo con

la importancia del impacto luego de que se implementen las medidas de manejo correspondientes. Para hallar este resultado se utiliza la, planteada por (Martinez Prada, 2010):

Ecuación 10.3 Importancia neta

$$I_{NETA} = I_{(CA)N} - (I_{(CA)N} * I_{(RB)N}$$

Donde:

I_{NETA} = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.

$I_{(CA)N}$ = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo

$I_{(RB)N}$ = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 10.3 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango De I_{NETA}*	Descripción	Valoración
≤25	**Irrelevante**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
≥26≤50	**Moderado**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
≥51≤75	**Severo**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
≥76	**Crítico**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Aecom - ConCol, 2018, adaptado de (Martinez Prada, 2010).

* Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo con los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

10.1.2 Análisis de Internalización

El análisis de internalización complementa el análisis de residualidad y está ligado a los programas, proyectos y actividades establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (Ver Capitulo 11.1.1), así mimos el análisis parte de los resultados de la evaluación ambiental y la evaluación de bienes y servicios ecosistémicos (Capitulo 5 Numeral 5.4), capítulos donde se adaptaron procedimientos específicos para capturar la información requerida para el desarrollo del análisis.

El análisis de internalización se ciñe a lo propuesto en la guía de Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017; no obstante, se presentan algunos ajustes o precisiones metodológica las cuales se consideran sustanciales e indicativas del esfuerzo que debe incurrir la organización (Concesionario y Constructor) para garantizar la mitigación, prevención, corrección o compensación por los potenciales impactos generados en el desarrollo de las obras, en el entendido que el valor de estas inversiones representa el costo de oportunidad de evitar el empeoramiento de la calidad y cantidad ambiental en la zona. Esto significa, que la inversión en actividades de control de impactos genera buena información para la monetización de los impactos ambientales (Internalización).

Lo anterior teniendo en cuenta que en la guía de criterios técnicos del ANLA (ANLA Rs 1669, 2017) los impactos internalizables “corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto, obra o actividad que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas dentro del Plan de Manejo”, enfatizando además que la efectividad de la medida deber ser próxima al 100%.

En este contexto de análisis, se considera que los requisitos establecidos para la internalización en la Guía de ANLA son un límite muy alto, que determinaría que casi todos los impactos relevantes fuesen objeto de valoración económica, teniendo en cuenta que es poco factible que la eficacia de las medidas de manejo en el control del impacto alcance niveles cercanos al 100%. La eliminación total de un daño, si bien es factible en algunos casos[3], en muchos otros es una meta difícil de alcanzar, que implicara la asignación de inversiones considerables en la reducción de una unidad de contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996).

Pearce & Turner, en el libro Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Pearce & Turner, 1995), argumentan que conforme a los postulados de la termodinámica no es posible llegar a nivel reducción total, de ahí que para lograr una contaminación cero deberíamos tener una actividad económica cero, por lo que el objeto de «contaminación cero» parece una meta imposible de garantizar.

En este contexto el abatimiento efectivo de la contaminación o del daño generado por actividad antrópica debe considerar elementos adicionales tales como la capacidad de asimilación del medio (Resiliencia) y los niveles de contaminación que la sociedad está dispuesta a aceptar, dichos elementos se constituyeron como el nivel de referencia utilizado en el análisis de residualidad para establecer el grado de atenuación esperado por la implementación de una medida de manejo (Prevención, mitigación y corrección).

Por otra parte, si se cierra el alcance del análisis a las medidas de manejo de prevención y corrección, se desconocería el potencial de atenuación de otras categorías de medidas,

[3] Medidas de corte preventivo atribuidas etapas preconstructiva y de diseño tienen eficacias muy altas, en la medida que se identifica el potencial daño y se plantean cambio para prevenirlos. Ejemplo cambio de trazado para evitar manantiales; no obstante, dichas decisiones no son visibles en la evaluación de impactos en el entendido que se trabaja sobre el diseño final propuesto.

adicionalmente se dejarían rubros que representan la inversión de la organización en el manejo ambiental. En este orden de ideas, el análisis de internalización y reducción de la contaminación debe utilizar la connotación más amplia posible incluyendo las formas disponibles para la atenuación de la contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996): *Cambios en la tecnología de producción, cambios de trazado, sustitución de insumos, reciclaje de residuos, tratamientos al final del tubo, restauración del medio, y procesos de compensación que le dé a la población en retribución por las pérdidas en bienestar generado en los casos que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas*.

En este contexto el análisis de internalización contempla el siguiente desarrollo procedimental, subrayando que las primeras fases se desarrollaron en el capítulo de evaluación ambiental y el numeral de análisis de impactos residuales:

1. Identificación de impactos internalizables: Del análisis de residualidad se obtienen los impactos a considerar en el análisis de internalización relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados como consecuencia de la ocurrencia de los impactos (Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 10 numeral 10.2).

1. **Estimación de los costos ambientales anuales**: Tomando como referencia el presupuesto calculado para cada uno de los programas en el que está estructurado el plan de manejo (Ver Capitulo 11 Plan de manejo Ambiental), se presenta el flujo de costos del proyecto considerando el horizonte de tiempo en el que se proyectan las inversiones para cada uno de los impactos analizados. En este contexto el análisis de internalización contempla el registro de todas las inversiones proyectadas para la atención de los impactos

   En el caso de que se identifique acciones que causaran impactos pero que se pueden evitar con medidas que se ejecuten para que dicho factor afectante no llegue al recurso natural o social de referencia, se tendría que considerar el valor relacionado con el *costo de prevención* tal efecto en el medio natural o social. Por ejemplo, si el proyecto genera desechos y estos afectaran el agua, el suelo o el aire, entonces una medida fundamental sería el tratamiento de tales desechos antes de que se dispongan al ambiente. Siendo así el escenario, se tiene la siguiente ecuación para determinar el valor económico relacionado con estos costos del proyecto:

$$CE = \sum_{t=1}^{T} \sum_{r=1}^{R} \sum_{s=1}^{S} c_{rs} * q_{trs}$$

Donde

CE	Costo total por los impactos negativos evitados del proyecto ($/año)
p	Costo del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* ($/unidad)
q	Cantidad o volumen del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* (Unidad/año)
T	Tiempo en que se mantendrá la medida para evitar el impacto ambiental negativo (años)

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el ***costo de restauración*** debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

***CR*:** Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas ($/unidad del factor)
***p_i*:** Precio del insumo *i* usado en la restauración del recurso natural ($/unidad del insumo)
***q_{ij}*:** Cantidad del insumo *i* usada en la restauración del recurso natural *j* (unidades del insumo)
***r*:** Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
***T*:** Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados T = Max $\{t_j / j$ es el recurso natural o social y $j = 1,2,..., n\}$

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

Cbs Costo por bienes y servicios ambientales perdidos ($/año)
P_{ij} Precio de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* (¢/unidad)
q_{tji} Cantidad de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* en el tiempo *t* (unidad)

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente, y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^{Y} c_y * q_y$$

Donde

CC Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto ($/año)
c Costo de compensación por el factor *y* ($/unidad)
q Cantidad a compensar del factor *s* (Unidad/año)

De este modo, el ***costo total*** por los impactos negativos del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes/servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

En cuanto a la presentación de la información se acoge la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), en el cual los costos ambientales totales involucran el valor del consumo de los recursos ambientales y las inversiones para el mantenimiento de la calidad ambiental, y que se representa en la siguiente ecuación:

$$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$$

Donde

EC_i: Costos ambientales totales año i
CT_i: Costos de transacción año i
CO_i: Costos operativos en el año i
CP_i: Costos de personal en el año i

Los costos ambientales anuales (Eci) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto

2. **Valor presente neto**: Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado (CEDE, 2010). La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

- $\text{VPN} = \sum_{\text{i}} \frac{EC_i}{(1+\text{r})^{\text{i}}}$

Dónde:

- *EC_i: Costos ambientales totales en el año i*
- *r: Es la tasa social de descuento;*
- *i: Es el indicador del año.*

10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables

A partir de los resultados propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010) donde se revalúo el Índice de Importancia Ambiental se obtienen los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran cómo residual o no internalizables y son el objeto de la valoración económica ambiental.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos y residuales se desarrolla un ejercicio de análisis de los potenciales receptores del daño ambiental generado, utilizan para ello la información de los capítulos de generalidades del proyecto, caracterización del área de influencia, demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y de los reportes de información geográfica.

En este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas, puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica.

Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utiliza las metodologías desarrollada y validadas por las ciencias económicas las cuales además están sugeridas en los términos en la guía metodológica para la valoración de bines, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y

en la guía la presentación de estudios ambientales del ministerio del ambiente y desarrollo territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010).

De acuerdo a la tipología del impacto se utilizaran la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración pueden basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente), en mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 10.4).

Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 -V2

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumo de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada
Métodos más usados	a. Costos de mitigación b. Costos de reposición c. Costos de reemplazo d. Costos evitados e. Costos de enfermedad /morbilidad	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d. Costo de oportunidad	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y daños ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto. Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y las compensaciones por pagos de impuestos y regalías. Los daños ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- **Análisis Costo Beneficio- ACB**

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde la perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados a la construcción del segmento vial, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del

proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución de este es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la perspectiva ambiental.

Es necesario aclarar que el ACB no es convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$\text{VPNE} = \sum_{i} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_{i} \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

Bi Beneficios:	Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i;
Ci Costos:	El valor de los impactos negativos en el año i;
r:	Es la tasa social de descuento;
i:	Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 10.5.

Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE

VALOR PRESENTE NETO	INTERPRETACIÓN
VPNE > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
VPNE = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social
VPNE < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una técnica que es aplicada a la valoración inicial del VPN, con objeto de determinar como potenciales variaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la elación beneficio costo del proyecto. Para este fin se utiliza el programa Crystal Ball, con el cual se ejecuta una serie de simulaciones que buscan demostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto.

Para el modelo de simulación se definen una serie de supuestos que permiten modelar las variables que determinan la incertidumbre de cada uno de los cotos (externalidades negativas) y beneficios definidos para la evaluación del proyecto.

10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)

El análisis de impactos residuales se desarrolló de acuerdo con la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos, severos o moderados, para el escenario con proyecto, con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental críticos, severos o moderados, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el elemento ambiental por la incidencia de la actividad.

De forma complementaria y dando respuesta a los requerimientos indicados en la Rs 1669 de 2017, se plantearon una serie de indicadores con los que se buscaba establecer las unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el calculó de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo.

El análisis de residualidad se presentan en el *Anexo Evaluación 8B Evaluación ambiental escenario con proyecto Hoja _ Cons Residualidad*; no obstante, con el fin de ilustrar al lector sobre el procedimiento y variables consideradas en el análisis de internalización; adicionalmente en la 10.6 a la Tabla 10.39 se describen de forma particular los elementos que determinan la eficacia de la medida de manejo y el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado una vez se implemente la medida de manejo.

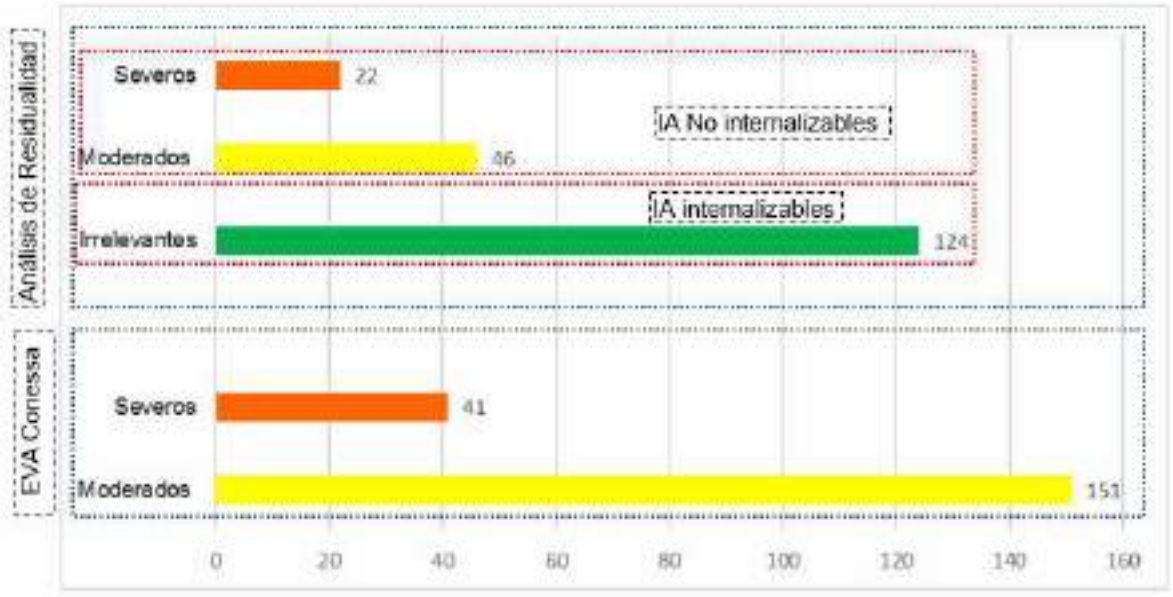
De las 339 relaciones entre actividades, impactos y ámbitos de manifestación identificados en el escenario con proyecto, sin tener en cuenta las medidas de manejo en la valoración del Índice de Importancia ambiental, se identificaron un total 192 interacciones significativas de las cuales 41 (12%) corresponde a interacciones negativas severas y 151(44,5%) interacciones negativas moderadas, las cuales en conjunto están asociados o son determinantes en la materialización de 28 impactos a saber: Variación del nivel freático; Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea; Cambios en la calidad del agua superficial; Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico; Alteración en la capacidad de transporte del agua; Alteración del cauce; Modificación de la calidad del aire; Cambio en los niveles de presión sonora; Generación y /o activación de procesos denudativos; Modificación de la calidad paisajística; Cambios en las características de los suelos; Alteración del uso actual; Intervención áreas de manejo especial; Modificación del hábitat y biota acuática; Modificación de la conectividad de ecosistemas; Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre; Alteración de hábitat; Cambios en la cobertura vegetal Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural; Cambios en el desplazamiento poblacional; Modificación a la destinación económica del suelo; Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos; Cambios en el riesgo de

accidentalidad; Alteración en el acceso de los predios; Modificación a la infraestructura vial; Cambios en la movilidad peatonal y vehicular; Generación de nuevos conflictos; y Generación de expectativas.

Una vez desarrollado el análisis del tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo, se evidencia que 68 (35.4%) de las 192 interacciones mantienen la calificación en el rango de severo y moderado (Asociada a la materialización de 12 impactos), lo cual indica que a pesar de la aplicación de las medidas de manejo, su intensidad sigue siendo alta, generando efectos residuales sobre el medio o elemento ambiental analizado, es decir estos impactos no se pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Ver La Figura 10-2).

Las 124 (64,5 %) interacciones restantes relacionadas con 26 impactos, fueron valorados o evaluados como internalizables, es decir a juicio de los especialistas con la implementación de las medidas de manejo se logra atenuar el grado de afectación a niveles socialmente aceptables. Es importante precisar que de acuerdo con el ámbito de manifestación pueden aparecer o revelarse denominaciones de impactos tanto en el grupo de no internalizables como internalizables.

Figura 10-3 Resultado análisis de residualidad



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Estos resultados permiten determinar los impactos potenciales de mayor significancia y relevancia, considerados como los impactos negativos con calificaciones de importancia ambiental de crítico, severo o moderado; y los impactos positivos cuya calificación de importancia ambiental fue Muy relevante. Los demás impactos no son considerados en el análisis de cuantificación monetaria, y por tanto no son objeto del Análisis Beneficio Costo ya que las afectaciones de estos impactos en los bienes y servicios ecosistémicos se

consideran de menos relevancia y, por tanto, se espera que las medidas y estrategias de manejo propuestas los controlen, mitiguen y/o prevengan completamente.

10.6 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P, COR	(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Manejo general de las estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua: Las barreras sedimentadoras conformadas por sacos grava y/o cuneta perimetral tienen tres objetivos, el primero es retener sólidos de gran tamaño (que no logren acceso a los sacos), el segundo retener sólidos de menor tamaño y/o finos los cuales quedarán atrapados en el filtro conformado por gravas de diferentes tamaños, los efluentes serán conducidos por la cuneta perimetral hacia el exterior del sector descapotado. Por lo tanto, la medida propuesta pretende eliminar los sólidos suspendidos y totales de la escorrentía para luego su entrega a los sectores con cobertura vegetal para su respectiva infiltración natural, el exceso podrá llegar a la corriente, pero como una escorrentía común y no proveniente de actividades industriales.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
El resultado de las actividades dará paso a lo relacionado con la conformación de las obras con la respectiva estructura para cruzar la corriente, por lo tanto, el suelo será recubierto y se evitará la evolución y/o continuidad del proceso denudativos que sin manejo sería una fuente de sedimentos que se depositarán en algún sector aguas abajo del sitio de la intervención logrando progresivamente la alteración del cauce lo cual repercutiría directamente sobre la dinámica fluvial.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial	
ACTIVIDAD	**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	3.Moderado
Vertimientos	3.Moderado
Demolición y retiro de estructuras	3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	3.Moderado

1. Cambios en la calidad del agua superficial			
Construcción de obras de drenaje			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS, DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES	PMF-06	M	N° de parámetros de calidad del vertimiento cumpliendo limite permisible / N° de parámetros de calidad del vertimiento definidos en la normatividad
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO PMF-06			15 Muy Alta (>80%)

Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06

La medida de mitigación relacionada con un sistema de tratamiento permite el control de los parámetros fisicoquímicos del agua residual no doméstica (ARnD) vertida al Rio Pamplonita y quebrada San Antonio. Lo anterior con el fin de no generar contaminación a tal cuerpo receptor y de cumplir con la normatividad ambiental. Es importante mencionar que los vertimientos tratados deberán someterse a análisis de calidad de agua para asegurar así que no se sobrepasen los niveles máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua, establecidos por la resolución 0631 de 2015.

El ARnD proviene del lavado de mixer y zonas duras contará con un sistema de tratamiento que incluye procesos como trampas de grasas, sedimentación y secado de lodos; mientras que las ARnD producto de la operación de maquinaria para la construcción del túnel cuentan con procesos como la floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos.

Además como se ha mencionado anteriormente se establece una zona de lavado para mixer, por tanto dentro de las medidas se contempla la prohibición del lavado de maquinaria en cercanías a cuerpos de agua y por tanto esto deberá hacerse únicamente en zonas dispuestas para tal fin (zonas de lavado) donde se pueda asegurar el tratamiento del agua para su posterior vertimiento.

Manejo de fuentes hídricas PMF-07

Debido a que la medida es preventiva, se espera que se evite que sedimentos sean depositados en las corrientes hídricas alterando las propiedades fisicoquímicas del agua. Dentro de las medidas preventivas que se tienen dispuestas para ello están:

- Instalación de barreras filtro que contengan el paso los sedimentos, pero permitan el paso de la humedad, constituidos por sacos de grava en cada obra.
- Las obras por construir contarán con cunetas perimetrales a su alrededor, con el fin de recoger las aguas de escorrentía y conducirlas hacia la barrera sedimentadora, para evitar el paso de sólidos.

1. Cambios en la calidad del agua superficial	
- Cuando ocurran vertimientos de aceites, grasas u otros hidrocarburos deberá atenderse la contingencia con el kit antiderrame, evitar los vertimientos de cualquier sustancia a las fuentes hídricas y suelo. - En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua. - No se deberá disponer en las fuentes hídricas ni en sus rondas ningún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, entre otros.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06 La medida de manejo es de mitigación, su aplicación evitará que las aguas residuales contaminadas lleguen en tales condiciones al cuerpo hídrico, esto mediante un tratamiento que permite ajustar sus propiedades fisicoquímicas para que no superen el máximo permisible por normatividad. Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos normativos de vertimiento y la calidad del vertimiento crudo, la longitud de influencia máxima en el cuerpo receptor es de 5,189 Km, mientras que la longitud de mezcla sería 258 m, además el tiempo medio de viaje de acuerdo con la prueba de trazadores es de 1020 s para una distancia aproximada de 0,155 km. Por tanto, se concluye que el tiempo de recuperación para tener un 100 % de eficacia de la medida está entre inmediato y menor a 1 año. **Manejo de fuentes hídricas PMF-07** La medida de manejo es preventiva, su aplicación evitará que los sedimentos se depositen en los cauces por tanto el tiempo de recuperación esperado es inmediato.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 2. Alteración en la capacidad de transporte del agua

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Demolición y retiro de estructuras			
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			
Construcción de obras de drenaje			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua			
			(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
Al aplicar de manera correcta las medidas de prevención propuestas se espera evitar cualquier obstrucción sobre los cauces que genere cambios en la capacidad de transporte del agua. Estas medidas tienen que ver con: - Barreras instaladas con el objetivo de evitar la afectación de las corrientes por aportes de sedimentos derivados de los suelos desnudos del área de intervención asociada a las actividades constructivas, además de evitar la migración de materiales provenientes de la construcción. - Los materiales de excavación de cualquier tipo de obra de cruce con cuerpos de agua se almacenarán a una distancia como mínimo de 30 m de la margen del cauce de los cuerpos de agua y no permanecerán allí por más de un día, a fin de evitar el aporte de sedimentos a las fuentes cercanas; de la misma manera estarán cubiertos con malla geotextil o lona. - En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua. - Posteriormente, cuando se haya finalizado la obra, la zona se entregará libre de Residuos de Construcción y Demolición - RCD, materiales o sistemas de sedimentación (sedimentadores o barreras sedimentadoras) garantizando la recuperación del 100% de las áreas del proyecto que sean afectadas por obras de cruces con cuerpos de agua.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			7 Inmediato
Dentro de las medidas propuestas se pretende evitar obstrucciones en el cauce que generen cambios en la capacidad de transporte del agua, esto indica que no se permite hacer ningún tipo de almacenamiento de escombros o materiales de construcción en los cauces ni sus rondas hídricas. Debido a que se trata de una medida de prevención, se espera que el tiempo de recuperación sea inmediato.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce

3. Alteración del cauce			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	M	(# de obras de cruces con cunetas perimetrales/# de obras de cruces en avance) *100

3. Alteración del cauce			
			(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/# de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
Antes de la ejecución de la actividad deberá como línea base determinarse la geometría de la sección transversal del cauce a intervenir, posterior a la actividad dicho cauce volverá a su estado inicial esto en el caso de que no se trate de una estructura hidráulica que altere el cauce en un tramo de forma permanente.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El lineamiento en la respectiva medida de manejo obliga tras las excavaciones a restaurar la geometría inicial de la sección transversal del cauce intervenido.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Vertimientos			3.Moderado
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS, DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES	PMF-06	M	N° de parámetros de calidad del vertimiento cumpliendo limite permisible / N° de parámetros de calidad del vertimiento definidos en la normatividad
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico			
			sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)

Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06
La medida de mitigación relacionada con un sistema de tratamiento permite el control de los parámetros fisicoquímicos del agua residual no doméstica (ARnD) vertida al Rio Pamplonita y quebrada San Antonio. Lo anterior con el fin de no generar contaminación a tal cuerpo receptor y por tanto no alterar la disponibilidad del recuerdo hídrico.

Es importante mencionar que los vertimientos tratados deberán someterse a análisis de calidad de agua para asegurar así que no se sobrepasen los niveles máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua, establecidos por la resolución 0631 de 2015.

El ARnD proviene del lavado de mixer y zonas duras contará con un sistema de tratamiento que incluye procesos como trampas de grasas, sedimentación y secado de lodos; mientras que las ARnD producto de la operación de maquinaria para la construcción del túnel cuentan con procesos como la floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos.

Además como se ha mencionado anteriormente se establece una zona de lavado para mixer, por tanto dentro de las medidas se contempla la prohibición del lavado de maquinaria en cercanías a cuerpos de agua y por tanto esto deberá hacerse únicamente en zonas dispuestas para tal fin (zonas de lavado) donde se pueda asegurar el tratamiento del agua para su posterior vertimiento.

Manejo de fuentes hídricas PMF-07
Debido a que la medida es preventiva, se espera que se evite que sedimentos sean depositados en las corrientes hídricas alterando las propiedades fisicoquímicas del agua y por tanto generando cambios en la disponibilidad del recurso. Dentro de las medidas preventivas que se tienen dispuestas para ello están:

- Instalación de barreras filtro que contengan el paso los sedimentos pero permitan el paso de la humedad, constituidos por sacos de grava en cada obra.
- Las obras por construir contarán con cunetas perimetrales a su alrededor, con el fin de recoger las aguas de escorrentía y conducirlas hacia la barrera sedimentadora, para evitar el paso de sólidos.
- Cuando ocurran vertimientos de aceites, grasas u otros hidrocarburos deberá atenderse la contingencia con el kit antiderrame, evitar los vertimientos de cualquier sustancia a las fuentes hídricas y suelo.
- En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua.
- No se deberá disponer en las fuentes hídricas ni en sus rondas ningún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, entre otros.

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	7 Inmediato
Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06 La medida de manejo es de mitigación, su aplicación evitará que las aguas residuales contaminadas lleguen en tales condiciones al cuerpo hídrico, esto mediante un tratamiento que permite ajustar sus propiedades fisicoquímicas para que no superen el máximo permisible por normatividad. Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos normativos de vertimiento y la calidad del vertimiento crudo, la longitud de influencia máxima en el cuerpo receptor es de 5,189 Km, mientras que la longitud de mezcla sería 258 m, además el tiempo medio de viaje de acuerdo con la prueba de trazadores es de 1020 s para una distancia aproximada de 0,155 km. Por tanto se concluye que el tiempo de recuperación para tener un 100 % de eficacia de la medida está entre inmediato y menor a 1 año. **Manejo de fuentes hídricas PMF-07** La medida de manejo es preventiva, su aplicación evitará que los sedimentos se depositen en los cauces por tanto el tiempo de recuperación esperado es inmediato.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes rellenos y compactación			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
Excavación de emboquilles			2.Severo
Excavaciones por perforación y voladura			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P, M, COR Y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100

6. Variación del nivel freático			
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas. IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel		Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial. Como medidas de mitigación se plantea repoblamiento vegetal con plantas nativas de la zona en el área del punto y si es necesario traslado del punto. **Manejo general de puntos de agua en túnel:** La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, fue el traslado de este a una zona menos afectada tectónicamente, disminuyendo fallamientos y diaclasamientos. Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al marizo rocoso.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)

6. Variación del nivel freático	
Las actividades que se desarrollar están encaminadas y disminuir la variación del nivel freático, y en el caso que se presente una variación esta será momentánea debido a que se plantean medidas de mitigación como repoblamiento vegetal para aumentar la recarga en el área o el mismo traslado del punto. En el caso del túnel se plantea la impermeabilización del macizo como medida de mitigación, que al igual generaría una variación momentánea del nivel freático generando una recuperabilidad del nivel a corto plazo.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			3.Moderado
Construcción de accesos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Construcción de obras de drenaje			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida			3.Moderado
Excavación de emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
Manejo de Aguas			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P, M, y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas.

6. Variación del nivel freático			
			IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel	P, M, CORR y COM	Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)

Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial.

Como medidas de mitigación se plantea repoblamiento vegetal con plantas nativas de la zona en el área del punto y si es necesario traslado del punto. La eficacia de dichas medidas en este ámbito de manifestación (puntos nivel 2, los cuales tienen un potencial de afectación bajo a medio) será media (30-60%) ya que las actividades concernientes a la construcción de la vía a cielo abierto y zodmes no será de tanto impacto por la ubicación de estos puntos, por lo que podrán ser más manejables.

Manejo general de puntos de agua en túnel: La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, sería el traslado de este a una zona menos afectada tectonicamente, disminuyendo fallamientos y diaclamientos.

Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al macizo rocoso. Debido a que son puntos que no están dentro del área de intervención del túnel, por lo que tienen un potencial de afectación medio a bajo, las medidas propuestas tienen alguna eficacia para este ámbito (30-60%)

TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)

Las medidas de manejo están encaminadas a disminuir la variación del nivel freático, y en el caso de que haya existido una variación en el NF, su tiempo de recuperación será a largo plazo debido

6. Variación del nivel freático	
a que se plantean medidas de mitigación como repoblamiento vegetal para aumentar la recarga en el área o el mismo traslado del punto. En el caso del túnel se plantea la impermeabilización del macizo como medida de mitigación, con el objeto de reducir la infiltración del agua subterránea al túnel y por ende la variación del nivel freático, generando una recuperabilidad del nivel a largo plazo debido al mayor potencial de afectación del punto de agua.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Captación de aguas			3.Moderado
Vertimientos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida			3.Moderado
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
Excavación de emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas.

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea			
			IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel	P, M, y COM	Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial. En caso de que las medidas de protección y mitigación propuestas no sean suficientes, se puede requerir implementar medidas de compensación que corresponden fundamentalmente a dos tipos de intervenciones (en este caso conexión a acueductos veredales u otras fuentes puntuales). Las medidas únicamente se viabilizarán durante la construcción de las obras y según se negocie y se determine un acuerdo con la comunidad. Con las medidas de protección y mitigación propuestas no se espera requerir medidas de compensación. Sin embargo, éstas se dejan propuestas en términos de contingencias durante el proceso constructivo de la vía, o por eventuales cambios en las condiciones de Línea Base evaluadas durante el Estudio. **Manejo general de puntos de agua en túnel:** La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, sería el traslado de este a una zona menos afectada tectónicamente, disminuyendo fallamientos y diaclamientos. Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al macizo rocoso (compensación). Debido a que son áreas vulnerables a la contaminación, las medidas propuestas tienen eficacia media para este ámbito (a 30% a 60%)			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea	
Las medidas de manejo para los puntos sobre la vía a cielo abierto y zodmes están encaminadas a disminuir la alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua subterránea, y en el caso de que haya existido una variación en su calidad, su tiempo de recuperación será a largo plazo debido a que se plantean medidas de prevención, control y protección como: un atento monitoreo en los puntos identificados en el inventario independientemente de su nivel de afectación. Las medidas de protección para los puntos incluyen cerramiento y zanja perimetral con base en las condiciones particulares de cada sitio. En el caso del túnel se plantean medidas de prevención y protección como el diseño geométrico del mismo, por lo que se desplazó hacia el SE. Este desplazamiento del trazado disminuye sensiblemente la potencial afectación del túnel sobre su entorno al construirse en una zona menos afectada tectónicamente respecto a su posición original. Dentro de las medidas de mitigación se proponen el estándar que corresponden a la excavación por etapas, el relleno de piezómetros que están directamente sobre el túnel; y las contingentes que corresponden directamente a la impermeabilización del macizo rocoso, con el objeto de reducir la infiltración del agua subterránea, generando una recuperabilidad de la calidad a largo plazo. En los sectores de excavación del túnel de Pamplona en los cuales de acuerdo con el modelo geológico, geomecánica e hidrogeológico se prevé la presencia de zonas de fallas, zonas más fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad del macizo rocoso a través de las cuales se pueden instaurar flujos significativos con el potencial de abatir el nivel piezométrico y afectar los recursos hídricos subterráneos y/o superficiales, se recomienda mantener una especial atención a los caudales de infiltración encontrados pues es en aquellas zonas donde se podría evidenciar con mayor probabilidad un aumento del caudal de infiltración por encima del caudal crítico del tramo. En el supuesto poco probable de que no sean efectivas las medidas de mitigación definidas, se prevén medidas de compensación estándar como conexión a acueductos veredales y conexión a otras fuentes puntuales; y medidas de compensación contingentes como la utilización de aguas de la laguna de Borrero. Sabiendo que una vez modificada la calidad del agua subterránea (debido a que no se hayan implementado medidas) toma mucho tiempo, la recuperación de dicho impacto por cada una de las actividades será por ende muy largo (mayor a 10 años: largo plazo).	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 7. Generación y /o activación de procesos denudativos

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Construcción de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			2.Severo
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	PMF-01	1.Prevención2. Mitigación	Taludes estabilizados: Nº de taludes de corte estabilizados semestralmente / Nº de

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
			taludes programados semestralmente para intervenir) *100 Obras de drenaje: (N° de taludes con obras de drenaje construidos / N° de taludes conformados que requieran obras de drenaje) *100 Revegetalización (N° de taludes revegetalizados / N° de taludes que requieren revegetalización) *100
Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES	PMF-02	1.Prevención	Material dispuesto en ZODME: (Volumen de material dispuesto en ZODME (sitios de disposición final de RCD)/ Volumen de material sobrante en cortes y excavaciones y demoliciones RCD generados en la vía) *100 Transporte RCD: (Volumen de material sobrante o demoliciones RCD transportado adecuadamente / Volumen total de material sobrante o de demoliciones RCD transportado) x100
Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	PMF-13	2.Mitigación 3.Corrección	Sitios de acopio de explosivos: Nº de sitios con uso adecuado de explosivos / Nº total de sitios que requieran uso de explosivos. Control de número de detonaciones: Nº de detonaciones realizadas / Nº de

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
			detonaciones planeadas. Control de Carga de explosivos: Carga de explosivos utilizada / Carga de explosivos planeada
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)

Para las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza, excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, portales de entrada y salida del túnel de Pamplona y excavaciones por perforación y voladura, donde se debe involucrar la estabilidad geotécnica, se tiene la ficha PMF-01:

Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica PMF-01

La construcción de obras (diseño geotécnico) como las de drenaje, de contención, empradización, mantos sintéticos y concreto lanzado se realiza en el 100% de los sitios que lo requieran, quedando cubiertos en su totalidad, por lo que logran una recuperación del terreno superior al 80%. Igualmente sucede con las medidas de manejo de taludes, que propenden por la estabilización de taludes de corte y relleno, incluyendo obras como descoles, alcantarillas, empradización; etc., logran la recuperación del terreno en un porcentaje superior al 80%. Esta medida inicialmente previene la generación de procesos denudativos al ejecutarla inmediatamente mientras se llevan a cabo las actividades de construcción y excavación como se especifican en la matriz. Una vez ocurrido el proceso de remoción sobre las laderas, esta medida mitiga ese impacto sobre el medio debido a que minimiza el desprendimiento del terreno.

Para las actividades específicas de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES, se tiene la ficha PMF-02:
Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES PMF-02

Las medidas para el retiro de escombros y material sobrante, así como de adecuación de ZODMES incluyen actividades como la construcción de cunetas y filtros para el adecuado manejo de las aguas, y la protección de la superficie con cobertura vegetal. Dichas medidas de manejo y disposición de sobrantes incluyendo la adecuación de ZODMES y su empradización logran una recuperación superior al 80% (totalidad del área de zodme proyectado) lo que indica una mayor eficacia (al 100%) de esta medida sobre el medio para prevenir el impacto de la generación de procesos denudativos.

Para la actividad específica de excavaciones por perforación y voladura, se debe tener en cuenta la ficha de manejo PMF-13 en conjunto con la correspondiente a estabilidad geotécnica (PMF-01 que ya se mencionó):

Manejo de explosivos y ejecución de voladuras (PMF-13)

Como parte de la construcción del túnel de Pamplona, específicamente en la utilización de perforación y voladora, las medidas para el manejo de explosivos y ejecución de voladuras previenen y corrigen el impacto de generación de procesos denudativos por malas prácticas (como

7. Generación y /o activación de procesos denudativos	
los sitios adecuados para explosivos, el control del número de detonaciones y el control de la carga de los explosivos) que competen sobre el medio. Debido a que precisamente es una medida de manejo de utilización de explosivos (ejecución de voladura) la eficiencia será muy alta debido a que logrará una recuperación del 100% del área siempre y cuando se siga el correcto procedimiento.	
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica PMF-01 Dentro de las obras de estabilidad geotécnica están: La construcción de obras de drenaje, de contención empradización, mantos sintéticos y concreto lanzado, las cuales proporcionan medidas a corto plazo cuyo efecto ofrece los resultados esperados antes de un año. Las medidas de manejo de taludes, que propenden por la estabilización de taludes de corte y relleno incluyen obras como descoles, alcantarillas, empradización; etc, que tienen un efecto también inferior a un año debido a su alta eficacia **Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES PMF-02** Las medidas para el retiro de escombros y material sobrante, así como de adecuación de ZODMES incluyen actividades como la construcción de cunetas y filtros para el adecuado manejo de las aguas, y la protección de la superficie con cobertura vegetal. Dichas medidas toman menos de un año en alcanzar el 100% de eficiencia. **Manejo de explosivos y ejecución de voladuras (PMF-13)** Las medidas para el manejo de explosivos y ejecución de voladuras no implican tiempos superiores al de la misma actividad.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora

9. Cambio en los niveles de presión sonora			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	Monitoreos en decibeles que cumplen con la normatividad / Monitoreos realizados) *100 (Resolución 0627 de 2006)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)

9. Cambio en los niveles de presión sonora	
La eficacia es baja debido a que, aunque se realizarán prácticas con el fin de reducir los niveles de ruido producto de la maquinaria y actividades constructivas, algún nivel de ruido será emitido. Además, hay sectores que serán intervenidos por el proyecto donde actualmente no hay fuentes de ruido porque el sector corresponde a zonas agrícolas o potreros para ganado.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El ruido y emisiones asociadas a la maquinara utilizada durante las fases constructivas y de abandono terminan al concluir cada una de las labores que las involucre.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora

9. Cambio en los niveles de presión sonora			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			3.Moderado
Excavación emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
La eficacia es media debido a que, aunque se realizarán prácticas con el fin de reducir los niveles de ruido producto de la maquinaria y actividades constructivas, la mitigación no podrá eliminar el 100 % del ruido producido. Por tanto, dentro de las medidas que apuntan a la mitigación del impacto por el cambio en la presión sonora están: - Manejo responsable del tráfico vehicular para evitar ruidos como pitos o frenos - Revisión del buen estado de funcionamiento de los equipos - Operación de la maquinaria en horarios diurnos			

9. Cambio en los niveles de presión sonora	
- En caso de presentar quejas por aumentos de nivel de presión sonora, se instalaron barreras difractoras de ruido convencionales que puedan disminuir tales niveles, apantallando las fuentes generadoras. - Informar a la comunidad previo a las actividades de excavación del túnel sobre el incremento de nivel de presión sonora que se prevé. Además de lo anterior, es importante añadir que los resultados de los monitoreos de ruido desarrollados para la caracterización de la línea base para la UF1 mostraron que: - En día hábil en horario diurno los niveles se encuentran muy cerca al máximo permisible, entre un 0,4 y 12,1 % por debajo de tales límites. - En día hábil en horario diurno los niveles presentados superan el máximo permisible entre un 20,7 y 80 % por encima del límite. - En día festivo horario diurno, los niveles presentados superan el máximo permisible entre un 1,8 y 9,1 % por encima del límite. - En día festivo horario nocturno, los niveles presentados superan el máximo permisible por entre un 5,6 y 39,8 % por encima del límite. De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la trasgresión de los límites permisibles de ruido ambiental establecidos por la normatividad es una realidad en la actualidad. Por lo que aunque el impacto se considera moderado, la afectación por la operación de maquinaria sobre todo en las zonas cercanas a la vía existente no será importante debido a los niveles de ruido ya presentados en un escenario sin proyecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El ruido asociado a la maquinara utilizada durante las fases constructivas y de abandono termina al concluir cada una de las labores que las involucre, es decir que el tiempo de recuperación para conseguir una reducción del 100 % del nivel de ruido generado por la maquinaria asociada a la obra estará sujeto al tiempo de construcción.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.17 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire

8. Modificación de la calidad del aire			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida*			3.Moderado
Excavación emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA

8. Modificación de la calidad del aire			
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
Se considera una eficacia de la medida de manejo media siendo esta medida de mitigación que no podrá disminuir un porcentaje considerable de emisiones atmosféricas por las actividades relacionadas. Dentro de las medidas de mitigación que se llevarán a cabo, se encuentran: - Realizar un mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos tanto livianos como pesados que operen en el proyecto, con el fin de asegurar que los niveles de emisiones de gases contaminantes se encuentren dentro de los parámetros establecidos por la legislación vigente. - Verificación de los certificados de emisión de gases y revisión técnico – mecánica a los vehículos que operen - Se promoverá el uso de combustibles de calidad certificada - Los materiales granulares deben permanecer cubiertos con lona o plástico en los sitios de almacenamiento temporal - Se realizará humectación en época seca de vías de acceso que no cuenten con pavimento para evitar el levantamiento de material particulado,			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Es inmediato pues las emisiones derivadas de las actividades del proyecto cesarán en un tiempo máximo de un mes, conforme culmine la actividad que está desarrollando. Por tanto, el tiempo de recuperación está sujeto al tiempo de construcción.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.18 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire

8. Modificación de la calidad del aire			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)

8. Modificación de la calidad del aire			
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
La medida de manejo establecida para el impacto de modificación de la calidad del aire en la actividad de movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos pretende mitigar la emisión de material particulado a la atmosfera, esta medida cuenca con una eficiencia que no supera el 80 %. Para la mitigación de las emisiones en la movilización se pretende que los vehículos cargados transiten cubiertos con lonas resistentes, con el fin de evitar las emisiones fugitivas de material particulado. La cobertura debe ser de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor; además la estructura del contenedor será continua (sin roturas, perforaciones, ranuras o espacios) y la carga se acomodará a ras de los bordes más bajos del mismo. La maquinaria que no se encuentre en operación debe apagarse con el fin de evitar la emisión de gases y partículas.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Es inmediato pues las emisiones derivadas de las actividades del proyecto cesarán en un tiempo máximo de un mes, conforme culmine la actividad que está desarrollando. Por tanto, el tiempo de recuperación está sujeto al tiempo de construcción.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.19 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos

11. Cambios en las características de los suelos			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	PMF-02	1.Prevención	Material de excavación
Manejo de taludes	PMF-03	1.Prevención	Taludes estables
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)

11. Cambios en las características de los suelos	
Las medidas de manejo de manejo y disposición de materiales de excavación, y manejo de taludes están enfocadas en realizar una eliminación puntual del suelo en las áreas requeridas a descapotar, con el fin de minimizar los impactos generados al recurso. Adicionalmente el manejo de taludes contempla una estabilización adecuada de estos, con el fin de minimizar fenómenos de erosión, deslizamientos o remoción en masa causados por una conformación inadecuada. En cuanto a la medida de manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, también busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo que puedan ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, procesos que se detallan en la medida de manejo PMB-04. Si bien, estas medidas están enfocadas en la prevención y disminución de los impactos generados o en la mitigación de estos, teniendo en cuenta que la alteración a las características del suelo es severa al contemplar la eliminación total y parcial de este, las medidas presentadas previenen el incremento del impacto, pero no reducen el efecto que presenta este sobre las áreas intervenidas, más aún cuando en su mayoría, estas áreas serán en las que se construya el proyecto, por lo cual la eficacia de las medidas se considera baja y el efecto continua residual.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el proceso formador del suelo requiere largos periodos de tiempo (hasta cientos de años), medidas como la revegetalización de áreas intervenidas, en las que se busca la adecuación de áreas que soporten material vegetal (pastos o coberturas de bajo porte) a través de la conformación de sustratos y la utilización de la capa orgánica del suelo proveniente del descapote, la estructuración del suelo, requiere un periodo de adaptación a largo plazo, en donde los materiales dispuestos, en combinación con elementos ambientales, la vegetación e incluso la actuación humana permitan que se estructure nuevamente un perfil de suelo estable y consolidado, razón por la cual se otorga esta calificación.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.20 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual

12. Alteración del uso actual			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Constitución del derecho de vía, adquisición de predios	PGS-07	4.Compensación	Adquisición de predios
Compensación por cambio en el uso del suelo	PMB-11	4.Compensación	Áreas compensadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
La constitución del derecho de vía a través de la adquisición de los predios necesarios para el desarrollo del proyecto es una medida que busca compensar de manera económica a los propietarios que han sufrido una afectación directa a causa de este, sin embargo, esta medida no busca retornar el uso del suelo a las áreas que han sido afectadas, por lo cual su eficacia en cuanto a la modificación del cambio de uso es baja.			

12. Alteración del uso actual	
Para el caso de la compensación por cambio de uso del suelo, al igual que la anterior está enfocada a compensar la pérdida de áreas naturales a través de la conservación, restauración y/o enriquecimiento de áreas remanentes o protección de áreas naturales y rondas hídricas lo cual permite resarcir el impacto generado manteniendo la perdida de las áreas afectadas.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Teniendo en cuenta que las medidas se basan principalmente en una concertación con la comunidad (valor del predio o inmueble afectado) o la autoridad ambiental encargada (áreas a compensar), se estima que el tiempo esperado de la recuperación en el corto plazo ya que estas actividades deben realizarse en etapas previas al desarrollo del proyecto.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.21 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística

13. Modificación de la calidad paisajística			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote;	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
Manejo paisajístico	PMF-06	2.Mitigación	Terrenos restaurados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
El manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo y el material vegetal que pueda ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, lo cual se busca en la medida PMB-04. Esto se evidencia en áreas como taludes, ZODMES, luces de viaducto, portales de entrada y salida, entre otras, son sometidos a procesos de restauración y revegetalización enfocados a retornar a su estado original las áreas intervenidas, o implementar coberturas que no solo cumplan una función de estabilización del terreno o mitigación de efectos ambientales, sino que adicione elementos que mejoren la percepción de la calidad visual del paisaje de las unidades modificadas. Esto se complementa con el manejo paisajístico, el cual busca minimizar el impacto visual a través de la integración de los nuevos elementos arquitectónicos en la estructura paisajística. Se considera que la combinación del desarrollo de estas tres medidas presenta una efectividad media debido a que sin importar las acciones que se desarrollen, el proyecto genera una alteración significativa a la estructura paisajística, mediante la eliminación de elementos estructurales del paisaje y la adición de nuevos componentes, por lo cual, se generara una nueva matriz del paisaje			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)

13. Modificación de la calidad paisajística	
El tiempo de recuperación se contempla en el mediano plazo debido a que se requiere que tanto el desarrollo de las especies vegetales establecidas en a través de la medida de manejo de revegetalización, alcancen desarrollo adecuado que aporte elementos de calidad en el paisaje, como la asimilación, por parte de la comunidad afectada por el desarrollo del proyecto, de los nuevos elementos que conforman la estructura paisajística, en donde no solo ocurre una asimilación de los elementos introducidos en cuanto a la percepción visual, sino en la dinámica y la interacción que presenta la comunidad con estos.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.22 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal

14. Cambios en la cobertura vegetal			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote;	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
Manejo paisajístico	PMF-06	2.Mitigación	Terrenos restaurados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
El manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, busca evitar la afectación o corte innecesario de material vegetal en las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo y el material vegetal que pueda ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, lo cual se busca en la medida PMB-04. Sin embargo, dado que la pérdida de cobertura será permanente, las medidas ambientales no podrán evitar la pérdida de servicios ambientales que se producen en el área afectada, por lo tanto, el impacto se considera irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de la cobertura vegetal sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.23 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos	2.Severo

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas			
Desmonte y limpieza			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de revegetalización de áreas intervenidas	PMB-0		Áreas revegetalizadas /Áreas intervenidas por infraestructura asociada y Zodmes * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Debido a que existe una pérdida de conectividad, efecto de la perdida de cobertura natural por la ejecución de las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, este impacto es de carácter permanente, por lo tanto, irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja. Para las áreas donde se realice la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, la afectación no se considera permanente, por lo tanto las medidas de Mitigación aplicadas a través del Programa de revegetalización de áreas intervenidas, atenuaran de alguna manera la perdida de cobertura natural, en un tiempo de recuperación superior a 5 años, la eficacia de la medida se considera media ya que espera que en este tiempo se logre recuperar el 50% de los procesos ecológicos que se producían en las áreas naturales previo a la construcción del proyecto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Para las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, el impacto de modificación de la conectividad de ecosistemas sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años. Para la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, se considera que el programa de revegetalización de áreas intervenidas, permita recuperar las condiciones para que la conectividad entre ecosistemas naturales y seminaturales se de lugar en un término de 1 a 5 años, por lo tanto, se considera que el impacto en estas áreas tiene un carácter recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.24 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats	PMB-06	1.Prevención	Áreas sensibles señalizadas/áreas sensibles identificadas) X 100

17. Intervención áreas de manejo especial			
			Nº trabajadores capacitados en áreas sensibles/ Nº trabajadores contratados) X 100.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
La medida de manejo busca proteger ecosistemas de alta sensibilidad y/o estratégicos asociados a las áreas naturales localizados en el área de influencia del proyecto que no son objeto de intervención, para evitar su afectación, dado que sobre las áreas donde se desarrollaran las actividades de adecuación de accesos, desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, en áreas determinadas como sensibles, es decir, aquellas áreas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. Dado que el impacto de Intervención de áreas de manejo especial será entonces inevitable, se considera que la eficacia de la medida de manejo será muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de estas áreas sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.25 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal

14. Cambios en la cobertura vegetal			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3. Moderado
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Compensación de ecosistemas trasnformados	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental	4.Compensación	(Área (m2) de coberturas compensadas / Áreas (m2) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)

14. Cambios en la cobertura vegetal	
En el ámbito de manifestación Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine), para las actividades de Desmonte y limpieza y Portales de entrada y salida, en donde la importancia del impacto es MODERADA y dado que este es irreversible, las medidas ambientales no podrán evitar la pérdida de servicios ambientales que se encuentran en este ámbito.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de la cobertura vegetal será inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.26 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas			
ACTIVIDAD			INDICE IMPORTANCIA
Adecuación de accesos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de revegetalización de áreas intervenidas	PMB-0		Áreas revegetalizadas /Áreas intervenidas por infraestructura asociada y Zodmes * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Debido a que existe una pérdida de conectividad, efecto de la perdida de cobertura natural por la ejecución de las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, este impacto es de carácter permanente, por lo tanto, irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja. Para las áreas donde se realice la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, la afectación no se considera permanente, por lo tanto las medidas de Mitigación aplicadas a través del Programa de revegetalización de áreas intervenidas, atenuaran de alguna manera la perdida de cobertura natural, en un tiempo de recuperación superior a 5 años, la eficacia de la medida se considera media ya que espera que en este tiempo se logre recuperar el 50% de los procesos ecológicos que se producían en las áreas naturales previo a la construcción del proyecto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Para la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, se considera que el programa de revegetalización de áreas intervenidas, permita recuperar las condiciones para que la conectividad entre ecosistemas naturales y seminaturales se de lugar en un término de 1 a 5 años, por lo tanto, se considera que el impacto en estas áreas tiene un carácter recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Tabla 10.27 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Construcción de accesos			3.Moderado
Desmonte y limpieza			
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats	PMB-06	1.Prevención	Áreas sensibles señalizadas/áreas sensibles identificadas) X 100 Nº trabajadores capacitados en áreas sensibles/ Nº trabajadores contratados) X 100.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
Para el ámbito de manifestación de Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT – SIRA, se considera que las medidas de manejo preventivas buscan proteger ecosistemas de alta sensibilidad y/o estratégicos asociados a las áreas naturales localizados en el área de influencia del proyecto que no son objeto de intervención, para evitar su afectación, dado que sobre las áreas donde se desarrollaran las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, en áreas determinadas como sensibles y Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, localizadas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. Dado que el impacto de Intervención de áreas de manejo especial será entonces inevitable, se considera que la eficacia de la medida de manejo será muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de estas áreas será inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.28 Análisis de residualidad del impacto 16. Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA

17. Intervención áreas de manejo especial			
Programa de manejo del suelo - Subprograma de manejo de Flora	PMB-02	Prevención Mitigación	
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Las medidas de manejo propuestas para la mitigación del impacto sobre las especies de flora endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural existentes dentro de las áreas a afectar por el proyecto, se realizarán con el objetivo de garantizar que la supervivencia de las especies de flora reubicadas en un porcentaje igual o mayor al 60%. Por lo tanto, la eficacia de la medida se considera alta.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Teniendo en cuenta que las medidas serán ejecutadas en un término de 1 a 10 años, se considera que el impacto es recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.29 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat

18. Alteración de hábitat			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Compensación por perdida de los hábitats de la fauna silvestre asociados a coberturas naturales	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental	4.Compensación	(Área (m2) de coberturas compensadas / Áreas (m2) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			0 Muy Baja (0%)
Con la compensación se deben alcanzar ganancias demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, las cuales no serían obtenidas sin su implementación. Sin embargo, teniendo en cuenta que la compensación no se realizará en las coberturas afectas por el proyecto, la eficacia de la medida es muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
La oferta y la calidad del hábitat de la fauna silvestre depende del estado de conservación de las coberturas naturales y semi naturales; por ende, más de 10 años es el tiempo de recuperación de dichas coberturas para que puedan brindar servicios ecosistémicos en términos de oferta y calidad de hábitats a la fauna silvestre asociada a estas.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.30 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	PM-05	2.Mitigación	(Nº Actividades de ahuyentamiento de fauna realizadas / Nª Actividades de ahuyentamiento proyectadas) * 100.
			(Nº de inspecciones realizadas/Nº de inspecciones programadas) *100
			(Número de especies reubicadas/Número de especies capturadas) *100
Señalización	PM-05	1.Prevención	(Número de señales ubicadas/Número de pasos de fauna) *100
Educación Ambiental	PM-05	1.Prevención	Número de jornadas de educación ambiental realizadas /Número de jornadas programadas) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
El ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna antes de desmonte y la reubicación de la fauna, se hace con el fin de reducir la posibilidad de la afectación o pérdida de ejemplares por el proyecto. Si se hace de manera adecuada y con la prioridad planteada en la ficha PM-05, su eficiencia será Alta. La señalización y los reductores de velocidad en aquellas zonas donde la vía existente y proyectada cruce coberturas naturales disminuirán la posibilidad de atropellamiento por parte de los operarios de maquinaria relacionada con el proyecto, que, junto con la educación ambiental sobre el tema, potencializarán la eficiencia de estas medidas. Sin embargo, la eficiencia de esta medida se considera media, por el hecho que se deberá estar permanente mente evaluando y replanteando con el fin que la señalización y los reductores de velocidad estén cumpliendo con el fin por el cual fueron planteados en la PM-05			
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Al afectar individuos faunísticos se altera la tasa reproductiva de las poblaciones silvestres, al eliminar individuos altamente reproductivos. El tiempo de recuperación, depende en este caso, de la capacidad y de la estrategia reproductiva de las cada una de las especies presentes en el área de influencia del proyecto, por ende, es el tiempo mínimo estimado para que las poblaciones se recuperen.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.31 Análisis de residualidad del impacto 21. Cambios en el desplazamiento poblacional.

21. Cambios en el desplazamiento poblacional.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Contratación y capacitación del personal			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas/ N° de capacitación establecidas *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores contratados *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores con inducción del proyecto / N° de trabajadores contratados *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Se estima que la actividad *Gestión predial y negociación del derecho de vía* puede generar un impacto de importancia moderada para el ámbito de manifestación: “Unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Cristo Rey parte alta y parte baja, Juan XXIII, Alcaparral Sector Los Adioses, Sabaneta Alta y El Naranjo. Lo anterior, debido a que será necesario el traslado de viviendas para la construcción de la doble calzada y con ello, cambios en sus formas de adaptación económica y cultural. Cabe mencionar que la interacción del impacto con la actividad *Contratación y capacitación de personal*, propicia la aparición del impacto, por cuenta de posible llegada de personas al área de intervención del proyecto, que busquen ocupar las vacantes laborales. Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a un año, teniendo en cuenta que una vez se implementen las medidas de manejo se conocerá el número de cupos laborales a ofrecer por parte de la UVRP y la expectativa que puede motivar la llegada de población al territorio, se disipará prontamente. Las medidas de manejo establecidas para este impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación con la comunidad que contribuya a la conservación y mejoramiento del entorno. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PGS-02), tienen directa relación con el impacto y se estima que la eficacia de las medidas de manejo es alta porque a través de las oficinas de Atención al Usuario y de las personas que se van contratando en el proyecto, pueden disiparse las posibles expectativas frente a la contratación de personal. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca acciones encaminadas a la prevención y orientación de la seguridad vial relacionados con las actividades de obra, por medio de jornadas informativas en sectores estratégicos de la vía.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5. Corto Plazo (<1 año)

21. Cambios en el desplazamiento poblacional.	
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Cambios en el desplazamiento poblacional,* se considera menor a 1 año, durante la contratación y capacitación del personal. Lo anterior, teniendo en cuenta que una vez se implementen las medidas de manejo se conocerá el número de cupos laborales a ofrecer por parte de la UVRP, disminuyendo la expectativa que tiene la población frente a esta actividad. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para la actividad evaluada.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.32 Análisis de residualidad del impacto 23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones por perforación y voladura			2.Severo
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.

En primera instancia, se estima que la actividad *Excavaciones por perforación y voladura* puede generar un impacto de importancia severa para los ámbitos de manifestación definidos, a saber: Unidades territoriales menores nucleadas y unidades territoriales menores dispersas. Lo anterior, de acuerdo con las explosiones a generar para la construcción del túnel y su eventual afectación a la prestación de los servicios públicos, en particular al relacionado con el recurso hídrico. Cabe aclarar que, de acuerdo con el diseño definido y la trascendencia de los impactos por la construcción de la UF1, no se estima afectación a la infraestructura asociada a los servicios públicos sino de manera específica, a la prestación del servicio por la posible disminución del recurso hídrico ante la actividad generadora.

En las unidades territoriales menores, el agua es provista en buena medida por cuerpos hídricos cercanos como manantiales, a través de mangueras de conexión rudimentaria. En el caso en que las excavaciones por perforación y voladura generen eventuales cortes temporales o intermitencias en el servicio, la población afectada según los dos ámbitos de manifestación definidos. Aunque en principio se infiere que las unidades territoriales localizadas en área urbana tienen otras fuentes de provisión del servicio, luego del trabajo de recolección primaria, se conoció que los habitantes de los barrios San Luis, El Buque y Cristo Rey parte alta y baja, captan el agua de algunos cuerpos hídricos localizados dentro del área de influencia, lo que implica una adecuada aplicación de las medidas de manejo propuestas. No se debe desconocer que El Barrio El Buque, se localiza el Campus de la Universidad de Pamplona, por tanto, ante una eventual interrupción del servicio, la afectación no se generaría sólo sobre los habitantes de las unidades territoriales sino sobre los estudiantes de dicho plantel.

Otro aspecto para tener en cuenta es que además de la posible afectación a los habitantes de la zona por el uso doméstico del agua, en el Sector Los Adioses se desarrolla actividad comercial, a través de distintos establecimientos que requieren necesariamente ser provistos del recurso; entre los cuales se encuentran: una (1) fábrica de bocadillos, restaurantes, un (1) hotel, entre otros. Por tanto, el recurso hídrico en la zona tiene uso residencial y también comercial relacionado con la actividad económica desarrollada en el territorio; aspecto que implica un manejo más integral ante el impacto a ocasionar.

De acuerdo con el reconocimiento del territorio, las características técnicas del proyecto, las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se observa que las excavaciones por perforación y voladura constituyen la actividad que puede generar el impacto de importancia más alta.

Por su parte, se considera que el impacto adquiere importancia moderada en la actividad *Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social,* puesto que afecta directamente la prestación del servicio y requiere inhabilitar los nacederos, bocatomas y redes actuales con una extensión parcial, por cuanto no sólo se afecta el punto en donde se localiza la infraestructura, sino que reciben el impacto zonas aledañas en donde se ubica la población que se beneficia de dichas redes, localizadas en las unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Alcaparral, Sabaneta Alta y El Naranjo.

Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01) y el Manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos (PGS-08), resultan ser las que corresponden para dar manejo al posible impacto a ocasionar. Lo anterior, porque en la medida en que establezcan mecanismos para ofrecer información a los grupos de interés, se capacite a los trabajadores de los distintos frentes de obra y vele por la

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	
implementación de medidas que mitiguen los impactos asociados a la suspensión temporal de la prestación de servicios públicos, se reducirá la magnitud del impacto. De acuerdo con las interacciones entre actividad, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de influencia, a través de los cuales puedan por un lado, informar acerca de los cortes temporales en la prestación del servicio, las medidas contingentes para garantizar el acceso a dicho servicio, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto. Cabe mencionar que, con un adecuado de manejo del impacto a ocasionar, de manera paralela se evita la sinergia y la acumulación que se pueden generar por el desarrollo de otras actividades del proyecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto relacionado con la prestación de los servicios públicos, se considera menor a cinco (5) años. Lo anterior, porque el desarrollo de la actividad puede darse de manera transversal a la etapa constructiva (4 años), de acuerdo con las características de los terrenos a excavar para la construcción del túnel. Además, teniendo en cuenta que la actividad necesariamente tiene que llevarse a cabo, existe la probabilidad de ocurrencia del impacto independientemente de la implementación de las medidas de manejo; aunque como se menciona anteriormente, sí se pueden mitigar los efectos sobre el medio a intervenir. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser moderado para las actividades con nivel de importancia severo e irrelevante para las actividades que registraron inicialmente un nivel de importancia moderado.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4. Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.33 Análisis de residualidad del impacto 24. Modificación a la infraestructura vial.

24. Modificación a la infraestructura vial.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3. Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de

24. Modificación a la infraestructura vial.			
			instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%) 1 Baja (<30%)
Al tratarse de un proyecto que requiere la construcción de una variante nueva se generan múltiples interacciones causantes del impacto, entre las que se encuentran, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, el retiro de escombros y materiales sobrantes – adecuación de ZODME y la adquisición almacenamiento y transporte de detonantes. Estas actividades adquieren una importancia moderada, en la medida que las vías a utilizar por el proyecto se encuentran en su mayoría en afirmado y carecen de las condiciones adecuadas para permitir el flujo constante de vehículos pesados tal como si sucede con la vía primaria que comunica a los municipios Pamplona, Pamplonita y Cúcuta, y sirve de conexión para la movilidad entre los departamentos Norte de Santander, Santander con el resto del país, por lo que está diseñado para soportar cargas pesadas. Las actividades evaluadas registran una persistencia permanente en tanto la modificación de la infraestructura vial tarda menos de un año en manifestarse en los dos (2) ámbitos establecidos (vía primaria y vías terciarias). Es de resaltar la importancia que adquiere la vía primaria denominada Ruta Nacional 5505 en los sectores donde empalma con la variante Pamplona, la cual se constituye en la principal arteria vial para Norte de Santander que conecta a las ciudades principales de Pamplona y Cúcuta con los municipios aledaños. Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06), resultan ser las indicadas para el manejo del impacto que se puede ocasionar, puesto que una vez se establezcan mecanismos y canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, y se explique de manera suficiente el alcance y actividades propias del proyecto, se podrá prevenir o mitigar el impacto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Mediano Plazo (< 5 años) 5 Corto Plazo (< 1 año)
Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es a mediano plazo durante la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos y, para las demás actividades a corto plazo, es decir menor a 1 año, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. La modificación en la infraestructura vial está directamente relacionada con el retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de Zodme, ocasionando que el índice de importancia ambiental neta sea irrelevante para esta actividad.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.34 Análisis de residualidad del impacto 25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular

25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3. Moderado
Excavación emboquilles			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%) 1 Baja (<30%)

25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	
Se estima que el impacto presenta importancia moderada en los ámbitos de manifestación vía primaria denominada Ruta Nacional 5505, en los sectores donde empalma con la variante Pamplona y las cinco (5) vías terciarias que se utilizarán durante la construcción del proyecto y que cuentan con una longitud de 13,27 km. Durante la movilización y transporte de materiales, la demolición y retiro de estructuras y la excavación emboquilles se pueden generar la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento, situación que afectará la cotidianidad y la calidad de vida de la población, así como también las comunidades locales y foráneas que usan habitualmente el corredor vial y, el acceso a los establecimientos comerciales ubicados en la curva Los Adioses principalmente. Las actividades evaluadas registran una extensión parcial y un efecto considerado como directo, localizadas básicamente sobre las vías que interceptan sabaneta Alta y Alcaparral en donde tendrá lugar la construcción del túnel. Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01), Información y participación comunitaria (PGS-03) y Cultura Vial (PGS-06), resultan ser las indicadas para el manejo del impacto que se puede ocasionar. Lo anterior, porque en la medida en que establezcan mecanismos y canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, a través de los cuales puedan, por un lado, explicar de manera suficiente, las implicaciones de las obras a realizar, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto. De acuerdo con las interacciones entre actividad, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de influencia, a través de los cuales puedan por un lado, informarse acerca de los cortes temporales en la prestación del servicio, las medidas contingentes para garantizar el acceso a dicho servicio, se reciban y atienda las PQRS y por otro, se creen espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con los grupos de interés de la variante Pamplona.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
Se considera que el tiempo de recuperación del medio es menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. La excavación emboquilles y la llegada de vehículos, maquinaria y equipos, relacionada específicamente con la construcción del túnel pueden influir en la generación de cambios en la movilidad peatonal y vehicular, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.35 Análisis de residualidad del impacto 26. Cambios en el riesgo de accidentalidad

26. Cambios en el riesgo de accidentalidad	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos	3. Moderado
Construcción de accesos	
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	

Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
Desescombro			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	N.º de PQRS atendidas / N.º PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	N.º PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ N.º de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de talleres de seguridad vial realizados / N.º de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de jornadas de sensibilización realizadas / N.º de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%) 5 Media (30% a 60%)
Se estima que la actividad *Adecuación y construcción de accesos, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, retiro de escombros y materiales sobrantes- adecuación de ZODME, adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes* puede generar un impacto de importancia moderada para los ámbitos de manifestación vías primarias y terciarias, donde se presentarán cierres o limitaciones de tráfico que harían más propensos los accidentes. Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a 1 año para las actividades de adecuación y construcción de accesos, teniendo en cuenta que son actividades puntuales y constituyen una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, para las demás actividades se estima que el tiempo de recuperabilidad es menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. Los cambios en el riesgo de accidentalidad están directamente vinculados al movilización y transporte de materiales maquinaria y equipos, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Las medidas de manejo establecidas para el presente impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación con la comunidad que contribuya a la conservación y mejoramiento del entorno. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06), tienen directa relación con el impacto y se estima que la eficacia de las medidas de manejo es alta porque contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con las instituciones educativas aledañas, comunidades del área de influencia y usuarios de la variante Pamplona.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3. Mediano Plazo (<5 año)

Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a 1 año, teniendo en cuenta que la adecuación de accesos es puntual y constituye una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto y menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo durante 4 años. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para la actividad evaluada.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.36 Análisis de residualidad del impacto 27. Alteración en el acceso de los predios

27. Alteración en el acceso de los predios			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			3. Moderado
Construcción de accesos			
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
El impacto Alteración en el acceso de los predios registra importancia moderada en la interacción con las actividades adecuación y construcción de accesos y, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos. Cabe mencionar que la interacción del impacto con la adecuación y construcción de accesos para el proyecto restringirá el ingreso o la salida de personas y/o vehículos en los predios localizados sobre el área de intervención de la Unidad Funcional 1 del Proyecto, dentro de los cuales se encuentra la Universidad de Pamplona, que registra un número aproximado de 13.000 estudiantes, contexto que hace que el impacto adquiera mayor importancia por tanto, el acceso deberá contar con medidas de manejo adecuadas que no generen mayores incomodidades o afectaciones a la población estudiantil. Se estima que esta condición se presentará de manera inmediata pero continua, teniendo en cuenta que la adecuación de accesos es puntual y constituye una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. No obstante, se considera que la recuperabilidad del			

medio frente al impacto ocasionado se da en el mediano plazo, en la mediada que la construcción de accesos implica la movilización de materiales, maquinaria y equipos, desmonte y limpieza, entre otros, de manera transversal a la etapa constructiva, alterando el acceso a los predios, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Las medidas de manejo establecidas para este impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con las instituciones educativas aledañas, comunidades del área de influencia y usuarios de la variante Pamplona. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06) tienen directa relación con el impacto sobre todo para reducir la posibilidad de generar sinergia y acumulación con otras actividades del proyecto. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca acciones encaminadas a la prevención y orientación de la seguridad vial relacionados con las actividades de obra, por medio de jornadas informativas en sectores estratégicos de la vía.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5. Corto Plazo (<1 año) 3. Mediano Plazo (< 5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Alteración en el acceso de los predios,* se considera menor a 5 años, para la interacción en la adecuación de accesos y menor a un año para las demás actividades. Lo anterior porque las actividades generadoras del impacto necesariamente tienen que desarrollarse en el marco del proyecto y su efecto se puede minimizar durante el desarrollo de algunas actividades propias de la obra. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para todas las actividades evaluadas.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.37 Análisis de residualidad del impacto 30. Modificación a la destinación económica del suelo

30. Modificación a la destinación económica del suelo			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Gestión predial y negociación el derecho de vía			3. Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados

30. Modificación a la destinación económica del suelo			
			para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			0 Muy Baja (0%)

De acuerdo con la evaluación ambiental realizada al impacto *Modificación a la destinación económica del suelo* se encuentra que su interacción con las actividades *Gestión predial y negociación del derecho de vía* y *Desmonte y limpieza*, tiene una importancia severa.

Cabe mencionar que el impacto en relación con la actividad de *Gestión predial y negociación del derecho de vía* y el ámbito de manifestación *Infraestructura (comercial – curva de Los Adioses)*, puede interpretarse en dos sentidos. El primero, dado que las obras propias del proyecto necesariamente implican que el uso del suelo cambie. Dicha actividad es la que da paso a la etapa constructiva del proyecto e indica que en las áreas a adquirir, tienen que suspenderse las actividades que tradicionalmente se llevan a cabo. El segundo, porque la Curva de los Adioses, tiene desarrollo económico a través de distintos establecimientos que ofrecen bienes y servicios a las comunidades aledañas y a quienes transitan entre Pamplona y Cúcuta. Es así como la

30. Modificación a la destinación económica del suelo	
construcción de la variante Pamplona, conlleva al traslado de dichos establecimientos o a su eventual desaparición. Por otra parte, la actividad *desmonte y limpieza* en su interacción con el ámbito de manifestación *Uso forestal – con tipo de uso de producción protección*, se analiza con una importancia severa porque nuevamente, la construcción de la Variante Pamplona implica el cambio en el uso del suelo y una vez construida la vía, dicho uso es irrecuperable en el área requerida. En lo relacionado con las actividades valoradas con índice de importancia moderada, para los ámbitos de manifestación zonas con uso agroforestal, uso ganadero, infraestructura comercial y uso forestal; pese a que el efecto se manifiesta de manera negativa en el crecimiento económico de los predios; de acuerdo con las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico, se identificó que la población localizada en dichos ámbitos de manifestación no consideran que el impacto afecte de manera significativa la destinación económica de sus predios, en la medida que la afectación será parcial y contará con medidas de compensación. De igual manera, de acuerdo con lo evidenciado en el área de intervención, la población ha tenido resilencia frente a la alteración generada al suelo, a tal punto que el medio se ha adaptado a los nuevos usos, pero continuando con la actividad económica tradicional. Con relación a las medidas de manejo, es importante mencionar que su implementación contribuye a explicar adecuadamente las actividades del proyecto, recibir las inquietudes y darles trámite y hacer acompañamiento a los predios localizados en el área de intervención; pero no a una prevención en la generación del impacto pues el cambio en el uso del suelo es inevitable en las áreas requeridas para la construcción de la Variante Pamplona. De acuerdo con la aclaración anterior, se encuentra que los programas de Atención al Usuario (PGS-01), Información y participación comunitaria (PGS-03) y Afectación a Terceros (PGS-07) son los que tienen directa relación con el impacto sobre todo para reducir la posibilidad de generar sinergia y acumulación con otras actividades del proyecto. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, a través de los cuales puedan por un lado, explicar de manera suficiente, las implicaciones de las obras a realizar, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Modificación a la destinación económica del suelo,* se considera mayor a 5 años. Lo anterior porque las actividades generadoras del impacto necesariamente tienen que desarrollarse en el marco del proyecto y su efecto no se puede minimizar así se implementen medidas de manejo. De igual manera, el uso actual del suelo es irrecuperable e irreversible una vez se construya la Variante Pamplona Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser severo para las actividades de Gestión predial y negociación del derecho de vía (ámbito Infraestructura comercial – curva de Los Adioses), y la actividad de desmonte y limpieza, con el ámbito de manifestación Uso forestal – con tipo de uso de producción protección; y, con importancia moderada para la actividad de Gestión predial y negociación del derecho de vía y retiro de	

30. Modificación a la destinación económica del suelo	
escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME, para los ámbitos de manifestación zonas con uso agroforestal, uso ganadero, infraestructura comercial y uso forestal.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.38 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos

32. Generación de nuevos conflictos			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía			Moderado
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			
Contratación y capacitación del personal			
Adecuación de accesos			
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones

32. Generación de nuevos conflictos			
			requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas/ N° de capacitación establecidas *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores contratados *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores con inducción del proyecto / N° de trabajadores contratados *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados

32. Generación de nuevos conflictos			
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61% a 80%) 5 Media (30%-60%) 1 Baja (< 30%)

En primera instancia, cabe mencionar que la generación de nuevos conflictos constituye un impacto que depende de los intereses, objetivos y percepciones de quienes hacen parte de determinada situación. En este caso, la generación de nuevos conflictos se relaciona con los grupos de interés identificados en el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental. Adicionalmente, la generación del impacto tiene un carácter incremental dado que puede potencializarse en la medida en que avancen las obras y actividades del proyecto.

Tal como se mencionó en la descripción del impacto, la contratación y capacitación del personal es una actividad que genera alta sensibilidad entre los grupos de interés, dadas las expectativas asociadas a proyectos de esta índole, relacionadas con los porcentajes de participación y las condiciones contractuales establecidas por el constructor. En la medida en que dichas expectativas no sean satisfechas, se desencadena la generación de nuevos conflictos, aspecto que puede motivar la conformación de organizaciones que exijan la contratación de personal con determinadas especificidades, obstruyendo la dinámica habitual del proyecto. La vinculación laboral representa para las comunidades, una oportunidad para mejorar los ingresos de las familias y también, puede influir en que adicionalmente, se pacte entre la Unión Vial Río Pamplonita y las comunidades, la contratación de otros servicios (alimentación, alojamiento, alquiler de camionetas, volquetas, entre otros).

Asimismo, la construcción de los portales de entrada y salida, la adecuación de accesos y la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, constituyen actividades de alta complejidad, en primer lugar, por la ejecución de las actividades asociadas a las construcciones ante la posible afectación que se puede generar en la infraestructura aledaña (social y comunitaria, de servicios públicos, privada, productiva, mejoras, entre otras), las restricciones en la movilidad,

32. Generación de nuevos conflictos	
entre otros. En segundo lugar, los habitantes de las unidades territoriales menores de los dos municipios tienen una alta dependencia de las cabeceras municipales de Pamplona y de Cúcuta (en menor medida de Pamplonita), para el desarrollo de sus actividades sociales, recreativas y de acceso a bienes y servicios, lo cual implicará el cruce permanente por los portales de entrada y salida y el empalme con la vía existente. De acuerdo con el reconocimiento del territorio, las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se observa que también la gestión predial y negociación del derecho de vía, puede contribuir a la generación de nuevos conflictos entre los grupos de interés y la Unión Vial Río Pamplonita, donde la ocupación del suelo y el proceso de negociación, puede generar molestias que puede llegar a perdurar en el tiempo y ser evidenciada en las demás actividades a desarrollar en el Proyecto, de no ser manejado oportunamente. Otra de las situaciones que puede incidir de manera directa en la manifestación de posibles impactos corresponde a la reubicación de infraestructura de servicios públicos, en el sentido que se considera un tema sensible, especialmente para las unidades territoriales Alcaparra, Sabaneta Alta, Cristo Rey y Juan XXIII, puesto que las obras a realizar pueden generar molestias por daños colaterales y posible restricción de los servicios públicos y abastecimiento del servicio de agua, recurso de vital importancia para la población. Con relación a las actividades que interactúan con el impacto, se encuentra que las medidas de manejo relacionadas con la realización de reuniones resultan más eficientes pues facilitan la exposición de puntos de vista de los grupos de interés y la Unión Vial del Río Pamplonita, que permitan llegar a acuerdos con el propósito de, por un lado, viabilizar la construcción de Variante Pamplona, y por el otro lado, generar el menor impacto socioambiental posible. En ese sentido, el programa que tendría mayor eficacia para la reducción de la magnitud del impacto es el de Información y Participación Comunitaria PGS – 03. Por su parte, las medidas de manejo correspondientes a los programas de Atención al Usuario PGS-01, Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto PGS-05, Cultura Vial PGS-06 y Afectación a terceros PGS-07 y Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos PGS-08, contribuyen al control del impacto generado, pero en una menor proporción. No obstante, la aplicación de todas las medidas de manejo puede generar un efecto acumulativo tendiente a reducir la magnitud del impacto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
Se considera que la recuperabilidad del medio frente al impacto ocasionado se da en el mediano plazo dado que los conflictos no se dirimen de manera inmediata principalmente por las actividades evaluadas para este impacto. Por tanto, la generación de conflictos puede darse de forma constante ante la inconformidad de las comunidades por los porcentajes de participación, el incumplimiento de los compromisos adquiridos o las diferencias entre líderes y comunidades. Con base en todo lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.39 Análisis de residualidad del impacto 35. Generación de expectativas

35. Generación de expectativas	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	

35. Generación de expectativas			
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			Moderado
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto	PGS-05	1.Prevención	N° Reuniones de concertación del plan de capacitación realizadas/ N° Reuniones de concertación del plan capacitación programadas *100
Capacitación, educación y concientización de la	PGS-05	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas / Nº de capacitaciones concertadas con la comunidad *100

35. Generación de expectativas			
comunidad aledaña al proyecto			
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la

35. Generación de expectativas			
		4.Compensación	suspensión del servicio público * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61% a 80%) 1 Baja (< 30%)
Este es uno de los impactos que registra mayor incidencia en el desarrollo del Proyecto y que se identificó con mayor frecuencia durante las reuniones de información y taller de impactos y medidas de manejo, siendo la gestión predial y negociación del derecho de vía una de las actividades que genera el mayor número de expectativas en los propietarios y arrendatarios de los predios, puesto que se crean ideales frente a los valores a pagar, la ocupación del suelo, el alcance de las actividades a desarrollar por el proyecto, entre otros. Asimismo, la reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social, y los portales de entrada y salida del túnel pueden llegar a repercutir en la disminución o restricción en el suministro del servicio prestado por los cuerpos de agua identificados en el área de intervención y sobre las diez mangueras de conducción de agua, los cuales en algunas ocasiones surten el servicio de acueducto a la población, lo que ha mantenido a lo largo del desarrollo del estudio de impacto ambiental una alta expectativa sobre la posible afectación de sus cuerpos de agua, situación que se registra en los barrios San Luis, Cristo Rey parte alta y baja y Juan XXIII, con mayor frecuencia. Tal como se mencionó en la descripción del impacto, las actividades que se estima tendrán interacción con el impacto generación de expectativas, giran en torno a la proliferación de partículas de polvo, ruido, cerramientos, restricción del tráfico tanto peatonal como vehicular, lo que puede incidir en que la población considere que durante estas obras se presenten daños a las viviendas aledañas a las vías o a la infraestructura social localizada cerca de las vías. De acuerdo con las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés este impacto se puede manifestar con menor incidencia en la población de las cabeceras municipales, aunque podrían eventualmente verse afectadas de manera indirecta por causa de las obras, especialmente cerca al portal de entrada, localizado sobre la vía actual, la cual registra un alto flujo vehicular. Con relación a ello, cabe mencionar que la generación de expectativas tiende a incrementarse por efectos generados por otros proyectos que han existido en la región y que han influenciado en los criterios de opinión que se han fundado al interior de las comunidades; por ende, deben igualmente considerarse los pasivos de proyectos anteriores frente a este impacto Con relación a las actividades que interactúan con el impacto, se encuentra que las medidas de manejo relacionadas con la realización de reuniones resultan más eficientes pues facilitan la exposición de puntos de vista de los grupos de interés y la Unión Vial del Río Pamplonita, que permitan llegar a acuerdos con el propósito de, por un lado, viabilizar la construcción de Variante Pamplona, y por el otro lado, generar el menor impacto socioambiental posible. En ese sentido, el programa que tendría mayor eficacia para la reducción de la magnitud del impacto es el de Información y Participación Comunitaria PGS – 03. Por su parte, las medidas de manejo correspondientes a los programas de Atención al Usuario PGS-01, Capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto PGS-05, Cultura Vial PGS-06 y Afectación a terceros PGS-07 y Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos PGS-08, contribuyen al control del impacto generado, pero en una menor proporción.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Corto Plazo (< 1 año) 3 Mediano Plazo (< 5 años)

35. Generación de expectativas	
Se considera que la recuperabilidad con la aplicación de las medidas de manejo se genera en el corto plazo dado que las expectativas se reducen en tanto se conozcan las características de la negociación predial. Las inconformidades que puedan surgir con el desarrollo de esta actividad, sí se convierten en nuevos conflictos. Por su parte, se estima que la recuperabilidad a mediano plazo se da especialmente durante la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos y la reubicación de infraestructura de servicios públicos, que pueden hacer sinergia con otras actividades, originando que sea más complicado el control inmediato del efecto. Con base en todo lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN

Tomando como referencia los resultados del análisis de residualidad en donde se identificaron los impactos que con la implementación de las medidas de manejo pueden disminuir el grado de afectación a un nivel inferior *(Desde el punto de vista metodológico el nivel de atenuación se expresa como la disminución del nivel de significancia ambiental a categorías de importancia IRRELEVANTE*), el cual suponen menores riegos y daños sobre ambiente y/o el bienestar de las personas.

El análisis de residualidad donde se evaluaron las medidas de manejo en función de la eficacia de la medida y del tiempo de recuperación del elemento afectado, arrojando como resultado que de las 192 interacciones (41 Severas y 151 Moderadas) identificadas como significativos relacionadas 28 impactos, de estos 26 impactos (124 Interacciones) son internalizados a través de la implementación de las medidas de manejo, subrayando que algunos de los impactos analizados se mantiene como residuales o no internalizables en ámbitos de manifestación que se consideran sensibles o de mayor criticidad.

En este contexto en este numeral se registran los costos asociados a la implementación de los planes y programas relacionados directa o indirectamente con la atenuación de los impactos ambientales. La clasificación y registro de los costos obedece a la estructura del PMA (Ver capítulo 11.1.1), no obstante, en términos generales se categorizan en costos de prevención ambiental, costos de mitigación, costos correctivos y/o restauración y costos de compensación entendido retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas.

Con relación a la consolidación y presentación de la información en las fichas de manejo se relacionan los costos de cada medida referenciada ciñéndose a la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), la clasificación de los costos en Costos de Transacción, Costos operativos y costos de personal. En el anexo 9A se presenta el presupuesto general del PMA.

Los costos totales corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto. La información de los costos se presenta en forma matricial con causación anual para un periodo de referencian que se estimó en 4 años (1 año de pre-construcción y 3 años de construcción) en los cuales se proyecta se desarrollaran las inversiones consistentemente con la presencia de los impactos. Para efectos de los cálculos se consideró la tasa de descuento DTF promedio (Enero de 2018 a enero de 2017), establecida por el Banco de la Republica[4] equivalente a 5,92% EA.

Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP), subrayando que en la construcción de flujo no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios; es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes. (En el Anexo 9 A Internalización.).

En el análisis de internalización se proyectan el conjunto de inversiones y costos para llevar a cabo las actividades y medidas de manejo contempladas para la atenuación de los impactos, información que se extrae del Plan de manejo Ambiental del proyecto (Ver Capitulo 11 Plan de Manejo Ambiental y Anexo 9 A. Internalización _ hoja Excel_ presupuesto fichas de manejo), aclarando que en las fichas de manejo se relacionan actividades que atienden de forma diferencial varios impactos, y algunos impactos se circunscriben en varias fichas de manejo, situación que determina que el nivel o grado de atenuación del impacto, se alcance a través de la implementación conjunta de la actividades plasmadas en varias medidas de manejo.

En este orden de ideas en la Tabla 10.40 se registra la información de inversiones y gastos proyectados para la atenuación de los impactos ambientales generados por la construcción de la infraestructura vial, cuyo monto se proyectó en $ 5.353.795.587 pesos, de los cuales el 63% corresponde a inversiones y gastos comprometidos para la implementación de las medidas de manejo del medio abiótico, el cual puede aumentar temiendo en cuenta que muchas de las obras están inmersas en el presupuesto general de la obra.

En cuanto al medio socio económico (30% de la inversión proyectada), se observa que el 27% de los costos están ligados al programa de capacitación, Educación, Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto, seguido del subprograma de cultura vial y el Subprograma Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos

Respecto a los costos e inversiones sobre el medio biótico (7% de la inversión proyectada) se observa que el 83% del presupuesto está al programa de manejo de flora seguido del programa para el manejo de la fauna.

Con relación a la clasificación de los costos fijada en la guía de criterios técnicos, se observa que el 47% corresponde a costos de personal ($ 2.508.067.680), en tanto los costos operativos (insumos, materiales, maquinaria, equipos, infraestructura) alcanzan una cifra de inversión de $ 2.845.727.907 pesos equivalente al 53% del presupuesto del PMA.

[4] http://www.banrep.gov.co/en/series-estadisticas/see_tas_inter_capt_sem_men.htm

Tabla 10.40 Costos implementación plan de manejo ambiental (Cifras en miles de pesos)

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA/COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 01	Subprograma Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	CO	$ 456.000	$ 406.900		$ 152.000	$ 152.000	$ 152.000
			CP	$ 124.000	$ 110.648		$ 41.333	$ 41.333	$ 41.333
Cambios en las características de los suelos/Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 02	Subprograma Manejo de residuos de construcción y demolición -RCD y Zodmes	CO	$ 243.000	$ 36.883		$ 13.778	$ 13.778	$ 13.778
			CP	$ 120.000	$ 107.079		$ 40.000	$ 40.000	$ 40.000
Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 03	Subprograma Manejo de materiales y equipos de construcción	CO	$ 5.000	$ 4.462		$ 1.667	$ 1.667	$ 1.667
			CP	$ 387.500	$ 345.776		$ 129.167	$ 129.167	$ 129.167
Modificación de la calidad paisajística/Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 04	Subprograma Manejo paisajístico	CO	$ 14.375	$ 12.827		$ 4.792	$ 4.792	$ 4.792
Cambios en la calidad del agua superficial/Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea	PMF 05	Subprograma Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y especiales	CO	$ 83.760	$ 74.741		$ 27.920	$ 27.920	$ 27.920
			CP	$ 215.760	$ 192.528		$ 71.920	$ 71.920	$ 71.920
Cambios en la calidad del agua superficial/Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico/Alteración en la capacidad de transporte del agua	PMF 06	Subprograma Manejo de los residuos líquidos	CO	$ 340.400	$ 303.747		$ 113.467	$ 113.467	$ 113.467
Cambios en la calidad del agua superficial/Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico/Alteración en la capacidad de transporte del agua/Cambios en la calidad del agua superficial	PMF 07	Subprograma Manejo de fuentes hídricas	CO	$ 6.978	$ 6.227		$ 2.326	$ 2.326	$ 2.326
Variación nivel freático / Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea	PMF 08	Subprograma Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	CO	$ 418.672	$ 373.591		$ 139.557	$ 139.557	$ 139.557
Modificación de la calidad del aire/Cambio en los niveles de presión sonora	PMF 09	Subprograma Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	CO	$ 111.592	$ 99.576		$ 37.197	$ 37.197	$ 37.197
			CP	$ 755.413	$ 674.073		$ 251.804	$ 251.804	$ 251.804

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Modificación de la calidad del aire/Cambio en los niveles de presión sonora	PMF 09	Subprograma Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	CO	$ 108.000	$ 96.371		$ 36.000	$ 36.000	$ 36.000
Cambio en el riesgo de accidentalidad/Cambio en la movilidad peatonal y vehicular/Generación de nuevos conflictos	PMF 10	Subprograma Prevención de accidentalidad vial durante la etapa constructiva	CO	$ 917	$ 865		$ 917	$ 0	$ 0
Cambio en la movilidad peatonal y vehicular/Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios/Generación de expectativas/Generación de conflictos con la comunidad	PMF 12	Subprograma: Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso	CP	$ 0	$ 0		$ 0	$ 0	$ 0
Cambios en la cobertura vegetal/Cambios en las características de los suelos/Cambios en la cobertura vegetal/Modificación de la calidad paisajística/Modificación de la conectividad de ecosistemas/Intervención áreas de manejo especial	PMB 01	Subprograma Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	CO	$ 27.432	$ 24.478	$ 0	$ 9.144	$ 9.144	$ 9.144
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 02	Subprograma Manejo de flora	CO	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 02	Subprograma Manejo de flora	CO	$ 5.569	$ 4.970	$ 0	$ 1.856	$ 1.856	$ 1.856
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 03	Subprograma Manejo del aprovechamiento forestal	CO	$ 237.983	$ 212.358	$ 0	$ 79.328	$ 79.328	$ 79.328

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Cambio en la cobertura vegetal /Cambios en las características de los suelos/Modificación de la calidad paisajística	PMB 04	Subprograma Revegetalización de áreas intervenidas	CO	$ 37.483	$ 45.340		$ 16.937	$ 16.937	$ 16.937
Alteración de hábitat/Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	PMB 05	PROGRAMA MANEJO DE FAUNA Honorarios Personal - Ahuyentamiento, Rescate Reubicación de Fauna	CP	$ 20.174	$ 18.002	$ -	$ 6.725	$ 6.725	$ 6.725
		PROGRAMA MANEJO DE FAUNA Transporte Grúa	CO	$ 22.272	$ 19.873	$ -	$ 7.424	$ 7.424	$ 7.424
/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal	PMB -06	Subprograma Manejo del recurso hidrobiológico	CP	$ 3.751	$ 3.347		$ 1.250	$ 1.250	$ 1.250
Modificación de la conectividad de ecosistemas/Intervención de áreas de manejo especial/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal/Cambios en la composición estructura de la fauna silvestre/Afectación a las especies florísticas, endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural.		Subprograma Manejo del recurso hidrobiológico	CO	$ 7.299	$ 6.514		$ 2.433	$ 2.433	$ 2.433
/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal	PMB 08	Subprograma Protección y conservación de hábitats	CO	$ 4.295	$ 3.833		$ 1.432	$ 1.432	$ 1.432
			CP	$ 6.250	$ 5.577		$ 2.083	$ 2.083	$ 2.083
Cambios en el riesgo de accidentalidad/Cambios en la movilidad peatonal y vehicular/Generación de expectativas/Generación de nuevos conflictos/Modificación en la dinámica de empleo/Modificación en la gestión y capacidad organizativa/Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	PGS 01	Subprograma Atención al Usuario	CO	$ 35.300	$ 31.499		$ 11.767	$ 11.767	$ 11.767
			CP	$ 83.520	$ 74.527		$ 27.840	$ 27.840	$ 27.840
	PGS 02		CO	$ 199.220	$ 177.769		$ 66.407	$ 66.407	$ 66.407

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Generación de nuevos conflictos/ Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos		Subprograma de Educación y Capacitación al Personal Vinculado al Proyecto	CP	$ 182.700	$ 163.028		$ 60.900	$ 60.900	$ 60.900
Modificación en la gestión y capacidad organizativa/ Generación de nuevos conflictos/ Generación de expectativas	PGS 03	Subprograma de Información y Participación Comunitaria	CO	$ 72.330	$ 64.542		$ 24.110	$ 24.110	$ 24.110
			CP	$ 182.700	$ 163.028		$ 60.900	$ 60.900	$ 60.900
Modificación en la gestión y capacidad organizativa	PGS 04	Subprograma Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional	CO	$ 22.800	$ 20.345		$ 7.600	$ 7.600	$ 7.600
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Generación de expectativas/ Generación de nuevos conflictos	PGS 05	Subprograma Capacitación, Educación, Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto	CO	$ 80.300	$ 71.654		$ 26.767	$ 26.767	$ 26.767
			CP	$ 30.450	$ 27.171		$ 10.150	$ 10.150	$ 10.150
Cambios en el riesgo de accidentalidad/Cambios en la movilidad peatonal y vehicular/Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios	PGS 06	Subprograma Cultura Vial	CO	$ 171.150	$ 152.721		$ 57.050	$ 57.050	$ 57.050
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Cambios en el desplazamiento poblacional/Generación de expectativas/ Generación de nuevos conflictos	PGS 07	Subprograma Afectación a terceros	CO	$ 129.600	$ 115.645		$ 43.200	$ 43.200	$ 43.200
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos/Generación de nuevos conflictos/Generación de expectativas/	PGS 08	Subprograma Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	CO	$ 4.000	$ 3.569		$ 1.333	$ 1.333	$ 1.333
			CP	$ 213.150	$ 190.199		$ 71.050	$ 71.050	$ 71.050
TOTAL, PMA				**$ 5.353.796**	**$ 4.581.973**	**$ 0**	**$ 1.712.218**	**$ 1.711.301**	**$ 1.711.301**
TOTAL, CP				**$ 2.508.068**	**$ 2.238.010**	**$ 0**	**$ 836.023**	**$ 836.023**	**$ 836.023**
TOTAL, CO				**$ 2.845.728**	**$ 2.343.963**	**$ 0**	**$ 876.195**	**$ 875.279**	**$ 875.279**
TOTAL, CT				**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
MEDIO ABIOTCO				**$ 3.391.366**	**$ 2.846.295**	**$ 0**	**$ 1.063.844**	**$ 1.062.928**	**$ 1.062.928**
MEDIO BIÓTICO				**$ 372.509**	**$ 316.954**	**$ 0**	**$ 118.400**	**$ 118.400**	**$ 118.400**
MEDIO SOCIOECONÓMICO				**$ 1.589.920**	**$ 1.418.724**	**$ 0**	**$ 529.973**	**$ 529.973**	**$ 529.973**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
*Cifras en miles de pesos
CO: Costos operativos; CP: Costos de personal; CT: Costos de transacción

10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional uno (UF 1) la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Cúcuta y Pamplona en el Departamento de Norte de Santander.

Tal y como se expresó en el marco conceptual, la evaluación económica para los impactos residuales se realiza a partir de metodologías de precios de mercado (cambio en la productividad) y gastos actuales y potenciales (costos de reemplazo y precios sombra); las cuales permiten establecer los costos sobre los bienes ambientales y sus servicios ecosistémicos asociados, a través de valores de uso directo e indirecto, y valores de no uso.

En la Tabla 10.41 se relaciona las metodologías específicas de valoración económica utilizadas para la monetización de los impactos no internalizables y el instrumento de valoración seleccionado. Cabe anotar que algunos impactos no tienen una valoración monetaria específica, puesto que sus efectos recaen sobre un mismo bien ambiental, por tanto, su monetización duplicaría los efectos sobre el bien. De igual forma, se presentan impactos sobre los ecosistemas para los cuales no existen usuarios directos o indirectos, por tanto, la puesta en marcha del proyecto no prevé cambios significativos en el bienestar social y por ello no son monetizados.

Tabla 10.41 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración económica

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
Variación del nivel freático	Manantial UF1-PA13 Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Provisión	Agua	La construcción del trazado vial tiene una incidencia alta sobre puntos de agua subterránea localizados sobre las líneas de los chaflanes y próximos al eje del trazado. La valoración económica del impacto se deriva de las funciones de uso directo y de valor de existencia. Para el valor de uso se utilizó la técnica de valores de mercado basados en el supuesto que la disminución en la oferta del recurso puede estimarse a través del costo de oportunidad del recurso en otros usos potenciales relacionados con el consumo humano, dados los usos suelo dominantes en el área de estudio. Para estimar el valor del no uso del agua, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio patrocinado por el Centro de investigación económica y social -Fedesarrollo- (García, Calderón, Hernández, & López, 2013) que se titula "Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán".
Generación y /o activación de procesos denudativos	Zona de amenaza geotécnica alta	Regulación	Erosión	Para la valorar el impacto relacionado con fenómenos erosivos y de remoción de masas de suelo y roca, se consideraron los costos inducidos

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
				para la reparación de los daños y los ingresos perdidos por el cierre de la vía.
Cambios en las características de los suelos Alteración del uso actual	Categorías de Clase 5 Clase 7, Clase 8	Provisión	Alimentos materias primas	Valoración de los servicios ambientales directos e indirectos que provee el suelo dentro de ellos: retención de gases, retención hídrica, producción de nutrientes y producción de bienes y servicios (Uso actual).
Cambio en los niveles de presión sonora	Frente de obra - diseño vía Portales Portales y túnel	Cultural /Soporte	Tranquilidad /Fauna	Para la valoración del impacto se recurrió a la metodología de transferencia de beneficios de valor fijo, utilizando los resultados del estudio "Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Correa, Osorio, & Patiño, 2015), en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estimaron la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.
Modificación de la calidad paisajística	Subsistema Agropecuario (Cap)	Culturales	Percepción	Para estimar el valor de las alteraciones al paisaje, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016), en el cual haciendo uso de la metodología de valoración hedónicos con econometría especial, se estima cuanto se incrementa el valor de cada predio aproximadamente, por cada metro que se aleja del elemento que perturba el paisaje, en este caso la mina El Eucalipto. A continuación, se presentan el estudio empleado para trasferir el valor estimado a los predios que presentan perturbación visual.
Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) - Arbustales (3221-3222)	Provisión Regulación	Madera Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica	Teniendo en cuenta a que este impacto hace referencia a la transformación del entorno que genera la pérdida de la cobertura vegetal, y con ello a la alteración de los servicios ambientales que el hombre obtiene de la flora En este contexto para la valoración económica se tienen en cuenta los valores de uso directo (madera) e indirecto como son los servicios ambientales prestados por el bosque dentro de ellos: control de la erosión, regulación hídrica y captura de carbono.
Intervención áreas de manejo especial	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) y Arbustales (3221-3222) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	Provisión Regulación	Madera Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica	Las actividades del proyecto generan intervenciones en áreas estratégicas, sensibles y/o protegidas, causando de esta manera una alteración en las condiciones de dicha área. La valoración económica se fundamentó en la transferencia de valores establecidos por la autoridad ambiental para la protección de las coberturas boscosas protegidas
Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (Hábitats conservación de la diversida	Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una	La disminución del tamaño de las coberturas naturales, a parches de diferente tamaño y con un nivel de aislamiento cada vez mayor, tiene como consecuencias principalmente la fragmentación y la perdida de conectividad entre los ecosistemas, la cual conduce a la pérdida la fauna y biodiversidad.

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
		d genética)	diversidad de plantas y animales	Teniendo en cuenta las características de los impactos, la valoración económica de estos se fundamenta en el uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, como proxy de la disponibilidad a pagar del estado colombiano por la conservación de los bosques.
Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (Hábitats conservación de la diversidad genética)	Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una diversidad de plantas y animales	
Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (conservación de la diversidad genética)	Conservar una diversidad de plantas y animales	
Modificación destinación económica del suelo	Infraestructura (comercial-curva de adioses)	Económicas	ingresos	Las actividades económicas tradicionales de los asentamientos instalados junto a la vía existente específicamente en la curva de los adioses se verán afectados el desarrollo de las obras. Dadas las características del impacto se propone valorar la perdida en el nivel de ingresos que dejan de percibir por familia que subsisten del comercio y que desarrollan su actividad en la unidad funcional 1, tomando como insumo el inventario predial y las encuestas desarrolladas en el marco del estudio de impacto ambiental
Cambios en el desplazamiento poblacional	Unidades territoriales menores del área de influencia (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, La Hojancha, El Naranjo, Ulagá Baja y Barrios Simón Bolívar, El Buque y San Luis)	Culturales	socioeconómicos	Para la valoración de los efectos no compensados en la liquidación predial, se empleó la metodología de preferencias declaradas, en la cual se simula un mercado por medio de encuestas de potenciales consumidores (Residentes de las veredas y barrios emplazados en el área de afectación predial del proyecto, específicamente los predios que suponen el traslado de unidades sociales) en donde la oferta es representada por el entrevistador y el formulario de encuesta, mientras que la demanda corre a cargo del encuestado al cual se le pregunta por la valoración del bien o servicio ambiental. Se llama valoración contingente porque la disposición a pagar de las personas es contingente al escenario hipotético planteado por el encuestador.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a los beneficios, de acuerdo al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010) y la guía de Criterios Técnicos del ANLA (ANLA, 2017) los cuales corresponden a los beneficios generados por la Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a situación sin proyecto), por la implementación de proyectos voluntarios locales (diferentes a las medidas del PMA, compensaciones, o aquellas que atiendan algún impacto generado por el proyecto), Reducción del tiempo de viaje y

mejoramiento de infraestructura social o comunal (diferente a las afectadas por algún impacto generado por el proyecto y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia debido a los programas ejecutados.

Sin embargo, dadas las características del proyecto y conforme a los resultados de la evaluación ambiental, para la identificación de los beneficios se tomaron como referencia los impacto valorados como Muy relevantes, no obstante se evidencian impactos positivos que si bien modifican el bienestar de la sociedad, no generan cambios en la calidad o suministro de un bien o servicio ambiental, ni se derivan de ellos, por tanto, no se consideran objeto de valoración económica, como es el caso de los impactos relacionados con la generación de expectativas y la modificación de la participación comunitaria.

Por otro lado, varios de los impactos positivos calificados en la evaluación ambiental están asociados a las actividades propias del plan de manejo o el plan de abandono, las cuales son una obligación derivada de las obras y afectación del proyecto, las cuales debe desarrollar el concesionario para dar cumplimiento a la normatividad legal vigente con el fin de disminuir los impactos o efectos negativos del proyecto.

En este contexto se determinó que los beneficios sociales y ambientales del proyecto corresponden a la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos.

Tabla 10.42 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica

Beneficio ambiental	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Indicador Impacto	Metodología de valoración
Beneficio generado por ahorro en los costos generalizados del transporte	Económico y espacial	Ahorro en costos de operación Ahorro en tiempos de viaje	Ahorro en tiempo 0.35 min Ahorro en costos	El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Finalmente, los supuestos bajo los cuales se realiza la valoración económica para el proyecto se listan a continuación:

1) La evaluación económica toma como referencia los potenciales impactos generados por la construcción del segmento vial de la unidad funcional 1 (Variante de Pamplona) en el Departamento de Norte Santander

2) El análisis costo beneficio -ACB- desarrollado responde al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y la Guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), donde se establecen como beneficios: impuestos, el empleo generado y los ahorros en los costos generalizados del transporte y proyectos de Adicionalidad

ambiental. En cuanto a los costos se toman como referencia los valores económicos de los impactos ambientales residuales asociados al proyecto, evaluados en el presente estudio.

3) Para efectos de los cálculos se consideró la tasa social de descuento (TSD) establecida por el Departamento Nacional de Planeación DNP equivalente al 12%.

4) Se selecciona un horizonte de análisis temporal de 25 años para efectos de la estimación de beneficios y costos. El horizonte de análisis de los impactos corresponde a 1 año de pre-construcción, 3 años de construcción y 21 años de operación.

5) En los flujos de fondos no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios. Es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes.

6) Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP).

7) En el Anexo 9B se adjunta la hoja de cálculo de la evaluación económica de impactos ambientales residuales

10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales, a través de la aplicación de técnicas de valoración económicas que se utilizan para determinar en términos monetarios el valor de los potenciales impactos asociados a la construcción de la UF1 que hace parte del proyecto de conexión vial entre Cúcuta y Pamplona.

10.4.1.1 Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y el impacto por la Alteración del uso actual del suelo

El suelo es un componente que sustenta la producción primaria de los ecosistemas terrestres, ya que en él se llevan a cabo procesos esenciales para el sostenimiento de la vida en el planeta (Universidad Tadeo Lozano, 2002).

Según (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000), citado por (DOSSMAN, 2009), todos los procesos que integran la fauna y microbiota del suelo, como componentes fundamentales de la diversidad al nivel funcional de los sistemas agrícolas, determinan los servicios del suelo. Sus funciones principales (regulación de plagas y enfermedades, ciclaje y retención de nutrientes, y mantenimiento de la estructura del suelo) permiten mantener una alta calidad del suelo (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000).

El desarrollo de las actividades constructivas del UF1, puede generar cambios en las características del suelo de la nueva infraestructura vial y la adecuación de la infraestructura

de apoyo (vías industriales, campamentos, zonas de servicios, Zodmes)[5]. En la Tabla 10.43 se presentan las áreas de suelo sujetas de intervención por el proyecto.

Tabla 10.43 Área de suelo objeto de intervención

Actividades	Área en ha	%
Acceso ZODMES	7,81	15,8%
Área de almacenamiento	1,47	3,0%
Bahía	0,58	1,2%
Diseño Vía	19,85	40,2%
Polvorín	0,27	0,6%
Portal	0,43	0,9%
Vía industrial	0,99	2,0%
ZODME	17,95	36,3%
Zona de lavado y parqueo	0,04	0,1%
Total	**49,39**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para cuantificar los costos ambientales generados por los cambios en las características de los suelo, a causa de la ejecución de actividades asociadas a la construcción de la vía, se determinó el cálculo de pérdidas del carbono contenido en el suelo, alteración o pérdida del servicio de retención de agua, alteración en el servicio de ciclaje de nutrientes, así mismo también se consideraron los cambios de productividad que se generan en las áreas afectadas con el fin de capturar el valor de uso directo del suelo. La valoración de la pérdida potencial de captura de carbono y retención de agua y cambios de productividad se abordó mediante la metodología de precios de mercado, mientras que el impacto de pérdida de nutrientes con la metodología de gastos actuales y potenciales.

10.4.1.1.1 Alteración servicio secuestro de carbono

La valoración de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento de carbono se desarrolla a través del método de precios de mercado, tomando como referencia los trabajos de (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001), (Cotler, López, & Martínez , 2011)

La metodología consiste en la cuantificación y valoración del carbono(C) fijado y almacenado en el horizonte orgánico de las diferentes unidades cartográficas de suelo, el cual va a ser impactado con las actividades del proyecto. El carbono almacenado en el suelo (CAS) en ton/ha, se estimó a partir del porcentaje de C en el suelo (%CS), la densidad aparente (DA) y la profundidad de muestreo (P) del mismo (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001) a partir de la Ecuación 10.4

Ecuación 10.4 Cálculo del carbono acumulado en el suelo

$$CAS = \%CS \times DA \times P$$

Donde:

CAS: Carbono acumulado en el suelo
%CS: Porcentaje de Carbono en el suelo utilizando el método de Walkley y Black
DA: Densidad aparente del suelo

[5] Se excluyen los reportes del área túnel, en tanto los portales de entrada salida quedan incluidos en el diseño de la vía

P: Profundidad del horizonte orgánico

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001)

Para la conversión de materia orgánica a C, se usó el factor 1,724 (Jaramillo, 2002) y para el cálculo del carbono total, se utilizó el área de cada unidad cartográfica en el área puntual de intervención, como se muestra en la Ecuación 10.5.

Ecuación 10.5 Cálculo carbono total almacenado

$$Ci = AVi \times CVi$$

Donde:

Ci: Carbono total almacenado en el suelo por tipo de unidad cartográfica (i:1,2…4). Las tres unidades suelo identificadas son: MMAe1, MMEg, MMKf1 (Perfiles PC01, PC02, PC03)

AUi: Área total de la unidad cartográfica (Intervanción)

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001)

Por su parte, el valor de la concentración de carbono orgánico aproximado de los suelos del área de influencia, proviene de los resultados obtenidos en los análisis de parámetros fisicoquímicos del suelo registrados en el Estudio General de suelos de Norte de Santander desarrollado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Codazzi, 2006), complementado con los resultados de las unidades de suelos que fueron muestreadas en el marco del estudio de impacto ambiental. En el Capítulo 5 se describieron las unidades cartográficas de suelo y los componentes taxonómicos encontrados en el área de influencia del proyecto.

Teniendo en cuenta que el comportamiento de la materia orgánica es un proceso complejo, determinado por las interacciones entre las plantas, insectos, hongos y microorganismos edáficos es no es posible afirmar con precisión qué cantidad del carbono de esta materia corresponde a C almacenado y qué cantidad a C respirado en el metabolismo de los microorganismos del suelo. Sin embargo, se parte del supuesto de que la destrucción del suelo enviará todo el C a la atmósfera como CO_2. De esta manera, el dióxido de carbono transferido por el suelo, a través de la acumulación de materia orgánica se calcula mediante la

Ecuación 10.6 Dióxido de carbono transferido a la atmósfera

$$Ct = \Sigma Ci4i = 1i\ x(PM)$$

Donde:

DCt: Dióxido de carbono transferido a la atmósfera, medido en toneladas de CO_2 para las cinco unidades cartográficas del área puntual de intervención.

PM: Proporción molecular para pasar de carbono (C) a dióxido de carbono (CO_2). Este factor corresponde a (44/12)[6], según, (IDEAM) *y Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente*

Fuente: (CONAP, 1999), Rodríguez y Ramírez (2008), Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

La Tabla 10.44 se presenta el cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera considerando una hectárea de cada una de las unidades de suelos caracterizadas a diferentes profundidades. Para el cálculo se utilizan las ecuaciones de carbono acumulado en el suelo, carbono total almacenado y dióxido de carbono transferido a la atmósfera, por cada una de las cinco

[6] Factor de conversión cuyo numerador corresponde al peso molecular del CO2 y el denominador al peso atómico del C.

unidades cartográficas características del UF1, determinando un valor promedio por hectárea de acuerdo con la proporción de cada unidad dentro del área de estudio. El resultado del promedio ponderado representa la base de cálculo para establecer el valor económico del potencial de secuestro de carbono.

Tabla 10.44 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera

CS	Horizonte	Profundidad	MO	CO	DA	Carbono almacenado CAS	Carbono almacenado CAS	Área Hectáreas	Carbono total	Dióxido de carbono potencialmente transferido	% UCS dentro del área
		cm	%	%	gr/cm3	Kg/Ha	Ton/Ha	ha	(Ton/ha)	(Ton CO2)	%
PC01	1	50	2,84	1,65	1,6	132.000,00	132,0	1,00	132	484	17,9
PC02	1	60	3,3	1,91	1,6	183.360,00	183,4	1,00	183	672	17,1
PC03	1	45	3,13	1,82	1,39	113.841,00	113,8	1,00	114	417	52,8
	2	45	1,5	0,87	1,39	54.418,50	54,4	1,00	54	200	
Valor Total							**120,9**		**145,1**	**531,96**	**88***

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
*El porcentaje restante corresponde áreas de suelo urbano (ZU) y superficie de agua.

Los resultados de la Tabla 10.44 evidencian que en promedio una hectárea de suelo de área de intervención almacena 145,1 ton C/ha (Carbono Total), las cuales equivalen a 531,96 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera debido a la pérdida de una hectárea de horizonte de suelo.

Finalmente, a través de la Ecuación 10.7 se establece de valor económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo, utilizando como variables de cálculo las 49,39 ha de área de suelo de intervención. De igual manera para su cuantificación se determina precios promedios del carbono, inferidos con base a los indicadores de precio de carbono del GS VER/CER (La bolsa de SENDECO2, 2018) Premium de enero a Julio del 2018 y traído a pesos en función del precio promedio del Euro del año 2018 ($3.432,29 pesos).

Ecuación 10.7 Valor Económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo

$$VEIS = DCt \times Pc$$

Donde:
VEIS: Valor económico de la pérdida de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono en el suelo o valor económico del impacto.
DCt: Dióxido de carbono transferido, medido en toneladas de CO2
PC: Precio en el mercado del carbono, dado por $686,46/tonCO2 (Precio Promedio del carbono Julio 2018/ GS VER/CER Premium)

Fuente: (CONAP, 1999) y Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

Substituyendo los valores se determina qué el valor total del impacto asciende $ 18.035.627,4 pesos año, considerando las 49,39 ha a intervenir. Lo que es equivalente $ 158.430.646,77 asumiendo un horizonte de análisis de 25 años; la tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014, tal y como lo muestra la Tabla 10.45.

Tabla 10.45 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono

Valor total pérdidas servicio secuestro de carbono	
Carbono secuestrado	531,96
Precio Promedio del carbono Julio 2018/ GS VER/CER Premium	$ 686,46
Hectáreas que afectar	49,39
VEC	$ 18.035.627,39
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 158.430.646,77**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.2 Alteración del servicio de retención hídrica del suelo

La capacidad de retención de agua en el suelo es una de las características más importantes de este, la cual se relaciona con la interacción de este elemento con los poros y la fracción gaseosa presente en el suelo.

Propiedades como la textura, estructura y contenidos de materia orgánica son determinantes para lograr la determinación de la capacidad de retención de humedad de un determinado suelo, en donde los suelos pesados (con altos porcentajes de arcillas) poseen una mayor capacidad de retención de agua en comparación con suelos ligeros (con una alta fracción de arena).

La capacidad de campo (CC), es un parámetro que permite evaluar la capacidad máxima de retención de agua, la cual indica la cantidad de agua que es capaz de retener el suelo que ha sido saturado y dejado drenar libremente. Esta se indica en porcentaje con respecto al peso del suelo.

Para la determinación de la capacidad de retención de agua del suelo, se realizó el cálculo de la CC y el peso del suelo por hectárea (W/ha), utilizado los datos colectados en campo, análisis de laboratorio y la descripción de los perfiles modales. Longa para perfiles. Suelos y la fórmula de Bodmay & Mahmud para la determinación de la capacidad de campo con base en la granulometría de los suelos. Las propiedades de los perfiles se muestran en la Tabla 10.46.

Tabla 10.46 Propiedades físicas de los perfiles

Horizonte	Profundidad		DA	CLASE TEXTURAL	A	L	Ar	CC
	cm		Kg/m3		%			
PC01-1	0 - 50	50	1.600	F-Ar-A	59,42	14,64	25,9	0,209
PC01-2	50 - 74	24	1.600	F-Ar-A	55,47	12,59	31,9	0,239
PC01-3	74 - 100	26	1.390	Ar-A	49,32	14,64	36,0	0,268
PC02-1	0 - 60	60	1.690	A-F	81,72	12,57	5,7	0,085
PC02-2	60 - 90	30	1.630	F-A	73,67	18,60	7,7	0,111
PC03-1	0 - 45	45	1.390	Ar	32,68	24,91	42,4	0,328
PC03-2	45 - 90	45	1.390	Ar	23,69	12,85	63,5	0,425
PC03-3	90 - 116	21	1.390	Ar	15,37	16,98	67,6	0,459

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

DA: Densidad aparente
A: Arena
Ar: Arcilla
F: Franco
CC: Capacidad de campo
W: Peso del suelo

Con base en los datos anteriores se realizó el cálculo de la capacidad de retención de agua en el suelo, la cual se presenta a continuación.

$$Capacidad\ de\ retención\ de\ agua\ \left({}^{m^3}/_{ha}\right)(CRA) = W_{hte\,1}CC_{hte\,1} + W_{hte\,2}CC_{hte\,2}$$

Tabla 10.47 Propiedades físicas del perfil

Horizonte	CC	W	CRA
		Tn/ha	m3/ha
PC01-1	0,209	8.000,00	1.668,00
PC01-2	0,239	3.840,00	918,02
PC01-3	0,268	3.614,00	967,78
PC02-1	0,085	10.140,00	863,04
PC02-2	0,111	4.890,00	540,82
PC03-1	0,328	6.255,00	2.054,34
PC03-2	0,425	6.255,00	2.656,37
PC03-3	0,459	3.614,00	1.657,34
		Total	**11.325,72**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
CC: Capacidad de campo
W: Peso del suelo
CRA: Capacidad de retención de agua

En este sentido, teniendo presente el volumen de capacidad de retención de agua del suelo, se establece el porcentaje de equivalencia de cada perfil, en función del área que ocupa los mismos en el área de intervención de la UF1. Con base en lo expuesto se estima la capacidad de retención de agua a tener presente en cada perfil (Ver Tabla 10.47)

De esta manera, se parte del supuesto que la sumatoria dichos volúmenes responde a los precios de mercado preestablecidos por el acueducto a nivel comercial, por metro cubico consumido la ciudad de Pamplona. Partiendo de esta base y teniendo en cuenta el compartimiento del mercado del servicio de acueducto, en función de una aproximación promedio del valor de metro cúbico de agua para estrato cuatro (4).

Considerando la capacidad de agua retenida en el suelo (11.325,72 m^3/ha) y determinando como precio de mercado el valor promedio del m^3 para la ciudad de Pamplona, se procede a estimar el costo generado con la alteración de las características del suelo, hacia el recurso agua, para la extensión total de 49,39 ha, correspondientes a áreas de intervención del proyecto, como se observa en la Tabla 10.48.

Tabla 10.48 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo

Hectáreas totales afectadas (ha)	49,39
Capacidad de retención de agua (m^3/ha)	11325,72
Precio Comercial del m3 de agua	$ 1.272,22
Costo anual de la afectación sobre el agua retenida en el suelo	$ 711.650.962,84
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 6.251.366.800,90**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En síntesis, el costo anual generado con la alteración del agua retenida en el suelo se estima en $ 711.650.962,84 pesos anuales, alcanzando una cifra de $ 6.251.366.800,90 teniendo en cuenta el horizonte de análisis del proyecto.

10.4.1.1.3 Alteración servicio producción de nutrientes

La valoración del impacto se desarrolla a partir de la estimación de la pérdida potencial de macronutrientes del suelo, a través de un modelo de costos de reemplazo o costos de sustitución. El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados por un proyecto.

En el caso particular del proyecto se consideran las cantidades y el costo de los fertilizantes requeridos para reemplazar los nutrientes identificados en las unidades muestreadas, los cuales podrían perderse como consecuencia de la alteración de las propiedades FQ y microbiológicas del suelo. En la Tabla 10.49 se presenta el inventario de nutrientes disponible en las cinco unidades cartográficas características del área interés, con base en los análisis químicos de caracterización de suelos.

Tabla 10.49 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto

UCS	profundidad	pH	MO	CO	P	acidez inter	Al inter	Sat Al	Ca	Mg	K	Na	CICE(BT)	CIC	% BASES	% UCS dentro del área AI
	cm		%		ppm	Cmol/Kg										%
PC01	50	5,2	2,84	1,65	9,34	1,72	1,48	33	2,01	0,36	0,2	0,14	4,43	2,71	67	18%
PC02	60	4,78	3,3	1,91	34,16	1,9	1,64	56	0,59	0,2	0,09	0,14	2,92	1,02	44	17%
PC03	45	4,91	3,13	1,82	55,3	3,77	3,49	35	4,89	0,93	0,36	0,14	10,9	6,32	65	53%
PC03	45	4,88	1,5	0,87	7,04	12,57	10,64	67	2,47	0,36	0,19	0,18	15,77	3,2	33	
		4,94	**2,7**	**1,56**	**105,8**				**2,49**	**0,46**	**0,21**	**0,15**		**3,312**		**88%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Siguiendo la metodología (Cotler, López, & Martínez , 2011) se parte del supuesto que los milímetros más superficiales del suelo son los más ricos en nutrientes y humus, y los primeros que se pierden al iniciarse la erosión acelerada del suelo o al presentarse pérdida por cambio en el uso. Dichos nutrientes podrían ser restituidos por fertilizantes comúnmente utilizados en el mercado tales como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K_2O), Fósforo

(P_2O_5) y Nitrógeno (N) asimilable. Por tanto, se aproxima el valor de los nutrientes disponibles en el suelo, al valor comercial de dichos fertilizantes.

Teniendo que los resultados de la Tabla 10.49 representan la cantidad de nutrientes en el suelo en forma elemental se desarrolla la transformación o equivalencia a los requerimientos forma de fertilizantes. En Tabla 10.50 se presentan los resultados del balanceo de nutriente naturales a requerimiento de fertilizantes, anotando que se presentan varias alternativas de compuestos químicos disponibles en el mercado para sustituir o reemplazar los nutrientes del suelo. Para el cálculo del valor económico, se parte del inventario físico de nutrientes para cada unidad muestreada y del valor comercial de los fertilizantes, Carbonato de calcio, Cloruro de potasio, Nitrato amonio y Fosforita, considerando su composición o fórmula comercial, se estima el valor económico del impacto.

Tabla 10.50 Calculo necesidades de fertilizante

Valor (g/ha)	Conversión		Resultado (g/ha)	Kg/ha
1880000	Ca	CaCO3	4694836	469,5
309000	K	KCl	589210	58,9
649000	N	(NH4)NO3	1747047	174,7
400000	P	P2O5	916462	91,6
210000	Mg	MgO	348215	34,8

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los resultados del cálculo de requerimiento de fertilizante en la Tabla 10.51 se referencia el valor comercial de los nutrientes, aproximándolos al valor de mercado de los fertilizantes, teniendo en cuenta su composición o fórmula comercial, y considerando que dichos fertilizantes entrarían en reposición de los macronutrientes perdidos al alterarse las propiedades del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados.

Tabla 10.51 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos

Nombre comercial	Unidad	Precio $	Precio $/kg
Carbonato de calcio	50kg	$7.687	$153,74
Cloruro de potasio	Ton	$627.553	$627,5
Nitrato de amonio	Ton	$1.049.612	$ 1.049,6
Fosforita	Ton	$257.949,4	$ 257,74
Magnesio	Ton	$171.300	$ 171,30

Fuente: AGRONET - DANE, 2016; (Index Mundi, 2017); (Alibaba, 2017); (Agrogama Colombia, 2013)
Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET, el departamento administrativo nacional de estadística DANE y otras bases de costos con registros de precios de fertilizantes para el sector agrícola.

Teniendo en cuenta los precios del mercado, y de acuerdo con la metodología del costo de reposición, se concluye que el valor de impacto sobre los servicios ecosistémicos de ciclado de nutrientes, aproximado a la pérdida potencial de macronutrientes dispuestos en el mismo, asciende a $ 3.858.936,15 por hectárea.

Teniendo en cuenta las 49,39 hectáreas objeto de intervención, el valor del impacto se aproxima a $ 190.592.856,43 considerando un solo cobro, en la medida que los nutrientes

presenten en el suelo son el producto de un proceso de muchos años con tasas de reemplazo muy lentos, por lo tantos se considera como constantes y su valoración corresponde al stock estimado con base en los resultados de las pruebas de laboratorio (Ver Tabla 10.52).

Tabla 10.52 Valoración económica producción de nutrientes del suelo

Unidad cartográfica	Carbonato de calcio	Cloruro de potasio	Nitrato de Amonio	Fosforita	Magnesio
Inventario físico de nutrientes (Kg/ha)	469,48	58,92	174,70	91,65	34,82
Valor comercial Kg	$ 7.687,14	$ 627,53	$ 1.049,60	$ 257,94	$ 171,30
Valor económico por hectárea	$ 3.608.987	$ 36.974	$ 183.370	$ 23.639	$ 5.964
Valor económico total por hectárea					$ 3.858.936,15
Valor económico total por hectárea					$ 190.592.856,43
VPN (TSD 12%; 1 años)					**$ 190.592.856,43**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.4 Alteración en el uso económico del suelo

Con el propósito de medir las afectaciones sobre la actividad productiva del suelo en el área a alterar por la construcción de la vía, se analiza tres rubros (Ver ecuación): el primero relativo a la valoración de los cambios perdidas de productividad tomando como referencia las actividades predominantes en el área intervención; como segundo elemento se estima la pérdida de empleos asociada a los requerimientos de personal de cada una de las actividades productivas afectadas y finalmente se analiza el costo de oportunidad del suelo inutilizado tomando como base el valor de arriendo por hectárea.

Ecuación 10.8 Valor uso económico d

$$V_{UD} = Pp + Pe + CO$$

Donde

$V_{UD:}$ Valor de uso directo
P_p: Pérdida de productividad
CO: Costos de oportunidad
P_e: Perdida de empleo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La Tabla 10.53 señalan las áreas de acuerdo con el uso actual y potencial, por la cual se obtiene los parámetros de medición para la valoración monetaria del impacto.

Tabla 10.53 Áreas afectación del proyecto de acuerdo con las coberturas del suelo

Usos del suelo intervenido			
Actividad	**Cobertura**	**Área**	**%**
Acceso ZODMES	Arbustal	0,045	0,1%
	Bosque de galería y/o ripario	0,00	0%
	Pastos arbolados	0,18	0%
	Pastos limpios	1,18	2%

Usos del suelo intervenido			
Actividad	**Cobertura**	**Área**	**%**
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	6,35	13%
Total Acceso ZODMES		7,75	16%
Área de almacenamiento	Arbustal	0,00	0%
	Construcciones Rurales	0,06	0%
	Pastos arbolados	0,34	1%
	Pastos limpios	1,07	2%
Total Área de almacenamiento		1,47	3%
Bahia	Pastos arbolados	0,01	0%
	Pastos limpios	0,06	0%
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,51	1%
Total Bahia		0,58	1%
Diseño Vía	Arbustal	1,50	3%
	Bosque de galería y/o ripario	0,09	0%
	Construcciones Rurales	0,02	0%
	Mosaico de pastos con espacios naturales	1,80	4%
	Mosaico de pastos y cultivos	0,93	2%
	Pastos arbolados	6,22	13%
	Pastos enmalezados	2,43	5%
	Pastos limpios	5,36	11%
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,51	1%
	Zonas industriales o comerciales	0,98	2%
Total Diseño Vía		19,85	40%
Polvorín	Pastos arbolados	0,27	1%
Total Polvorín		0,27	1%
Portal	Pastos arbolados	0,01	0%
	Pastos limpios	0,43	1%
Total Portal		0,43	1%
Túnel / Acceso ZODMES	Arbustal	0,03	0%
	Pastos arbolados	0,03	0%
Total Túnel / Acceso ZODMES		0,05	0%
Vía industrial	Arbustal	0,01	0%
	Bosque de galería y/o ripario	0,02	0%
	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0%
	Pastos arbolados	0,20	0%
	Pastos enmalezados	0,05	0%
	Pastos limpios	0,65	1%
Total Vía industrial		0,99	2%
ZODME	Arbustal	0,80	2%
	Herbazal	1,04	2%
	Pastos arbolados	2,01	4%
	Pastos enmalezados	0,85	2%
	Pastos limpios	13,25	27%
Total ZODME		17,95	36%
Zona de lavado y parqueo	Construcciones Rurales	0,04	0%
	Pastos enmalezados	0,00	0%
Total Zona de lavado y parqueo		0,04	0%
Total general		49,3996	100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Valoración pérdida de productividad del suelo**

Con el propósito de medir las afectaciones a la actividad pecuaria en el área de influencia directa y particularmente en la franja del corredor se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA y se valoró el área en pastos, la capacidad de carga en UGG, los costos de producción, la inversión total y la ganancia por animal.

Se utilizaron los indicadores usuales en la evaluación de la producción pecuaria, como el número de animales y el peso promedio por cada uno, se estableció el precio 3400/kg[7] para animal en pie, y luego se obtuvo el valor por animal y finalmente el valor de hato ubicado en el área de afectación.

Una vez aplicados se obtuvo el valor económico de la producción pecuaria que se dejará de obtener a raíz de la ejecución del proyecto que alcanza un valor de $ 66.674.343 pesos y monto de $ 581.295.837 pesos, teniendo en cuenta un horizonte temporal de 25 años.

Tabla 10.54 Costo por afectación de la actividad ganadera

TIPO DE CULTIVO	ÁREA Ha*	CAPACIDAD DE CARGA (UGG)**		CAPACIDAD DE CARGA (UGG) (cabezas/ha)	
Pastos	36,47	0,8		29,17	
AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD GANADERA					
CABEZAS DE GANADO				**VALOR PRODUCCIÓN EXISTENTE**	
GRUPO	**N° ANIMALES**	**PESO PROMEDIO (Kg)*** **	**VALOR ANIMAL EN PIE (Kg)**** **	**VALOR/ ANIMAL ($)**	**VALOR TOTAL PESOS ($)**
UGG	29,17	350	3.400	1.190.000	34.715.417
GRUPO	**N° ANIMALES**	**PRODUCCION PROMEDIO (Lit)***** **	**PRODUCCION TOTAL (Lit.)**	**VALOR LITRO LECHE ($)**	**VALOR TOTAL PESOS ($)**
UGG	29,17	3,49	37.161,54	860	31.958.926
Valor total perdida en producción ganadera					**$ 66.674.343**
VNA (TSD 12%; 25 años)					**$ 581.295.837**

* Extraído de la tabla de cobertura.

** El valor de Kg. de animal en pie se obtuvo de la base de FEDEGAN Federación de ganaderos para Norte de Santander, cuyo precio mercado es sustancialmente menor que el promedio nacional, puesto que el mercado en la zona se encuentra afectado por la crisis de Venezuela (Contrabando de ganado) Precio Norte de Santander promedio $3400, fuente artículos Fedegan. Precio Promedio en Colombia junio 2017 -Julio 2018 $ 4704 COP Estadísticas Fedegan.

******El valor promedio del litro 3,49 L para el Departamentos Norte de Santander se obtuvo del Sistema de Información Boletín mensual. PRECIOS DE LECHE EN FINCA DANE (Referencia Cúcuta y Chinácota)

Para evaluar las afectaciones sobre la actividad agrícola se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA, cuyos resultados muestran que las hortalizas (Cebolla Larga) es el cultivo de mayor representatividad e importancia del área de influencia y de intervención en la UF1.

[7] El valor de Kg. de animal en pie se obtuvo de la base de FEDEGAN Federación de ganaderos para Norte de Santander, cuyo precio mercado es sustancialmente menor que el promedio nacional puesto que el mercado en la zona se encuentra afectado por la crisis de Venezuela (Contrabando de ganado) Precio Norte de Santander promedio $3400, fuente artículos Fedegan. Precio Promedio en Colombia junio 2017 -Julio 2018 $ 4704 COP Estadísticas Fedegan.

Es de resaltar, que los datos de rendimiento por hectárea para los cultivos predominantes en la zona, se obtiene de los registros y estadísticas sectoriales del Ministerio de agricultura (base agrícola), la cual se halla actualizada con datos de producción del 2014 (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015). En cuanto a los precios se utilizaron los valores referenciados en el Boletín Diario de precios Centro de abastos, Bucaramanga y Corabastos Bogotá.

Tabla 10.55 Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL (AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA)					
Tipo de cultivo	**Área sembrada Ha ***	**Rendimiento Ton/Ha *** **	**Producción/Ton**	**Precio/Ton****	**Valor total pesos ($**
Cebolla Larga	0,93	15,44	14,40	$ 1.400.000,00	$ 20.159.162,40
VALOR AFECTACIÓN ANUAL					$ 20.159.162,40
VNA (TSD 12%; 25 años)					**$ 177.084.448,93**

* Extraído de la tabla de cobertura.

** (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015) (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015). (Peñaranda , 2012)*;*

***http://www.centroabastos.com/administrador/examples/BU0106.htm,http://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/reportes/BoletinDescarga.php

De esta manera, con la estimación del costo sobre la actividad agrícola, se obtuvo que el valor económico que se dejara de percibir a raíz de la ejecución del proyecto, alcanzado un monto anual de $ 20.159.162,40 pesos, y un estimado de $ 177.084.448,93 pesos considerando el horizonte de análisis de 25 años y una tasa social de descuento planteada para Colombia por el DNP en 2014 del 12% (Ver Tabla 10.55).

Finalmente el valor total por la pérdida de productividad de las coberturas del suelo afectado alcanza un monto de $ 758.380.285 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años, y el cual es equivalente a la suma de la afectación en los suelos con coberturas agrícolas y ganaderas (Ver Tabla 10.54 y Tabla 10.55)

- **Pe - Costo de oportunidad generado con la pérdida del empleo que causaban las actividades agropecuarias (Ganado y cultivos de Cebolla Larga).**

Con la intervención de las áreas ganaderas y agrícolas la dinámica de la oferta de mano de obra de la zona incurre en un cambio significativo, esto a causa del empleo que se dejaría de generar con la intervención de los cultivos de cebolla larga además de la actividad ganadera.

Teniendo presente, como se acotó anteriormente, que parte de dicha área afectada desarrolla actividades de producción de cultivos predominantes en la zona, se procede a estimar el nivel potencial de jornales que esta actividad generaban, comprendiendo un razonamiento global del área a afectar y la cantidad de puesto de trabajo producidos por hectárea, estos últimos determinados con base el en reporte otorgado por el departamento

administrativo nacional de estadística – DANE –, sobre la matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales, a nivel de actividades agropecuarias (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2011).

Con base en lo anterior, se procedió a estimar el costo de oportunidad generado con la pérdida de empleo de las 0,93 ha de suelo, teniendo presente la equivalencia que representaba en la matriz del DANE para cada tipo de actividad agrícola (Hortalizas) y luego extrapolados a las hectáreas a afectar por el proyecto (Ver Tabla 10.56).

El salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente ($781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generase por hectárea, y a su vez por el área total a afectar por el proyecto. Con base en los anterior se estima el costo de oportunidad del empleo anual es de $ 3.642.946,05 pesos.

Tabla 10.56 Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola

Tipo de cultivo	Área	Jornales por hectárea	Número de jornales	Puestos de trabajo	Ingresos generados por hectáreas	Ingresos totales generados por cultivo
Cebolla Larga	0,93	150	140	0,81	$ 3.906.210,00	$ 3.642.946,05
VNA (TSD 12%; 25 años)						$ 3.642.946,05

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por otra parte, teniendo presente que el área equivalente de afectación a la actividad ganadera es de 36,47 ha, se procede a estimar el costo de oportunidad generado en dicha actividad. Desarrollándose así los análisis con base en los datos de empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, los cuales son registrados por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA), en su informe de costos de producción pecuario – costo de producción kilo de carne bovina – para la costa atlántica (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010)

Al igual que para la actividad agrícola, en la actividad ganadera el salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente ($781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generase con las cabezas de ganado estimadas. Lo anterior generando un costo de oportunidad total en el mercado laboral de la ganadería de $ 239.304,19 pesos.

Tabla 10.57 Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera

Estudio	Empleos generados por kilo de cabeza de ganado*	Cabezas de ganado estimadas a afectar en el proyecto**	Peso promedio (Kg.)	Puestos de trabajo a afectar en la actividad ganadera	Ingresos totales generados
Actividad ganadera EIA base 2018	0,00003	29,17	350,00	0,30631	$ 239.304,19

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

* Empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, registrado por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA);
Fuente: (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010)

En síntesis, el costo de oportunidad causado al empleo que generaba las actividades agrícolas y ganaderas en el área de influencia del proyecto fue de $ 3.882.250,24 pesos anuales $ 34.102.912,16 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.58 Costos totales generados con la pérdida de empleo

Costos totales generados con la pérdida de empleo	$ 3.882.250,24
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 34.102.912,16**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **CO- Costo de oportunidad del suelo**

El costo de oportunidad del suelo (CO) corresponde a la mejor inversión alternativa disponible para la zona, que para el caso del área de influencia y dadas características de las actividades predominantes en las áreas objeto de afectación, este corresponde al potencial alquiler o arriendo del terreno para el desarrollo de actividades agropecuarias.

Para la captura del valor se toma como referencia los valores reportados en el Boletín del DANE de Insumos y Factores de producción agropecuaria del mayo de 2018 (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario -SIPSA-), en el cual reportan los precios de arriendo promedio por Hectárea anual para pastoreo (terreno inclinado/ondulado) con agua, en el Muncipio de Chinacóta departamento Norte de Santander.

En consecuencia, el cálculo del costo de oportunidad corresponde al producto de las áreas a afectar por el valor promedio por hectárea estimado para la zona (Ver Tabla 10.59.)

Tabla 10.59 Valores de referencia hectárea para el área de estudio

Nombre departamento	Nombre municipio	Tipo de arriendo	Precio medio de mayo de 2018
Norte de Santander	Chinácota	Hectárea anual para pastoreo, terreno inclinado/ondulado con agua	$ 1.500.000
Norte de Santander	Cúcuta	Hectárea semestral para arroz, terreno plano con agua	$ 800.000

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El valor del costo de oportunidad inducido por la construcción del todo corredor vial se estimó con base en el promedio del valor del arriendo por hectáreas, multiplicado por el área de afectación de las coberturas productivas. En este contexto las pérdidas esperadas por la construcción del corredor vial se estimaron $ 43.008.134,79 pesos anuales y $ 377.797.038,21 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto (Ver Tabla 10.60).

Tabla 10.60 Estimación de las perdidas relativas al costos de oportunidad del suelo

Área de afectación	Valor Ha/año	Perdidas
37,40[8]	$ 1.150.000	$ 43.008.134,79
VNA (TSD 12%; 25 años)		$ 377.797.038,21

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Consolidado del impacto total generado con la alteración del uso económico del suelo**

Sumando el costo que se genera a nivel productivo en los cultivos predominantes en el área de intervención y la ganadería, el costo oportunidad que causa la pérdida del empleo que otorgaba el desarrollo de dichas actividades y el costos de oportunidad del suelo, se estima que la alteración del uso económico del suelo alcanza un costo anual de $ 133.723.890 pesos $ 1.174.672.882 considerando el horizonte de vida útil del proyecto (Ver Tabla 10.61)

Tabla 10.61 Pérdidas total potencial productivo del suelo

Pérdida potencial productivo del suelo	UF1
Pp - Pérdida potencial productivo	$ 86.833.505
Pe - Pérdida potencial empleo sectores	$ 3.882.250
CO- Costos oportunidad uso del suelo	$ 43.008.135
Valor total pérdida anual en producción	**$ 133.723.890**
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 1.174.672.882**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.5 Consolido valoración económica del suelo

Con base en las estimaciones de costos realizadas para cada uno de los servicios socioambientales, potencialmente perturbados con la afectación del suelo, se llegó al consolidado de la Tabla 10.62, el cual alcanzó una cifra estimada en $ 7.775.063.186 pesos extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.62 Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos

SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES	UF1
Pérdida potencial productivo del suelo (valor de uso directo)	$ 133.723.890
Pérdida potencial secuestro de carbono del suelo (Uso indirecto)	$ 18.035.627
Perdida potencial Retención de agua del suelo (Uso indirecto)	$ 711.650.963
Pérdidas potencial producción de Nutrientes del suelo (Uso indirecto)	$ 190.592.856
Valor Total Anual	**$ 1.054.003.337**
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 7.775.063.186**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

[8] Suma de 36,47 ha de suelo uso pecuario y 0,93 ha uso agrícola.

10.4.1.2 Cambio en la cobertura vegetal

Este impacto se presenta por la eliminación de las coberturas vegetales existentes en las áreas de intervención del proyecto, lo cual implica la afectación de los atributos ecológicos de la cobertura y otros impactos conexos[9].

El proceso de valoración económica se desarrolla a través de un método de valoración basado en precios de mercado, cuya monetización se derivada de la estimación de los servicios ecosistémicos afectados, utilizando como elementos de valoración de uso indirecto, la capacidad de secuestro de carbono, regulación hídrica, alteración producción de nutrientes y valor de uso directo de la producción de madera y leña. La monetización de los servicios de las coberturas boscosas objeto de eliminación como proxy del valor de las perdidas ambientales.

De acuerdo con la información puntualizada en el capítulo 7, para el desarrollo de las etapas de construcción del UF1, se solicita permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado de 49,39 ha de las cuales 2,47 ha se desarrollan en ecosistemas o coberturas naturales, no obstante, también se valoran los individuos arbóreos presentes en las coberturas antropizadas correspondientes a 37,4 ha. En este contexto para la valoración del impacto se toma como referencia las coberturas naturales objeto de sustracción tal como están señaladas en la Tabla 10.63.

Tabla 10.63 Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural

Ecosistema intervenido	Área intervenida (ha)
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,591
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,710
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,075
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,018
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,080
Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	37,398
Total	37,50

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.1 Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera

En el Capítulo 7, Demanda de Recursos Naturales se establece que se solicita permiso de aprovechamiento forestal de 2,47 hectáreas en términos de cobertura naturales y 37,4 ha de coberturas antropizadas, subrayando que existen limitaciones frente a las fuentes de información, dada los escases de estadísticas sobre precios para las diferentes calidades, especies y presentaciones de productos de madera a nivel nacional.

[9] Los impactos valorados guardan una estrecha relación entre sí, pues la fragmentación del ecosistema y la modificación del hábitat de la fauna terrestre es resultado del cambio en la cobertura vegetal.

En este sentido para establecer el valor del uso directo se toma como referencia las especies de mayor abundancia[10] y frecuencia conforme los resultados de caracterización de las parcelas muestreadas en el área de estudio, donde se identificó que las especies que presentan mayor densidad corresponde al Aliso (Alnus acuminata) y el Urapán (Fraxinus chinensis) con 136 y 63 que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IVI[11].

Para valorar este impacto se utiliza el precio de mercado de la especie de mayor abundancia identificada para las coberturas de Bosque de Galería[12], correspondiente a la especie Alnus acuminata (Aliso), el cual es un árbol que no es muy apreciado comercialmente teniendo en cuenta que la madera presenta baja durabilidad natural y es susceptible al ataque de termitas y a la pudrición si no se utilizan preservantes. No obstante, se emplea en la elaboración de muebles decorativos, instrumentos musicales, hormas para calzado, baja lenguas, lápices, toneles, artesanías, esculturas, mangos para herramientas, palos de escobas, utensilios domésticos, tableros contrachapados y tableros de partículas, chapas para triplex, cajas corrientes y guacales. La pulpa del aliso es de fibra corta, fuerte y fácil de impregnar, atributos muy valiosos para la elaboración de pasta de celulosa. La madera es muy apreciada para leña (valor calórico= 4.600 kcal/kg), ya que arde uniformemente, pero da mucha ceniza. El carbón, no obstante, es de regular calidad (CENICAFÉ, 2005).

Como segundo elemento se debe precisar que los volúmenes presentados corresponden al volumen total por cobertura (diámetro por altura total de cada uno de los individuos), estableciendo que técnicamente no todo el volumen corresponde a madera comercial[13], por tal motivo y con base en las medidas dasometrica de cada uno de los individuos se estable el volumen comercializable a precios de mercado, y un volumen aprovechable como madera leña.

El valor proxy de m3 de madera se obtuvo del *Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor)* desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C (Citado en el documento Diagnostico Colombia Reforesta (DNP, 2015)), en

[10] Generalización de área y volumen considerando la especie de mayor valor comercial identificada en la caracterización de las parcelas. Este primer elemento es sustancial en la medida que se parte de una generalización superlativa, la cual supone que todo el volumen aprovechamiento estimado para cada una de las coberturas corresponde a la especie de mayor valor económico, es decir se extiende a toda el área, lo que sin duda alguna determina que no se subestime el valor del uso directo del Bosque.

[11] Índice de valor de importancia de la especie que considera la abundancia frecuencia y dominancia de cada especie en la parcela

[12] El Valor de uso directo se estima tomando como referencia exclusivamente las coberturas de Bosque de galería, teniendo en cuenta que las coberturas restantes están compuestas por arbustos y herbáceas; no obstante, estas coberturas si se consideran en la estimación de los servicios de uso indirecto.

[13] Madera con características deseables para fines comerciales cuyo dimensionamiento obedece a la cubicación del área basal hasta la altura en la cual se conservan las propiedades de diámetro y rectitud deseables para su comercialización; el volumen restante se considera madera leña.

el cual determinan que en promedio la madera ordinaria de especies exóticas se comercializa a un precio de $ 176.319,92 pesos por metro cubico. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 y que el valor por metro cúbico en Bogotá es cerca de siete veces más de lo que recibe el productor de madera proveniente tanto del bosque natural como de plantaciones.

En cuanto al valor la fracción considerada como madera leña se obtuvo del Resolución 1196 del 2009 de la CAR, en el cual determinan que en promedio la madera leña se comercializa a un precio de $144.463 pesos, a un valor equivalente a 9 m3 de madera. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2009).

En la Tabla 10.64 se presentan el estimado de los recursos maderables el cual se estima en $ 57.718.490 pesos asumiendo un único pago en el primer año del proyecto.

Tabla 10.64 Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas

COBERTURA VEGETAL		TALA FORESTAL UF1						
Unidad	Nº Hectáreas	Volumen total m3/Ha	Volumen comercial m3/ Ha	Volumen Total (m3)/ total*	Volumen comercial (m3)/ total**	Valor Madera Comercial ($)/m3 ***	Valor Madera leña m3****	Valor Total Anual ($)
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,018	79,42	25,60	1,43	0,46	$ 176.320	$ 144.463	$ 96.805
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,080	83,50	35,06	6,68	2,80	$ 176.320	$ 144.463	$ 556.730
Individuos censados Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	37,4	17,73	7,75	662,89	289,67	$ 176.320	$ 144.463	$ 57.064.955
TOTAL	**0,10**	**161,42**	**VNA (TSD 12%; 1año)**					**$ 57.718.490**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
* Volumen total de aprovechamiento)
Volumen comercial por hectárea de las especies restantes, cuya madera puede comercializarse como madera leña
***El valor del m^3 de madera se obtuvo del Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor) desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C
**** Valor de 9 metros cúbicos de Madera leña Resolución 1196 del 2009 de la CAR, traído a precios 2018.

10.4.1.2.2 Valoración alteración servicio de regulación hídrica

La cobertura vegetal permite regular la escorrentía de tal manera que evita la estacionalidad drástica del suministro de agua en fuentes utilizadas para acueductos y otros usos. Un área

de plantación (comparada con un área desprotegida en una microcuenca) tiene una función reguladora de la escorrentía, mejora el almacenamiento de agua y reduce su velocidad de evacuación a un cauce natural. Al aumentar el caudal en el período seco y reducirlo en el lluvioso, se mejora la disponibilidad de agua para consumo humano, riego y otros usos.

En una cuenca determinada hay una disponibilidad de agua superficial que depende del patrón de precipitación, el área de la cuenca o del área de afluencia a un punto determinado o "punto de entrega" y las "pérdidas" naturales a través de evaporación, evapotranspiración e infiltración.

Esta disponibilidad se traduce en oferta, cuando el recurso natural se convierte en insumo de una actividad económica y la cuenca se convierte en un bien de capital natural productivo. Este bien, que puede incluir, componentes naturales y obras de protección (plantaciones forestales, conservación de suelos), requiere mantenimiento con el fin de sostener su capacidad productiva, lo cual tiene un costo en términos principalmente de mano de obra del beneficiario y asistencia técnica de la corporación.

La cantidad del recurso natural está disponible a una tasa natural y estocástica, concentrada durante el período lluvioso del año y muy baja en el período seco, mientras que la cantidad de agua como bien económico se requiere entregar a una tasa preferiblemente constante durante el año. Convertir el primer patrón en el segundo puede ser costoso en términos de obras de regulación, almacenamiento (embalses) y mantenimiento.

Bajo este concepto, la medida pertinente para la cantidad de agua disponible en un área determinada no es, entonces, un volumen o caudal sino una distribución de caudales o un volumen de agua distribuido durante el ciclo hidrológico anual, teniendo que la coberturas naturales minimizan la pérdida de humedad por escorrentía y evaporación y mejorando la disponibilidad de agua del suelo y la eficiencia del uso del agua mediante el mejor manejo del suelo la evaporación directa de la superficie del suelo.

De acuerdo con lo anterior, se establecieron algunos criterios, partiendo de la base que una hectárea recibe determinados mm/año de precipitación que puede aportar una fracción de esta (en m^3) durante algunos meses secos del año:

- Datos precipitación área de estudio: Precipitación media anual registrada en estaciones de referencia 1000 mm/m2-año; Precipitación media anual en m3/ha año

$$1000\,\frac{mm}{m^2\,año} \times \frac{10000\,m^2}{ha} \times \frac{1m^3}{1000\,lt} = 10000\,\frac{m^3}{ha\,año} = 833{,}3\,\frac{m^3}{ha\,mes}$$

- La cuantificación del servicio de regulación hídrica está dado entonces por el volumen de agua asociado a la recarga de humedad al suelo y de acuíferos por percolación (ver Tabla 10.65), tomando como referencia los datos del estudio de

Hidrología de cuatro coberturas vegetales en la microcuenca del Río Jalapa, Yoro, Honduras, citado por Francisco Jiménez[14] (Jimenez).

Tabla 10.65 Estimación regulación hídrica coberturas naturales

	Precipitación	100%	833,3	m3/ha -mes
a	Intercepción hojarasca	3,7%	30,83	m3/ha -mes
b	Intercepción cobertura	39,7%	330,83	m3/ha -mes
c	Escorrentía	12,7%	105,83	m3/ha -mes
d	Evapotranspiración	31,1%	259,17	m3/ha -mes
e	Recarga del acuífero	12,8%	106,67	m3/ha -mes
	Fracción disponible meses secos del año D	**100%**	**106,67**	**m3/ha**

Fuente: (Fassbender & Grimm , 1981) citado por Francisco Jiménez (Jimenez) adaptado por la consultoría.

- El volumen de agua de regulación hídrica corresponde entonces a la fracción interceptada más el volumen de recarga, la cual potencialmente estaría disponible para los meses secos del año y por causa del proyecto se dejaría de percibir y por tanto se constituye en un costo ambiental:

$$\mathbf{106,67}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha\ año}}\ \boldsymbol{X\ 3\ meses\ secos\ años} = \mathbf{320}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha}}$$

- El valor del metro cúbico de agua de $1272 corresponde a la tarifa promedio en pesos por m^3 vigente en el año 2018 para el municipio de Pamplona (Tarifas Acueducto de Pamplona vigente para el 2018).

Desde el punto de vista teórico, el valor de la tasa representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por la autoridad ambiental competente, la tasa representa un buen indicador del valor de uso del recurso agua.

Los resultados se presentan en la Tabla 10.66, en la cual se puede observar que el costo ambiental anualizado por la pérdida de los beneficios de la regulación hídrica asociadas a las coberturas objeto de remoción. Aplicando la tasa social de descuento del 12% el valor presente de la pérdida del servicio por regulación hídrica asciende a $ 8.845.955 pesos, considerando un horizonte de vida útil del proyecto de 25 años.

Tabla 10.66 Valoración económica de la alteración en el régimen de escorrentía

[14] Cita también los resultados de coberturas de bosques Andino de Venezuela (Fassbender & Grimm , 1981)

COBERTURA VEGETAL	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	VALOR TOTAL ($)
Nº Hectáreas	0,591	1,710	0,075	0,018	0,080	2,47
Regulación hídrica 320 m3/ha	189	547,20	24,00	5,76	25,60	791,68
Valor m3($) *	$ 1.272	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00
Valor anual Pesos ($)	$ 240.561	$ 696.038	$ 30.528	$ 7.327	$ 32.563	$ 1.007.017
Años establecimiento**	25	25	25	25	25	25
VNA (TSD 12%; 25 años)						**$ 8.845.955**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
NOTAS: * El valor del m^3 de agua se obtuvo de la página web de la empresa de servicios públicos de Pamplona Julio de 2018 (Vigentes año desde el año 2016).

10.4.1.2.3 Alteración del régimen de retención de sedimentos

El manejo apropiado de los bosques contribuye a reducir la erosión y la carga de sedimentos a las fuentes de agua potable, lo que se traduce en ahorros en costos de tratamiento para mejorar los índices de turbiedad. La reforestación de una hectárea puede reducir la sedimentación de cauces mediante una reducción de la pérdida de suelo, lo cual se puede reflejar en una reversión de la tendencia decreciente en la capacidad de los cauces para evacuar caudales (inundaciones) y en la entrega de agua de mejor calidad (menos turbiedad) a los acueductos y sistemas de riego.

Si solo se utiliza la mitad del volumen disponible actualmente (105,83 m3/ha mes)[15] y el costo de tratamiento por turbiedad (sedimentación) es de $66,7 por m^3 (Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico -CRA-, 2013), se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 10.67. En total el costo ambiental de la alteración del régimen de retención de sedimentos en valor presente es $ 1.097.048 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años.

Volumen estimado de retención de sedimentos

$$\mathbf{105,83}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha\ mes}} \times\ \mathbf{6}\ \boldsymbol{meses\ a\tilde{n}o} = \mathbf{635}\frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha}}$$

Tabla 10.67 Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos

[15] Volumen de agua de escorrentía ver literal c, columna 3 Tabla 10.65

COBERTURA VEGETAL	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	VALOR TOTAL ($)
Nº Hectáreas	0,591	1,710	0,075	0,018	0,080	2,47
Regulación hídrica 635 m3/ha/año	375,3	1411,6	23,8	11,4	50,8	1872,9
Valor m3($) *	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
Valor anual Pesos ($)	$ 25.024,00	$ 94.125,82	$ 1.587,82	$ 762,15	$ 3.387,34	$ 124.887,14
Años establecimiento**	25	25	25	25	26	25
VNA (TSD 12%; 25 años)						**$ 1.097.048**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.4 Alteración producción de nutrientes

Las coberturas naturales, juegan un papel importante en la modulación de los ecosistemas, dado que regulan y diversifican la disponibilidad de recursos (temperatura, humedad y nutrientes), necesariamente requeridos por los organismos (Aponte, 2011).

En este sentido, por ejemplo, con la hojarasca las especies vegetales generan modificaciones en las condiciones abióticas del suelo, como son el aumento de la fertilidad, lo cual a su vez tiene efectos sobre la comunidad de organismos del suelo, cuyo entorno y recursos se ven condicionados por la cubierta vegetal. Siendo estas comunidades las gestoras de procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y, por ende, de la disponibilidad de nutrientes (Aponte, 2011).

Teniendo presente que la hojarasca es la principal fuente de nutrientes del suelo forestal (Vitousek y Sanford, 1986; Landsberg y Gower, 1997), dado que con esta se le regrese aproximadamente el 80% de los nutrientes del suelo, por los atributos de los detritos del árbol. Se toma como base para estimar el costo generado por la alteración de los nutrientes, un estudio realizado en los bosques Antioqueños – Colombia, por Ramírez, et al., en el 2007, en el cual establece un flujo de nutrientes que retornarían al suelo, a partir de la hojarasca, estos enmarcando a su vez el nivel de nutrientes que se perdería en la zona afecta por la remoción total de la cobertura vegetal y así en valor de la alteración (Ver Tabla 10.68)

Tabla 10.68 Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca

Fracción	**Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. $^{-1}$ año^{-1})**						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn
Hojarasca fina	**85,9**	**2,6**	**10,5**	**50,9**	**10,1**	**7,3**	**5,0**

Fuente: Ramírez et al., 2007

A continuación, se presentan los precios de mercado equivalentes a los nutrientes producidos por la hojarasca.

Tabla 10.69 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca

Nutriente	Unidad de correspondencia por precio	Precio del nutriente según la unidad de correspondencia
N	1 kg	$7.793,00
P	50 kg	$153.600,00
K	50 kg	$69.000,00
Ca	50 kg	$ 7.000,00
Mg	kg	$1.840,00
S	kg	$2.300,00
Mn	1 kg	$23.400,00

Fuente: Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET y el departamento administrativo nacional de estadística DANE.
Fuente: AGRONET - DANE, 2018.

De esta manera, teniendo presente los indicadores establecidos en el parámetro de alteración a la producción de nutrientes y contemplando el precio de mercado (Ver Tabla 10.69) de lo que costaría aplicar dichos nutrientes en el suelo de las hectáreas de bosque y vegetación secundaria alta a afectar, se procedió a la estimación del costo generado por la alteración de la producción de nutrientes, como se observa en la Tabla 10.70

Tabla 10.70 Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes

COBERTURA	Área total	Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. $^{-1}$ año^{-1})							
		N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Total
		85,9	2,6	10,5	50,9	10,1	7,3	5	
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,59	$ 395.626	$ 4.720	$ 8.564	$ 4.211	$ 10.983	$ 9.923	$ 69.147	$ 503.175
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,71	$ 1.144.706	$ 13.658	$ 24.778	$ 12.185	$ 31.779	$ 28.711	$ 200.070	$ 1.455.887
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	$ 50.206	$ 599	$ 1.087	$ 534	$ 1.394	$ 1.259	$ 8.775	$ 63.855
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,02	$ 12.050	$ 144	$ 261	$ 128	$ 335	$ 302	$ 2.106	$ 15.325
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	$ 53.553	$ 639	$ 1.159	$ 570	$ 1.487	$ 1.343	$ 9.360	$ 68.112
Total	**2,47**	**$ 1.656.142**	**$ 19.760**	**$ 35.848**	**$ 17.630**	**$ 45.977**	**$ 41.538**	**$ 289.458**	**$ 2.038.242**
VNA (TSD 12%; 25 años)									**$ 17.904.560**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En conclusión, el costo total por la alteración de la producción de nutrientes alcanza un monto anual de $ 2.038.242 pesos y $ 17.904.560 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años y una tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014

10.4.1.2.5 Disminución en la capacidad de captura de CO2

El valor del servicio de captura de carbono generado por las coberturas arbóreas que serán intervenidas por el desarrollo de las actividades de proyecto se calcula a través de un método de valoración basado en precios de mercado, utilizando como elemento de valoración, la capacidad de secuestro de carbono[16] de las potenciales coberturas objeto de intervención y con ello la reducción en el dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera. Para su cálculo, se requiere información sobre biomasa, capacidad de secuestro de carbono y el precio reportado en el mercado del carbono.

La biomasa total -BT- (aérea y subterránea) y el carbono almacenado en los dos compartimentos es estima a través del método indirecto de ecuaciones alométricas sugerida en el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011), y tomando como referencia los registros de composición y estructura de la vegetación de las parcelas analizadas para caracterización de línea base (capítulo 5 numeral 3.3) ecosistemas terrestres.

De acuerdo a la zona de vida del área de interés UF1 se utiliza las ecuaciones alométricas sugerida en el Protocolo[17] para los Bosque seco premontano (bs-PM), Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y Bosque húmedo premontano (bh-PM) (Ver Ecuación 10.9) complementada con la ecuación para la estimación biomasa subterránea (Ver Ecuación 10.10), para cada uno de los arboles muestreado en las parcelas analizadas. La biomasa total -BT- se calcula como la suma de la biomasa de todos los árboles vivos, multiplicando el valor obtenido por el factor de conversión según el tamaño de parcela, con el fin reportar en unidades de toneladas por hectárea (t ha-1).

Ecuación 10.9 Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa en bosques naturales

$$ln(BA) = a + b\ ln(D) + c(ln(D))2 + d(ln(D))3 + B1ln(\rho)$$

Donde:

BA= Biomasa aérea en Kg
D = Diámetro altura de pecho, medido a 1,30 m sobre el suelo en metros
ρ = Densidad de la madera en g /cm3
H= Altura total del árbol metros
a (-229) y B1 (0.932) son constantes del modelo ecuación alométrica bs-T

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Ecuación 10.10 Ecuación para el cálculo de la biomasa subterránea

$$BRG = R\ x\ BA$$

Donde:

[16] Esta metodología ha sido empleada en valoraciones económicas realizadas para diferentes ecosistemas de Centro y Suramérica tal y como lo referencian el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala (1999), Adgeret al. (1994), Conservation Strategy Fund (2006, 2007), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000), la Unión Europea, et al. (SF) y Bezaury-Creel (2009).

[17] Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa en bosques naturales de todos los árboles con D≥ 10 cm). Dónde: BA es la biomasa aérea de los árboles en kg; D es el diámetro normal medido a 1,30 m de altura desde el suelo en cm, es la densidad de la madera en g cm-3, a, b, c, d y B1 son constantes del modelo, y R2 es el ajuste del modelo.

BRG= biomasa de raíces gruesas en (t ha-1)
R =es la relación raíces: follaje
BA =es la biomasa aérea en (t ha-1)

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Con base en los resultados de Biomasa Total -BT- se estima la cantidad de carbono almacenado asumiendo que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente 50%[18] de carbono, tal y como lo referencian el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011) en el cual se citan los estudios de MacDicken 1997, Fearneside et al. 1999, Clark et al. 2001b, Malhi et al. 2004, Chave et al. 2005, Aragão et al. 2009).

Para la conversión dióxido de carbono equivalente (CO2e) corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero (GEI), basada en el potencial del calentamiento global de cada uno (Yepes A.P., 2011) . El dióxido de carbono equivalente es el resultado de la multiplicación de las toneladas emitidas de GEI por su potencial de calentamiento global. Para convertir la cantidad de carbono (almacenada o emitida) por los ecosistemas forestales, el IPCC (2003, 2006) recomienda emplear el factor de 44/12 ≈ 3,67[19] (este factor resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono).

El resultado general de los cálculos sobre el contenido de carbono almacenado en la biomasa por tipo de cobertura y la pérdida de la capacidad de captura de CO2 se presentan en la Tabla 10.71, no obstante en la Anexo 9B “Análisis Beneficio Costo ambiental” Hojas Excel Cons_Cobert, Arbustales; Bosques, se encuentran las memorias de cálculo desarrolladas con base en los reportes de las parcelas inventariadas para el presente estudio.

Tabla 10.71 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover.

Cobertura	No de Parcelas	BA		Carbono Total	Carbono Total + BA subterránea	CO2 e
		Kg/Parcela	Ton/ha	Ton C	Ton C	Ton CO2e
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	141,8	0,284	0,14	0,2	0,6
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	9	5721,9	6,358	5,72	7,1	26,0
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	37745,5	94,364	37,75	46,8	171,6
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	18866,4	62,888	18,87	23,4	85,8
Individuos censados Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	Censo	19484,4	520,996	19,48	24,2	88,6
Promedio coberturas		**16392,0**	**137,0**	**16,4**	**20,3**	**74,5**
FEB (Anual)						**1,1**

[18] Cifra porcentual comúnmente utilizada para el cálculo del carbono y aceptada por Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC -

[19] Este factor resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono (Yepes A.P., 2011).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De esta manera se estima que una hectárea de coberturas vegetales presentes en el área de interés UF1, almacena 20,3 toneladas de carbono y haciendo uso de la ecuación de dióxido de carbono transferido a la atmósfera, se estiman 74,5 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera por efecto de la remoción y representa el stock de carbono almacenado en la cobertura en el t_0.

Por otro lado con el fin de incluir la variable de crecimiento de la Biomasa forestal se consideró un factor de expansión entendido como el incremento Medio Anual (IMA) de la biomasa esperada para las coberturas analizadas, tomando como referencia los resultados del estudio de Miguel Peña et al (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) en el cual se analizó el crecimiento y captura de carbono para especies nativas en Bosque Andinos.

En el estudio de Miguel Peña et al, se estimó que, en promedio, el incremento neto en la BA de los bosques del área de estudio es de 2.23 ± 1.77 t ha-1 año-1 (D≥1 cm); y dosel 2.44 ± 1.53t ha-1 año-1 (D≥10 cm=). Asumiendo que el 50% de la biomasa seca es carbón, los bosques monitoreados acumularon en promedio 1.11 t C ha-1 año1. Con base en los resultados de (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) se proyecta la captura de carbono adicional relativo al crecimiento de la biomasa anual, considerando la vida útil del proyecto en la estimación de la perdida. En el recuadro se presenta la ecuación utilizada para la estimación de la perdida de secuestro de carbono a lo largo de la vida útil del proyecto.

Ecuación 10.11 Perdida captura de carbono

$$BAt = \sum_{i=1}^{n} BA = BA_{t0} + IMA_{expt1} \dots \dots . IMA_{tn}$$

Donde:

BA_t: Biomasa aérea total
BA_{t0}: Biomasa aérea cobertura (
IMA_{t1}: Incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año 1
IMA_{tn} el incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año n.

Fuente: Brown (1997)

Con el fin de establecer el valor del impacto por la pérdida de servicio de captura de CO_2 por las coberturas vegetales, se consultó los precios de los certificados de reducción de carbono CER, que son bonos emitidos por la Junta Ejecutiva del MDL para las reducciones de emisiones logradas por los proyectos del MDL con arreglo a las normas del Protocolo de Kyoto.

El sistema de negociación de bonos de carbono señala que el precio ha fluctuado desde 0.17 € hasta los 0,2 € Euros por tonelada de CO2 (datos a enero a Julio de 2018). Luego de revisar las Cifras del mercado de Carbono, se adoptó el precio promedio (0.20[20] € Ton-1 = $686,46 ton COP) de los últimos 6 meses para estimación del valor de los beneficios por captura de carbono (CO2).

[20] TRM Euro promedio 2018=$3.432,29

En este contexto se concluye que el valor económico del impacto sobre la cobertura vegetal (Ver Tabla 10.72) aproximado a la transferencia de dióxido de carbono a la atmósfera asciende a $ 2.274.280 pesos, considerando el tiempo de vida útil del proyecto.

Tabla 10.72 Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal

Criterios	Coberturas Naturales
Nº Hectáreas	39,87
CO2e To/ha	74,5
FEB CO2 - Ton/Ha/año*	1,1
Valor/Ton CER	$ 686,46
Valor CO2 año 1 (Stock inicial)	$ 2.039.911,09
Valor anual (FEB)	30.108
Años establecimiento***	25
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 2.274.280

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.6 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas arbóreas

Finalmente se presenta el valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales asociados a eliminación de las coberturas naturales equivalen a $ 87.840.332 pesos. Este costo está determinado principalmente por el valor de la madera seguido por la pérdida en el servicio de ciclaje de nutrientes, regulación hídrica y en una menor proporción por la disminución en la capacidad de captura de CO_2 dado los precios del mercado de los bonos de carbono.

Tabla 10.73 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales

Servicios y Bienes Ambientales	
Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera	$ 57.718.490
Valoración económica de la alteración al régimen de escorrentía	$ 8.845.955
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	$ 1.097.048
Costo ambiental alteración producción de nutrientes	$ 17.904.560
Costo ambiental por disminución en la capacidad de captura de CO2	$ 2.274.280
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 87.840.332**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.3 Valoración de impactos: Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

En la evaluación del impacto ambiental, se estimó que se pueden presentar alteraciones en las condiciones actuales de la fauna y la flora a raíz de las obras de construcción que atravesarán una zona con presencia de bosques de galería y Arbustales densos altos. En este contexto las obras planteadas en estas áreas fragmentan estos ecosistemas, entorpeciendo el paso y encuentro de individuos, además de otros impactos conexos como la potencial perdida de la riqueza florística y de fauna.

Adicionalmente las actividades constructivas de la segunda calzada de la UF1 ocasionan un cambio en los niveles de ruido y aumentan las vibraciones del suelo generando que las coberturas remanentes no sean adecuadas para el establecimiento de la fauna. Aunque la vegetación presente una composición y estructura florística apropiados, es decir, que ofrezcan recursos alimenticios y de refugio, las condiciones no son las adecuadas para el establecimiento de las poblaciones, por lo menos de manera temporal y exclusivamente los segmentos aledaños a los frentes de obra.

En este contexto es claro señalar que por el desarrollo de algunas actividades del proyecto se genera externalidades negativas sobre los organismos que habitan en el área objeto de intervención los cuales en conjunto representan la diversidad biológica del área.

De acuerdo al convenio sobre biodiversidad biológica (ONU, 1992), la biodiversidad cumple un papel muy importante, para el mantenimiento de los ecosistemas y en general para el mantenimiento de la vida, y es potencialmente un recurso estratégico para la riqueza de las naciones, no obstante, capturar el valor económico de la biodiversidad, se constituye en una tarea de mucha dificultada dada su complejidad ecológica, o dicho de otro forma, la complejidad de las cadenas tróficas y funcionales de la diversidad biológica dentro del ecosistema.

En diversos estudios y publicaciones se ha reconocido los valores económicos directos derivados de la biodiversidad los cuales incluyen desde la provisión de alimentos, medicinas y productos industriales, hasta los recursos genéticos que potencialmente pueden ofrecer solución a problemas que enfrenta la humanidad (Medicina, nuevos materiales), sin embargo dada las características y el alcance del estudio no se cuenta con la información ni se identificaron las especies que cumplan con los criterios para desarrollar la valoración desde el enfoque de uso directo.

De otro lado los valores económicos indirectos relativos a la regulación del ecosistema, ciclaje de nutrientes, polinización, entre otras, enfrenta la misma dificultad relativa a la falta de información sobre las funciones ecosistémicas que se deben utilizar para dimensionar la magnitud de los servicios afectados, para luego desarrollar su traducción a los valores monetarios.

En este contexto, se reconoce la dificultad de identificar proxy[21] o sustitutos que cubran toda la extensión de la Biodiversidad, por ejemplo, una pequeña subcategoría de especies (Especies claves, sombrilla, carismáticas) no pueden capturar apropiadamente el valor de la biodiversidad. De hecho diversos publicaciones dedicadas a la revisión de estudios indexados de valoraciones económicas de la Biodiversidad, ha concluido que es imposible construir un proxy que permitan capturar todos los aspectos de Biodiversidad (Ver

[21] Anglicismo que se utiliza para denotar un variable que tiene una fuerte correlación con el valor de otra variable inferida. En este caso el Parche de bosque (hábitat) se usa como medida de la biodiversidad, tras el supuesto que al conservar las coberturas se conservan todos elementos e individuos que residen en ella y relaciones interespecíficas que hacen posible o determinan la diversidad biológica.

Economía de la Biodiversidad (Pearce & Moran , 1994) y Captura de la complejidad de la biodiversidad: una revisión crítica de Estudios de valoración económica de la diversidad biológica[22] (Bartkowski, Lienhoop, & Hansjürgens, 2015)).

En consideración a lo anterior, para la valoración económica de los efectos del proyecto sobre la diversidad se buscó una metodología que de manera indirecta pudiese capturar su valor, y para ello se amparó en la estrecha relación que existe entre las coberturas y los demás organismos que conforman el ecosistema.

Para tal efecto se utilizó el parche de cobertura natural como la unidad de medida que representa la magnitud del daño, bajo el supuesto que el parche de *cobertura natural sirve como hábitat y posibilita la conectividad y la materialización de las relaciones funcionales y trasferencia de materia y energía.*

De esta manera, el impacto se desarrolla en función de aspectos de sostenibilidad y conservación de la biodiversidad (fauna y flora), contrastado con niveles ecosistémicos presentes en el área de influencia, los cuales se verán afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Entonces para la valoración económica de este impacto, se recurre a las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, bajo el supuesto que las tasas de conservación representa la disposición del estado a conservar los hábitats y por tanto revelan la disponibilidad a pagar de la sociedad por el conjunto de externalidades positivas que se obtienen al conservar las coberturas naturales entre ellas la diversidad biológica. Los sistemas de incentivos forestales son herramienta de la economía que tiene propósito fundamental la conservación de los bosques y de los servicios que estos representan y por tanto sirven como una aproximación del valor de la biodiversidad.

Con base en lo anterior, para la estimación del costo de estos impactos se toma como proxy las acciones preestablecidas en el Decreto 900 de 1997 por el cual se reglamenta el certificado de incentivo forestal para conservación. Considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar la afectación de los hábitats.

Partiendo del estimativo de las coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen los hábitats naturales o seminaturales afectados por la construcción de la obra, para los cuales se calculan el valor base del certificado de incentivo forestal de conservación. De acuerdo con los criterios establecidos en el Decreto 900 de 1997 se estimó como costo total del impacto el valor de $ 1.972.071.743 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años, tal como se observa en la Tabla 10.74.

[22] Bartkowski identifico que los proxys más comunes utilizados en las valoraciones de biodiversidad son los hábitats (51 de los estudios revisados) y especies (43 Estudios revisados), mientras que las otras categorías de representación son menos frecuentes: La diversidad de especies se utilizan en 15 estudios, Genética en 11 y servicios de la fauna7 estudios.

Tabla 10.74 Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

ID	COBERTURA DE LA TIERRA		ÁREA DE OCUPACIÓN		RANGO ALTITUDINAL	FACTOR TAMAÑO DEL PREDIO (FT)	FACTOR PISO TÉRMICO (FPT)	FAR (FTP*FPT)	VALOR POR HECTÁREA (ANUAL)	VALOR BASE (ANUAL POR PARCHE)	VALOR AJUSTADO (ANUAL POR PARCHE)
	Nombre	Código	m2	Ha							
1	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	23825	2,38	1000<P T<=2000	2,0	0,9	1,80	$ 5.468.694	$ 13.029.163	$ 23.452.494
SUBTOTAL (Bosque de galería y/o ripario)				**3,7**						**$ 13.029.163**	**$ 23.452.494**
2	Arbustal denso alto	3.2.3.2	34400	3,4	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,44	$ 2.734.347	$ 10.144.427	$ 14.607.975
3	Arbustal denso alto	3.2.3.2	873100	87,3	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,44	$ 2.734.347	$ 9.406.154	$ 13.544.861
4	Arbustal denso alto	3.2.3.2	74100	7,4	1000<P T<=2000	1,0	0,9	0,90	$ 2.734.347	$ 136.717.350	$ 123.045.615
5	Arbustal denso alto	3.2.3.3	89600	9,0	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,40	$ 2.734.347	$ 20.261.511	$ 29.176.576
SUBTOTAL (Arbustal denso alto)				**3,7**						**$ 9.406.154**	**$ 201.046.691**
TOTAL ANUAL											$ 224.499.185
VNA(TSD 12%; 25 años)											**$ 1.972.071.743**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.4 Valoración del impacto Intervención áreas de manejo especial

El desarrollo de la infraestructura vial implica la intervención de área de manejo especial definidas o reglamentas en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. La afectación a áreas de manejo especial es SEVERA en el ámbito de en la categoría 1, por el desarrollo del desmonte y limpieza, dada la importancia ecológica de estas coberturas, pese a que se actualmente se encuentran en un estado de intervención alto, los relictos de bosques y arbustales que se encuentran sobre el área de intervención prestan servicios ambientales como regulación hídrica, captura de carbono, entre otros.

Por lo tanto, para la valoración de este impacto, se estima un valor aproximado para el manejo integral del costo ambiental que generaría dicho cambio, teniendo en cuenta para ello, las tasas de conservación de ecosistemas estratégicos, establecidas por la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) en jurisdicción del área de influencia de la UF1. En este sentido, se hace uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en hábitats similares, por corporaciones u organizaciones adyacentes al área de estudio, asociadas con la conservación y protección de ecosistemas, contribuyendo a mantener la estructura ecosistémica de las áreas sensibles y estratégicas.

Para la estimación del costo de este impacto, se toma como proxy las acciones establecidas por CORPONOR en favor de la conservación de los ecosistemas, de la gestión integral de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, considerando que dichas tasas presupuestales representan lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas.

A continuación, se establecen los supuestos con los que se realiza la estimación del costo.

- Los costos de conservación de los ecosistemas estratégicos responden a la inversión en programas y proyectos para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos presentada por CORPONOR, en su en su Plan de Acción Cuatrienal 2016 -2019 (Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental, 2016).

- Estos programas y proyectos, están en función del manejo y la conservación de las áreas totales de ecosistemas priorizados por la Corporación (Ver Tabla 10.75), con el fin de determinar la inversión promedio por hectárea realizada en áreas de conservación prioritarias (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016), como se muestra en la
- Tabla **10.76**. Dicho proceso se realiza dividiendo el presupuesto total del programa, en las áreas totales de los ecosistemas priorizados por la corporación, en su jurisdicción

Tabla 10.75 Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos CORPONOR

LÍNEA	PROGRAMA	PROYECTO	PRESUPUESTO A 2017
Gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en especial la provisión de agua para el Dto.Norte de Santander	Proyecto 2.1 Gestión para la Conservación Sostenible de las Áreas de Manejo Especial del departamento Norte de Santander	"Hectáreas para la conservación de ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica. Áreas protegidas para la conservación de ecosistemas y/o bosques naturales	1.862.500.000

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal 2016 -2019 CORPONOR. Proyección de gastos por fuentes de inversión

Tabla 10.76 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción CORPONOR

CONCEPTO	ÁREA (ha)
Hectáreas en proceso de restauración	150
Total hectáreas en proceso de restauración	150

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal CORPONOR 2016-2019.

- Con base al estimativo de los parches de coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen las áreas totales de los parches que se fragmentarían en las zonas de bosque afectados por la construcción de la obra.

Teniendo en cuenta que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas estratégicos, se estima a continuación la equivalencia del precio por hectárea promedio destinado por la CORPONOR para la conservación de ecosistemas de prioridad para la conservación de la biodiversidad y con ello el costo total generado por el proyecto, con la modificación de ecosistemas.

Tabla 10.77 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de CORPONOR

INVERSIÓN EN PROGRAMAS DE GESTIÓN INTEGRAL	HECTÁREAS EN PROCESO DE RESTAURACIÓN	INVERSIÓN PROMEDIO POR ha	Áreas Intervenidas (ha)[23]	COSTO
18.822.827.695	150	3.333.333	9,39	$ 31.285.986,67
VNA (TSD 12%; 25 años)				**$ 274.825.987,17**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018., con base en datos de la Corporación CORPONOR.

Se concluye que el costo total generado con la modificación de la conectividad de ecosistemas alcanza una cifra de $ 274.825.987 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años.

10.4.1.5 Generación y /o activación de procesos denudativos

Para la valoración del impacto ambiental relacionado con los potenciales fenómenos erosivos y de remoción de masas de suelo y roca que se puede materializar dadas las condiciones geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del área, se consideraron los costos inducidos para la reparación de los daños y los ingresos perdidos por el cierre de la vía.

Respecto a las reparaciones por movimientos de remoción en masa, se contemplaron los costos de las actividades de limpieza y remoción de derrumbes, reparación de obras de drenaje, reparación de taludes, muros de sostenimiento y reparación de la vía.

El valor resultante de la reparación de un movimiento en masa tipo, se multiplica por el valor esperado de derrumbes que se obtiene de las bases de Información del sistema la Gestión de Riesgo de Desastres específicos para el área de estudio. El análisis se desarrolla bajo el supuesto que las zonas de mayor criticidad geotécnica serán intervenidas en la construcción del eje vial, de tal modo que se estima la probabilidad de ocurrencia en los sectores calificados como riego medio y bajo, expresados como la probabilidad del evento en un año.

En la Tabla 10.78 se presentan los registros de los derrumbes ocurridos en la zona en un periodo 12 años (Se revisaron la bases de datos del sistema la Gestión de Riesgo de Desastres específicas para los Municipios de Pamplona y Pamplonita, Periodo 2005 -2007) , evidenciando que en promedio se presenta 0,13 deslizamiento por año en la vía, lo que supone que a pesar el riesgo geotécnico la estabilidad del área es alta en términos de eventos de deslizamientos por año en el segmento vial analizado.

Tabla 10.78 Derrumbes ocurridos en la zona del proyecto durante el periodo 2005-2017

Año	Fecha	Tramo	No eventos año	Sitio	Condición	Motivo
2015	20/07/2015	Cúcuta Pamplona	1	NEGAVITA Y MORALITOS	CDGRD de Norte de Santander, informa, se presenta, deslizamiento en la vía que de pamplona conduce a Bucaramanga. el deslizamiento se encuentra en el km 18+460 que impide el paso. -866	Deslizamiento

[23] Las áreas de parches se obtienen con base en los reportes de SIG, el cual establece el área total de los parches prioritarios a intervenir

Año	Fecha	Tramo	No eventos año	Sitio	Condición	Motivo
2016	20/11/2016	Cúcuta Pamplona	1	KM 18+460 QUE IMPIDE EL PASO. -866	cdgrd reporta vía Cúcuta - pamplona entre los sitios negavita y moralitos se registró un deslizamiento, dejando un herido, esto sucedió ayer, la vía continúa cerrada y no para de llover. -538	Deslizamiento

Fuente: Base de datos Sistema de Información para la Gestión de Riesgo de Desastres. Consolidado de Atención de Emergencias - Datos Formato Excel Consulta Bases años 2011 al 2015

El cálculo de los ingresos perdidos por el cierre de la vía se fundamentó en la variación del precio generalizado del transporte suponiendo una reducción de la velocidad de 80km/hr a menos de 5km/hr durante la ocurrencia de un evento de remoción den masa. Para la estimación de la variación en el precio generalizado se tomó como referencia el flujo de vehículos proyectado para el periodo 2022-2044.

Finalmente, en la Tabla 10.79 se presenta el valor presente de las pérdidas asociados a la activación de procesos denudativos del sector I correspondientes a $ 5.574.153.860 pesos, en la cual se incluye los costos de reparación de la vía y las perdidas por la reducción del precio generalizado.

Tabla 10.79 Valor estimado del impacto de activación de procesos denudativos

Año	Pérdida del ahorro en tiempos de viaje por día vehículos	Pérdida total de Ahorro en tiempos de viaje Camión	Nº Vehículos	Nº Camiones	Reducción costos penalizado Transporte	Costo de reparaciones por movimientos en masa	Costo Total Año
3	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.397	2.267	$ 92.711.900,00	$ 601.770.026,40	$ 694.481.926,40
4	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.537	2.375	$ 97.076.300,00	$ 601.770.026,40	$ 698.846.326,40
5	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.675	2.481	$ 101.361.300,00	$ 601.770.026,40	$ 703.131.326,40
6	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.814	2.588	$ 105.686.000,00	$ 601.770.026,40	$ 707.456.026,40
7	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.960	2.694	$ 109.990.200,00	$ 601.770.026,40	$ 711.760.226,40
8	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.106	2.801	$ 114.331.700,00	$ 601.770.026,40	$ 716.101.726,40
9	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.253	2.908	$ 118.675.600,00	$ 601.770.026,40	$ 720.445.626,40
10	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.399	3.013	$ 122.942.500,00	$ 601.770.026,40	$ 724.712.526,40
11	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.545	3.122	$ 127.358.600,00	$ 601.770.026,40	$ 729.128.626,40
12	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.708	3.231	$ 131.815.500,00	$ 601.770.026,40	$ 733.585.526,40
13	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.871	3.347	$ 136.533.500,00	$ 601.770.026,40	$ 738.303.526,40
14	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.032	3.457	$ 141.022.900,00	$ 601.770.026,40	$ 742.792.926,40
15	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.195	3.569	$ 145.591.700,00	$ 601.770.026,40	$ 747.361.726,40
16	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.358	3.681	$ 150.160.500,00	$ 601.770.026,40	$ 751.930.526,40
17	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.465	3.755	$ 153.177.500,00	$ 601.770.026,40	$ 754.947.526,40
18	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.574	3.830	$ 156.236.600,00	$ 601.770.026,40	$ 758.006.626,40
19	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.686	3.908	$ 159.414.800,00	$ 601.770.026,40	$ 761.184.826,40
20	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.800	3.985	$ 162.560.500,00	$ 601.770.026,40	$ 764.330.526,40

Año	Pérdida del ahorro en tiempos de viaje por día vehículos	Pérdida total de Ahorro en tiempos de viaje Camión	Nº Vehículos	Nº Camiones	Reducción costos penalizado Transporte	Costo de reparaciones por movimientos en masa	Costo Total Año
21	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.916	4.066	$ 165.860.200,00	$ 601.770.026,40	$ 767.630.226,40
22	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.034	4.146	$ 169.127.400,00	$ 601.770.026,40	$ 770.897.426,40
23	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.154	4.229	$ 172.511.300,00	$ 601.770.026,40	$ 774.281.326,40
24	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.278	4.314	$ 175.979.400,00	$ 601.770.026,40	$ 777.749.426,40
25	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.403	4.400	$ 179.487.200,00	$ 601.770.026,40	$ 781.257.226,40
VNA (TSD 12%; 25 años)							**$ 5.574.153.860,00**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.6 Valoración del impacto: Variación del nivel freático

La valoración económica del impacto parte de la identificación de los servicios ambientales asociados a los puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la vía, bajo el supuesto que el agua posee un valor económico de acuerdo con cada una de las funciones o usos identificados. En este orden de ideas en la Tabla 10.87 se describen los usos identificados, siguiendo la estructura del valor económico total.

Tabla 10.80 Categorías de usos del agua

VET	Uso	Uso directo	De acuerdo con los resultados de caracterización de los puntos hidrogeológicos, el uso directo u aprovechamiento del recurso está relacionado con actividades agropecuarias, subrayando que la mayor proporción de flujos no tienen usos directos identificados.
		Uso indirecto	Dada las características de los puntos hidrogeológicos (Caudal, intermitencia) no se identifican ni posibilitan usos indirectos del agua.
	No uso	Existencia	El valor de existencia que tiene el agua para usuarios que no hacen uso directo o indirecto del recurso y de sus atributos, dado que valora el hecho de que el agua exista en determinadas condiciones fisicoquímicas

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En este contexto, la valoración económica del impacto se deriva de las funciones de uso directo y de valor de existencia las cuales se desarrollan continuación.

- **Valor de no uso de recurso (Valor de existencia)**

Para estimar el valor del no uso del agua, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio patrocinado por el Centro de investigación económica y social -Fedesarrollo- (García, Calderón, Hernández, & López, 2013) que se titula “Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán”, en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estiman la disposición a pagar (DAP) por preservar la cantidad y calidad del agua que provienen del Páramo de Santurbán.

El objetivo de esta metodología es transferir y adaptar el valor monetario calculado en el estudio base (trasferencia del valor fijo) al sitio de intervención, el cual tiene un contexto similar en el entendido que se desarrolló en la región; en este orden de ideas y con el fin de aplicar la metodología se adoptaron los pasos sugeridos en la guía de Criterios Técnicos (ANLA Rs 1669, 2017).

En la Tabla 10.81 se presentan la descripción general del estudio de referencia en el cual se estimó la disposición a realizar un pago por la protección del recurso hídrico del Páramo, arrojando como resultado una DAP bimensual promedio por persona que oscila entre $3,066 y $ 17,686 pesos.

Tabla 10.81 Descripción general sitio de estudio "Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán"

ESTUDIO	Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán
	País: Colombia
	Departamentos: Santander y Norte de Santander
	Autor: Helena García, Laura Calderón, Adriana Hernández y José Luis López.
	Tipo de estudio: Documento de trabajo Fedesarrollo
	Fecha: febrero de 2013
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Ecosistema de páramo
	Valora cinco de los servicios ambientales provistos por el ecosistema, específicamente provisión y regulación hídrica de usuarios del agua, recreación, captura de carbono y existencia y legado.
Para el caso del EIA, tan solo se contempla transferir los resultados de la valoración del servicio de regulación hídrica, la cual se desarrolló a partir de valoración contingente de usuarios residenciales de acueducto en Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, las tres principales ciudades en el área de influencia del Páramo de Santander.	
VARIABLE DEPENDIENTE	DAP
	Vehículo de pago: Factura de agua
	Periodo: Bimensual
	Pregunta: *Para preservar la cantidad y calidad del agua que recibe es necesario proteger las zonas de nacimiento de agua en el Páramo de Santurbán, lo que implicaría un mayor financiamiento por parte de los usuarios. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar en cada factura del acueducto, adicional a lo que paga actualmente?*
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: Preferencias declaradas -Valoración contingente
	MODELO: Probit DAP (Si =1; No=0) = f (P;ΦΩΨr) $DAP = -\frac{\alpha_i}{\beta}\check{z}_i$ Donde α: conjunto de coeficientes de los variables independientes, incluyendo el intercepto β: es el coeficiente del valor monetario (o precio) con el cual se manifestó su disposición a pagar. ž: conjunto de valores promedio de las variables explicativas

	VARIABLES INDEPENDIENTES Φ= variables sociodemográficas como: nacionalidad, lugar de residencia, grado de escolaridad, estrato, ocupación, entre otras Ω= variables socioeconómicas que para este caso es el nivel de ingresos Ψ= variables intrapersonales, en donde se encuentran: conocimientos, percepciones, valoraciones y actitudes frente a temas asociados al consumo de agua y al Páramo de Santurbán ɾ= variables de servicio y uso de servicios ecosistémicos.
	RECOLECCIÓN: Entrevista personales
	Número de encuestas: 712 encuestas en las ciudades de Bucaramanga (29,9%), Cúcuta (37,5%) y Pamplona (14,4%).
	La agregación de resultados contemplo la población de los municipios de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona
Resultados	El 56.7% de las personas encuetadas fueron mujeres, mientras que el 43.3%fueron hombres
	La edad de los encuestados oscila entre los 17 y 85 años: edad promedio 39 años
	La distribución de la muestra por estrato se concentra en los estratos dos (30.5% y 38.6% respectivamente).
	La distribución por nivel de ingresos, el 64.1 % de los encuestados reciben un salario mensual menor o igual a los $600,000 pesos
	El valor promedio de la disposición a pagar (DAP) fue de $6,684 pesos bimensual con una significancia estadística del 99% y una desviación estándar de casi $11milpesosV VALOR UNITARIO: $3,066 a $ 17,686 pesos por persona
	Significancia estadística p<0.01
	VARIABLES DE EXPANCIÓN PARA DAP AGREGADA: Población del área de influencia. Ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Norte de Santander
	Municipio Pamplona, Pamplonita y Cúcuta
	VARIABLE DE EXPANSIÓN DEMANDA AGREGADA: Usuarios Acueductos municipios y veredas áreas de influencia

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

De manera complementaria en la Tabla 10.82, se presenta el porcentaje de DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato en la ciudad de Cúcuta (García, Calderón, Hernández, & López, 2013), la cual se utiliza como base para establecer la demanda agregada en la transferencia de beneficios.

Tabla 10.82 Porcentaje de la DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato: Cúcuta

Estrato	Cargo fijo - CF- (COP)	Consumo básico	Consumo complementario	Pago bimestral promedio	DAP/Pago mensual promedio (%)			
		$M^3 \leq 20$-(COP por M^3)	**$M^3 > 20$- (COP por M^3)**	**CF+COPM^3* Consumo bimestral (COP)**	**3,066**	**6,180**	**11,461**	**17,686**
1	3331.7	783.32	1447.91	47956.3	6.4%	13%	24%	37%

Estrato	Cargo fijo - CF- (COP)	Consumo básico	Consumo complementario	Pago bimestral promedio	DAP/Pago mensual promedio (%)			
		$M^3 \leq 20$-(COP por M^3)	**$M^3 > 20$- (COP por M^3)**	**CF+COPM^3* Consumo bimestral (COP)**	**3,066**	**6,180**	**11,461**	**17,686**
2	4664.37	836.89	1447.91	50360.37	6.1%	12%	23%	35%
3	6330.22	1447.91	1447.91	64246.62	4.8%	10%	18%	28%
4	6663.39	1447.91	1447.91	64579.79	4.7%	10%	18%	27%
5	9995.09	2173.31	2173.31	96927.49	3.2%	6%	12%	18%
6	10661.42	2173.31	2296.38	100055.22	3.1%	65	11%	18%

Fuente: Cálculos de Fedesarrollo con información de la Empresa de Acueducto de Cúcuta (García, Calderón, Hernández, & López, 2013).

Teniendo en cuenta que el estudio base fue desarrollado en el Departamento de Santander y Norte de Santander, específicamente en las Ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, no se requiere ajustar la DAP en función de los niveles generales de precios e ingresos reales de las poblaciones, no obstante, el valor se actualizo utilizando la inflación anual llevando los valores al año 2018 (Ver Tabla 10.83).

Tabla 10.83 DAP ajustadas año 2018

DAP promedio Sitio de estudio año 2013	**DAP promedio Sitio Intervención año 2018**
$ 3.066	$ 3.875,3
$ 6.180	$ 7.811,4
$ 11.461	$ 14.486,4
$ 17.686	$ 22.354,6
El valor promedio de la disposición a pagar (DAP)	
$ 6.684,0[24]	$ 8.448,4

Fuente: (García, Calderón, Hernández, & López, 2013), ajustado Aecom - ConCol, 2018.

De acuerdo con el ajuste de los datos presentados en la Tabla 10.83, el promedio de la disposición a pagar (DAP) ajustada es de $ 8.448,4 pesos bimestrales, con rango que oscila entre $ 3.875,3 pesos y $ $ 22.354,6 pesos.

Teniendo en cuenta que el valor de la DAP en el sitio de estudio se estimó tomando como base de pago la factura del servicio de acueducto; para la transferencia de valor fijo e integración de los datos del sitio de política o intervención del proyecto, se tomó como referencia el número de potenciales usuarios[25] de los sistemas de acueducto de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto.

Tabla 10.84 Estimación de número de usuarios potenciales unidades territoriales AI

Municipio	**Unidad territorial menor**	**Tipo de vivienda predominante**	**Número de viviendas/Usuarios**
Pamplona	Sabaneta Alta	Casa	34

[24] El valor promedio de la disposición a pagar (DAP) en el estudio base o sitio de política fue de $6,684 pesos bimensual con una significancia estadística del 99%y una desviación estándar de casi$11mil pesos (García, Calderón, Hernández, & López, 2013).

[25] Se utiliza la expresión potenciales usuarios porque se trata de un valor estimado, dado que la información suministrada por las administraciones tan solo da cuenta de la cobertura del sistema.

	Alcaparral	Casa	26
	El Naranjo	Casa	35
	Ulagá Baja	Casa	100
	V. Sabaneta Baja	Casa	34
Pamplonita	V. La Hojancha	Casa	48
Pamplona	B. El Buque	Casa	230
	B. San Luis	Casa	42
	B. Simón Bolívar	Casa	120
	Otos		220
Total			889

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Con base en las proyecciones de los usuarios de los municipios área de influencia se obtiene que la DAP agregada anual estimada en $ 390.780.627,75 considerando un horizonte de análisis de 25 y utilizando una tasa social de descuento del 12% se obtiene una DAP agregada de $ 390.780.627,75 (Ver Tabla 10.85)

Tabla 10.85 Resultados transferencia de beneficios valoración económica del impacto

DAP promedio	DAP Anual	DAP agregada
		VNA 25 años (TSD=12%)
$ 8.448,40	$ 33.911.870,61	$ 390.780.627,75

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Valor de uso directo**

Para la valoración del impacto, se evalúa las potenciales pérdida de afloramientos de agua y disminución del nivel freático, tomando como referencia el precio de mercado del agua potable, teniendo en cuenta que desde el punto de vista teórico el precio del mercado representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por la autoridad ambiental competente, la tasa representa un buen indicador del valor de uso del recurso agua.

En el cálculo de la valoración se utilizaron los resultados de los estudios hidrogeológicos, desarrollados para la predicción y cuantificación física de los efectos de la obra en los puntos agua, anotando que dichas predicciones están dotadas de un nivel muy alto de incertidumbre, dada la cantidad de variables que intervienen y determinan el comportamiento natural de flujo subterráneo. En la Tabla 10.86 se presenta el consolidado de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con las categorías establecidas por el consultor y referenciando la distancia a las obras del proyecto y una calificación donde se estima el potencial grado de afectación.

Tabla 10.86 Inventario de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto

Pto de Agua	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia *	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Potencial de afectación		
(ID corto)	ID	(---)	(---)	(m)	X	Y	Z	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	N/A	Zodme 136	48	1157726,908	1308915,353	2381		2	
UF1-PA02	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	420	1158098,742	1308642,080	2420		2	
UF1-PA03	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	383	1158038,908	1308669,323	2409		2	
UF1-PA04	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	332	1158043,048	1308721,332	2421		2	
UF1-PA05	Flujo subsuperficial	K59+760	Túnel Pamplona	218	1158208,072	1308883,157	2442		2	
UF1-PA06	Manantial	K60+060	Túnel Pamplona	194	1157761,979	1309240,267	2482		2	
UF1-PA07	Manantial	K59+480	Túnel Pamplona	108	1158323,025	1309298,380	2568		2	
UF1-PA08	Flujo subsuperficial	K59+280	Túnel Pamplona	177	1158483,874	1309452,670	2536	1		
UF1-PA09	Resurgencia	K58+780	Túnel Pamplona	169	1158987,214	1309630,858	2337	1		
UF1-PA10	Flujo subsuperficial	K58+880	Túnel Pamplona	325	1158862,534	1309767,190	2372	1		
UF1-PA11	Flujo subsuperficial	K58+526	Vía a cielo abierto	140	1159212,676	1309611,343	2287	1		
UF1-PA12	Resurgencia	K57+422	Vía a cielo abierto	3	1159652,923	1308983,297	2257			3
UF1-PA13	Resurgencia	K57+354	Vía a cielo abierto	73	1159760,163	1308981,322	2238	1		
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	K57+222	Vía a cielo abierto	11	1159716,310	1308814,242	2256			3
UF1-PA15	Resurgencia	K57+031	Vía a cielo abierto	188	1159458,228	1308674,787	2318	1		
UF1-PA16	Resurgencia	K56+930	Vía a cielo abierto	247	1159414,279	1308468,656	2321	1		
UF1-PA17	Resurgencia	K56+924	Vía a cielo abierto	262	1159404,731	1308450,150	2317	1		
UF1-PA18	Flujo Subsuperficial	K56+172	Vía a cielo abierto	171	1159478,000	1308071,000	2270	1		
UF1-PA19	Flujo subsuperficial	K58+780	Túnel	108	1159212,676	1309611,343	2287		2	
UF1-PA20	Flujo subsuperficial	K58+780	Túnel	98	1159652,923	1308983,297	2257		2	
UF1-PA21	Resurgencia	K56+982	Vía a cielo abierto	24	1159616,395	1308603,098	2250	1		
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	K58+416	Vía a cielo abierto	43	1159382,125	1309518,421	2306		2	
UF1-PA23	Interflujo	K57+620	Vía a cielo abierto	65	1159561,458	1309195,628	2312	1		
UF1-PA24	Resurgencia	K57+711	Vía a cielo abierto	79	1159722,253	1309169,985	2225	1		
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	N/A	VER 144	100	1156797,563	1308859,654	2463	1		
UF1-PA26	Resurgencia	N/A	VER 148	100	1156738,456	1309819,452	2448	1		
UF1-PA27	Resurgencia	K57+433	Vía a cielo abierto	121	1159737,000	1309074,000	2226	1		
UF1-PA28	Flujo subsuperficial	K58+583	Vía a cielo abierto	157	1159270,000	1309630,000	2269	1		
UF1-PA29	Flujo subsuperficial	K58+377	Vía a cielo abierto	202	1159417,000	1309678,000	2252	1		
UF1-PA30	Resurgencia	N/A	VER 144	2	1156958,000	1308931,000	2421		2	
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	N/A	VER 148	1	1156575,000	1309824,000	2432		2	
UF1-PA32	Resurgencia	N/A	VER 149	0	1155968,000	1311082,000	2231			3
UF1-PA33	Resurgencia	N/A	VER 156	0	1155961,000	1311102,000	2228			3
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	N/A	VER 118	77	1160146,000	1312162,000	2094	1		
UF1-PA35	Resurgencia	K57+870	Vía a cielo abierto	263	1160040,190	1309265,770	2199	1		
UF1-PA36	Interflujo	K56+595	Vía a cielo abierto	120	1159934,580	1308255,500	2137	1		
UF1-PA37	Flujo subsuperficial	K56+270	Vía a cielo abierto	157	1159579,000	1308160,000	2246	1		
UF1-PA38	Interflujo	K57+962	Vía a cielo abierto	706	1160451,900	1309671,350	2053	1		
UF1-PA39	Interflujo	K57+965	Vía a cielo abierto	648	1160391,830	1309668,390	2031	1		
UF1-PA40	Interflujo	K58+141	Vía a cielo abierto	219	1159640,940	1309748,360	2212	1		
UF1-PA41	Flujo subsuperficial	K57+490	Vía a cielo abierto	326	1159315,000	1308919,000	2415	1		
UF1-PA42	Flujo subsuperficial	K57+554	Vía a cielo abierto	356	1159250,000	1309106,000	2433	1		
UF1-PA43	Flujo subsuperficial	N/A	VER 124	172	1159471,000	1309255,000	2345	1		
UF1-PA44	Flujo subsuperficial	K57+614	Vía a cielo abierto	40	1157808,000	1309104,000	2370	1		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

* Distancia horizontal al eje de la nueva vía

En este contexto y con fin de delimitar el alcance y cuantificación biofísica sobresalen los siguientes aspectos:

- En el área de influencia del proyecto se identificaron 44 puntos de agua subterránea de los cuales, de acuerdo con la clasificación establecida por el consultor, 5 corresponde a Manantiales,14 Resurgencias, 5 Interflujos y 20 puntos denominados como flujos subsuperficiales.

- De los 44 puntos de agua relacionados, 17 (39%) se encuentran dentro de un radio de 100 m respecto al eje de la vía y/o eje del túnel. De acuerdo con las categorías establecida por el consultor; 8 corresponde a Resurgencias, 1 Interflujo y 8 flujos subsuperficiales, en tanto no se identificaron categorías de manantiales.

- De los 17 puntos reportados en un radio de 100 m a cada lado del eje vial (19 Puntos se incluyen dos puntos localizados a 108 metros de los ejes del proyecto), se tiene que 10 de ellos se ubican en el radio de 50 m del eje del proyecto (vía en superficie, túnel o de las obras de apoyo) y 7 es a un radio superior a los 65 metros.

- En cuanto al grado de afectación se consideró además de la distancia al punto o afloramiento, el tipo de obra a desarrollar, la dirección del flujo, y los usos y usuarios de los sistemas naturales; con base en los cuales se identificaron 4 puntos con alto nivel de afectación (Nivel 3), 5 puntos que suponen un nivel de afectación medio y 8 puntos en los cuales se espera una afectación poca significativa o de intensidad baja.

- El caudal de potencial extracción de agua subterránea durante la operación del túnel, bajo el escenario más desfavorable que involucra no impermeabilizar la infraestructura general, implicaría extraer alrededor de 23 L/s máximo durante la etapa de construcción. El caudal de potencial extracción de agua subterránea durante la operación del túnel bajo el escenario más desfavorable que involucra no impermeabilizar la infraestructura general implicaría extraer alrededor de 4. L/s

En este contexto para la valoración económica de la alteración del nivel freático se parte de un conjunto de supuestos que configuran el peor escenario posible, en el cual se materializa perdidas de manantiales y una leve profundización del nivel freático. La potencial disminución en la oferta de recurso, tendrían uno efectos directos en los usos consuntivos del agua especialmente los relacionados con los usos domésticos y agrícolas, siendo estos últimos, los de menor impacto en la medida que el área de estudio predomina los pastos, en la cual el riego depende casi que exclusivamente del régimen de precipitaciones.

Finalmente, para el dimensionamiento de impacto se consideran 25 puntos en los cuales se esperan efectos significativos dado su localización respecto a las obras del proyecto y al tipo de obra punteada, más el caudal de extracción asociado en la etapa de construcción del túnel conforme los resultados del modelo numérico. En la Tabla 10.87 se presenta la información de la captación, número de usuarios y caudal estimado de los manantiales que potencialmente pueden verse afectados por la construcción de la infraestructura, incluyendo el caudal de extracción del túnel

Tabla 10.87 Valoración económica de puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la infraestructura.

ID Formulario	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia horizontal al eje de la	Uso del Punto	Usuarios * familias	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	N/A	Zodme 136	48	Ninguno	0	0,048383774	0,0000
UF1-PA02	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	420	Abastecimiento Publico	200	0,220785986	0,0002
UF1-PA03	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	383	Ninguno	0	0,213876214	0,0002
UF1-PA04	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	332	Abastecimiento Publico	20	1,028887298	0,0010
UF1-PA05	Flujo subsuperficial	k59+760	Túnel Pamplona	218	Abastecimiento Publico	300	0,156584157	0,0002
UF1-PA06	Manantial	k60+060	Túnel Pamplona	194	Ninguno	0	0,010555556	0,0000
UF1-PA07	Manantial	k59+480	Túnel Pamplona	108	Abastecimiento Publico	300	0,31	0,0003
UF1-PA12	Resurgencia	K57+422	Vía a cielo abierto	2,8	Pecuario	25	0,06	0,0001
UF1-PA13	Resurgencia	k57+354	Vía a cielo abierto	73,07	Pecuario	25	0,04	0,0000
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	K57+222	Vía a cielo abierto	10,63	domestico	6	0,002	0,0000
UF1-PA19	Flujo subsuperficial	k59+480	Túnel	108	Domestico	5	0,09	0,0001
UF1-PA20	Flujo subsuperficial	k58+780	Túnel	98	Domestico/pecuario	3	0,07	0,0001
UF1-PA21	Resurgencia	k56+982	Vía a cielo abierto	24	Ninguno	0	0,27	0,0003
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	K58+416	Vía a cielo abierto	42,94	Sin información	0	0,08	0,0001
UF1-PA23	Interflujo	k57+620	Vía a cielo abierto	64,77	Sin información	0	0,22	0,0002
UF1-PA24	Resurgencia	k57+711	Vía a cielo abierto	78,97	Pecuario	25	0,90	0,0009
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	N/A	VER 144	100	Abastecimiento Publico	30	0,62	0,0006
UF1-PA26	Resurgencia	N/A	VER 148	100	Domestico	5	0,07	0,0001
UF1-PA30	Resurgencia	N/A	VER 144	2,14	Ninguno	NO APLICA	0,01	0,0000
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	N/A	VER 148	1	Ninguno	NO APLICA	0,07	0,00007
UF1-PA32	Resurgencia	N/A	VER 149	0	Ninguno	NO APLICA	0,01	0,00001
UF1-PA33	Resurgencia	N/A	VER 156	0	0	NO APLICA	0,01	0,00001
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	N/A	VER 118	77	Ninguno	NO APLICA	0,05	0,00005
Túnel Etapa de operación	Agua de infiltración	NA	NA	NA	NA Aplica par manantiales arriba del eje horizontal de túnel ya contemplado	NO APLICA	4,00	0,00400
Túnel	Agua de infiltración	N/A	N/A	N/A			23,00	0,02300
Estimación de caudal etapa de construcción								0,0275
Día (m3/día)								2.375
Mes (m3/mes)								71.254

ID Formulario	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia horizontal al eje de la	Uso del Punto	Usuarios * familias	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)
Año (m3/año)								855.045
Pérdidas anuales								$ 1.087.617.198
Estimación de caudal Etapa de operación								0,0085
Día (m3/día)								738
Mes (m3/mes)								22.135
Año (m3/año)								265.624
Pérdidas anuales								$ 337.873.940
Tarifas acueducto $/m3								$ 1.272
VNA (TSD 12%; 25 años)								**$ 4.984.839.007**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

*Los usuarios están asentados en el sector de Cristo Rey y utilizan esta fuente como suministro alterno para agua no potable, ya que el acueducto de Pamplona tiene suministro de agua potable para todo el sector.

Si se considera un horizonte de tiempo de (25) años en los que no recibirán los beneficios generados por el recurso natural, las perdidas alcanzarían un monto de $ 4.984.839.007 pesos, tomando como referencia el valor del metro cúbico de agua es de $ 1272 que corresponde a la tarifa promedio en pesos por m3 vigentes en el año 2018 para la Ciudad de Pamplona, (Tarifas Acueducto Pamplona S.A E.S.P.).

- Consolidado de la Valoración económica del impacto variación del nivel freático

Finalmente, en la Tabla 10.88 se presenta el valor económico de las pérdidas generadas por la afectación de los puntos de agua, las cuales asciende a $ 5.375.619.634 pesos considerando el horizonte de análisis de 25 años del proyecto. Este costo está determinado principalmente por el valor de uso directo del agua y en una menor proporción por el valor de no uso.

Tabla 10.88 Consolidado de costos Impacto variación del nivel freático

Servicios y Bienes Ambientales	VNA 25 años (TSD=12%)
Valor de uso directo	$ 4.984.839.007
Valor de existencia	$ 390.780.628
VALOR PRESENTE	**$ 5.375.619.634**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.7 Valoración del impacto: Modificación a la destinación económica del suelo

Con la ejecución del proyecto se afectarán algunos predios localizados en la curva de los Adioses, específicamente las unidades familiares que cuentan con algún tipo de negocio o perciben ingresos relacionados con las actividades comerciales. Si bien se trata de impacto compensando en el marco del proceso de gestión predial, se incluye como un impacto residual dado el reconocimiento que tiene la población como zona proveedora de servicios comerciales.

Para desarrollar el análisis aplicaron encuestas a las cinco unidades comerciales emplazadas en la Curva de los Adioses las cuales se verán afectadas por el desarrollo de las obras, teniendo en cuenta el nivel de ingresos percibidos, dependencia familiar (Número de personas dentro del núcleo familiar dependientes de los ingresos generados por las actividades desarrolladas) y las características de propiedad y tipo predio donde se desarrollan las actividades (Ver Tabla 10.89).

Tabla 10.89 Registro de actividades comerciales emplazada en la curva de los Adioses UF1

No.	Nombre / Razón Social	Actividades desarrolladas en el predio
1	Tienda Ecoprix	Venta de víveres
2	Muebles Hermanos Ruiz	Venta de muebles
3	Fábrica de bocadillos Príncipe	Fábrica de alimentos
4	Montallantas	Servicio Montallantas
5	Hotel	Servicios de hotelería

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con relación al vínculo con el predio en la base de datos se registra que predominan los arrendatarios (3 de 5), resaltando que en los predios donde se desarrolla la actividad comercial sirven a su vez de vivienda, es decir, tienen un uso mixto. Al realizar el análisis con el tipo de uso se observa que el 80% reporta un uso mixto y tan solo el 20% reporta un uso de tipo comercial exclusivo.

De acuerdo con los propietarios en el desarrollo de las actividades comerciales y de servicios se generan 15 empleos directos, de cuyos ingresos dependen al menos 18 familiares cercanos (Ver Tabla 10.90). Frente a la dependencia de los ingresos, el 100% de las personas aseguran que la actividad desarrollada alrededor de la infraestructura vial es la fuente principal de sus ingresos, algunos de ellos aseguran que es la única fuente de ingresos de sus familias (80%), mientras que el 20% restante a pesar de que tienen entradas adicionales relativas a otras fuentes, estas son menores a las percibidas por su actividad principal.

Tabla 10.90 Empleos y número de dependientes de la actividad comercial

Actividad	Empleos Generados	Familias Dependientes
Tienda Ecoprix	2	5
Muebles Hermanos Ruiz	2	4
Fábrica de bocadillos Príncipe	4	
Montallantas	5	5
Hotel	2	4
Total	**15**	**18**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para indagar por los ingresos mensuales se estableció una pregunta abierta y rangos de valores tomando como referencia el salario mínimo legal vigente. Respecto a la pregunta abierta se debe precisar que no se obtuvo información por parte de los entrevistados, los cuales no se sentían cómodos para declarar la cifra exacta de sus ingresos a desconocidos,

por lo tanto, la información queda inmersa o revelada en los rangos en los cuales los entrevistados situaron los ingresos producto de las actividades comerciales.

En este orden de ideas los resultados evidencian que el 60% obtienen ingresos que oscilan entre uno a dos salarios mínimos, el 20 % reporta ingresos menores a un SMLV y el 20% ingresos en el rango de 1 a 4 SMLV.

Finalmente, la valoración de las pérdidas generadas en las actividades económicas se desarrolla en términos de "valor de consumo perdido" o sacrificado por la construcción del nuevo trazado vial. Se trata entonces de estimar el daño económico, partiendo de los ingresos generados por las ventas del comercio localizado en el segmento vial de la UF1 y proyectando anualmente con las expectativas de crecimiento de la región de acuerdo comportamiento PIB regional de los últimos 23 años.

El ingreso por ventas se obtiene de la información recopilada en campo, donde los comerciantes informaron un rango próximo de ingresos que reciben en promedio por el desarrollo de las actividades productivas, revelando en este orden el nivel de ingresos que se dejarán de percibir a raíz de la entrada en construcción y operación del nuevo trazado.

En este contexto en la Tabla 10.91 se presentan los ingresos por ventas para cada una de las unidades identificadas y encuestadas, subrayando que la cifra corresponde al valor medio del rango declarado en la encuesta presencial.

Tabla 10.91 Ingresos estimados de venta mensuales y anuales, de acuerdo con la caracterización de unidades productivas localizadas en el UF 1

No	Nombre / Razón Social	Actividades desarrolladas en el predio	Valor de ingreso mensual	Valor estimado pérdidas anuales $/año
1	Tienda Eco-Prix	Venta de víveres	$ 1.172.613	$ 14.071.356
2	Muebles Hermanos Ruiz	Venta de muebles	$ 1.172.613	$ 14.071.356
3	Fábrica de bocadillos Príncipe	Fábrica de alimentos	$ 1.172.613	$ 14.071.356
4	Montallantas	Servicio Montallantas	$ 781.742	$ 9.380.904
5	Hotel	Servicios de hotelería	$ 3.908.710	$ 46.904.520
Total, Ingresos anuales UF 1				**$ 98.499.492**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los reportes de ingresos presentados en la Tabla 10.91, se estima el valor de las pérdidas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: i) La duración del efecto es igual al horizonte de vida del proyecto; ii) Se proyecta una disminución igual al 100% de las ventas; iii) Se estima un crecimiento de los ingresos igual a la proyección del PIB regional tomando como base el comportamiento de los últimos 15 años de acuerdo a los datos DANE[26]; iv) Para efectos de los cálculos se consideró la tasa social de descuento (TSD) establecida por el Departamento Nacional de Planeación DNP equivalente al 12%.

Tabla 10.92 Valoración de la afectación a las actividades económicas tradicionales

Periodo	Valor estimado de pérdidas anuales $/año
1	$ 98.499.492

[26]Www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales

Periodo	Valor estimado de pérdidas anuales $/año
2	$ 102.606.921
3	$ 106.885.629
4	$ 111.342.760
5	$ 115.985.753
6	$ 120.822.359
7	$ 125.860.652
8	$ 131.109.041
9	$ 136.576.288
10	$ 142.271.519
11	$ 148.204.241
12	$ 154.384.358
13	$ 160.822.186
14	$ 167.528.471
15	$ 174.514.408
16	$ 181.791.659
17	$ 189.372.371
18	$ 197.269.199
19	$ 205.495.325
20	$ 214.064.480
21	$ 222.990.969
22	$ 232.289.692
23	$ 241.976.172
24	$ 252.066.578
25	$ 262.577.755
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 1.178.785.194

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los supuestos descritos, en la Tabla 10.92 se presenta el valor económico de la Afectación a las actividades económicas tradicionales, el cual alcanza un monto de $ 1.178.785.194 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años.

10.4.1.8 Valoración económica del impacto generado por el traslado involuntario de población

El impacto de traslado involuntario se presenta en la etapa de adquisición predial, en la cual, por motivos de utilidad pública e interés general, unidades sociales (Propietarios, arrendatarios y/o morador) que se encuentren habitando o desarrollen actividades productivas de manera permanente deben trasladarse de manera forzosa porque sus predios se encuentran en el área de diseño y construcción del trazado vial.

En la mayoría de los casos, este impacto detona los niveles de vulnerabilidad en la unidad social, ya que puede llegar a afectar la capacidad de las personas (residentes o productivas) para manejar la alteración de las condiciones de vida relacionadas con aspectos tales como, pérdida de la vivienda, afectación a sus actividades económicas tradicionales e incluso capacidad de instalación. Con relación a ello, cabe mencionar, que el grado de vulnerabilidad está relacionado incluso con los niveles de arraigo, capacidad de gestión, capacidad de adaptación, afectación total o parcial de los ingresos, entre otros.

Si bien todos los predios serán adquiridos por el Concesionario de acuerdo a la normatividad nacional vigente, compensando a los propietarios el valor comercial del predio, teniendo en cuenta la reglamentación urbanística, destinación económica, daño emergente , lucro cesante , y en los casos procedentes otras compensaciones sociales que buscan mitigar los impactos socioeconómicos causados por el proyecto, otorgando los denominados Factores de Compensación Socioeconómica o Factores Sociales, que son reconocimientos socioeconómicos con destinación específica, que se liquidan siempre y cuando cumplan las condiciones y requisitos establecidos en las resoluciones 077 de 2012 Resolución 545 de 2008 (diciembre 5) del Instituto Nacional de Concesiones – INCO-. (Hoy en día, Agencia Nacional de Infraestructura –ANI), así como las modificaciones a esta última a través de las Resoluciones 1776 de 16 octubre de 2015 y 2684 del 6 de agosto de 2015.

No obstante, es posible, que las indemnizaciones definidas en cada caso en particular no compensen o logren resarcir todos los perjuicios o daños causados a las unidades sociales objeto de traslado involuntario, especialmente aquellos elementos o atributos relativos al carácter relacional y emocional de las familias con su lugar de residencia.

En este contexto la valoración económica se enfoca en capturar el efecto no compensado en la liquidación predial, específicamente lo relativo al sentido de pertenencia o arraigo emocional con el lugar de residencia; sin embargo, no existe información para estimar la demanda de este tipo de valores (Valores de no uso), por lo tanto, se recurre a la técnica de preferencias declaradas, en donde a partir de la encuestas se obtiene información directamente de las personas (consumidores) del valor que le asignan a los atributos relativos al carácter relacional y emocional del lugar de residencia.

El cuestionario utilizado para la toma de opinión de la muestra de población seleccionada constó de veintiún preguntas agrupadas en cuatro secciones; en la primera sección se describía en términos prácticos el objetivo de la entrevista y los parámetros y aspectos del problema que permiten direccionar al encuestado al bien específico objeto de valoración.

En la sección 2 se presentó una serie de preguntas en donde se le pidió a las personas que calificaran elementos y características del territorio de residencia a fin de establecer el grado de satisfacción y arraigo de la persona con su territorio. La sección 3 se presentó el escenario del mercado contingente definiendo el medio de pago y formulando las preguntas valorativas a través de un formato mixto en el cual se realiza una pregunta dicotómica seguida de otras abierta por rangos. La sección 4 recoge información socioeconómica del encuestado y en la última sección (5) se deja un espacio para registrar las observaciones del entrevistado o del entrevistador.

El formato de pregunta utilizado para indagar sobre la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios fue el formato binario, utilizando un rango de valores determinado, el que se construyó con base en el valor de los arriendos identificados y registrados en las fichas de identificación predial, y ajustadas con base en los ingresos promedios de las personas en cada una de las unidades funcionales. Teniendo en cuenta la poca disponibilidad de tiempo

para desarrollar el ejercicio, no fue posible el aplicar encuestas piloto que permitieran ajustar los valores de partida.

En la Tabla 10.93 se presenta la ficha técnica del procedimiento de valoración contingente utilizado para determinar la disposición a pagar de los residentes afectados por la construcción de la infraestructura vial por evitar el traslado o reubicación, conservado los valores intrínsecos, relacionales que los ata a su territorio.

Tabla 10.93 Ficha técnica del estudio

Características	Descripción	
Método captura del mercado hipotético	Encuestas personales	
Método de valoración	Formato dicotómico: Pregunta abierta y Formato subasta rangos de precios	
Pregunta formato binario de la disposición a pagar	¿Estaría usted dispuesto a pagar una cuota anual parar evitar el traslado de su lugar de residencia, de tal manera que su familia y usted puedan mantener las condiciones actuales?	
Pregunta formato subasta + pregunta abierta	De acuerdo con su ingreso ¿estaría usted dispuesto a pagar, para evitar el traslado de su lugar de residencia, alguno de los siguientes valores? ¿Cuál sería la máxima cantidad que donaría? ___$/año No. No estaría dispuesto a pagar X$ entonces ¿Cuál sería la máxima cantidad que donaría? _$/mes	
Población objetivo	Propietarios, arrendatarios u ocupantes mayores de 18 años residentes en las unidades familiares y productivas identificadas en el proceso de gestión predial. (El estudio se desarrolló en todas las unidades funcionales, correspondientes a 14 veredas donde se requiere el traslado de población)	
	Veredas	Muestra poblacional
	14	61
Tipo de Muestreo	Aleatorio simple estratificado de acuerdo con la población de las veredas localizadas en las áreas de influencia del proyecto de Doble calzada Pamplona Cúcuta UF1, UF2, UF3-4-5	
Encuestas	Se realizaron 61 encuestas, que para un nivel de confianza del 95% arroja un error de muestreo del 10%.	
Desarrollo de la encuesta	Diciembre de 2017.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La aplicación de la encuesta corrió a cargo de la empresa consultora, mediante entrevistas personales en el domicilio de los encuestados. Con base en la sabana predial donde se registra la información de la población, se estableció al azar una lista de unidades sociales a encuestar y a los individuos mayores de 18 años que viven en estos predios.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan los supuestos y resultados obtenidos con la técnica de valoración contingente en la estimación del valor económica del impacto de Traslado involuntario de población.

Características generales de la muestra

La muestra se definió con base en la población de las veredas localizadas en las áreas de influencia del corredor Pamplona Cúcuta Unidades Funcionales 1,2,3,4 y 5, adicionalmente se consideró la información predial con el fin de seleccionar los sitios que por su localización potencialmente suponen el traslado involuntario de unidades sociales y/o productivas. En

este contexto el tamaño muestral se estimó con base en una población finita y conocida utilizando la fórmula que para este tipo de poblaciones.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^{2} * p * q}{d^{2} * (N-1) + Z_{\alpha}^{2} * p * q)}$$

Dónde:

n:	tamaño muestral	61
N:	tamaño de la población	9299
N-1	grados de libertad	9298
Z:	valor correspondiente a la distribución de gauss, zα= 0.05 = 1.65 y	1,65
Zα:	0.01 = 2.58	3,84
p:	prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p =0.5), que hace mayor el tamaño muestral	0,8
q:	1 – p (si p = 70 %, q = 30 %)	0,2
i:	error que se prevé cometer si es del 10 %, i = 0.1	0,1

Cabe resaltar que la distribución de estas encuestas se realizó mediante la determinación un muestreo por conglomerados, dicho cálculo muestral, se desarrolla a profundidad en el Anexo 9B. En este sentido, en la Tabla 10.94 se presenta la distribución de las encuestas.

Tabla 10.94 Encuestas realizadas por unidades territoriales

Municipios	Población total de cada uno de los municipios	Porcentaje correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Población correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Margen de Error muestral
Aguas negras	89,9	0,97%	0,59	0,6
Alcaparral	141,4	1,52%	0,93	1,0
Alto Santa Lucia	250,3	2,69%	1,64	1,8
Bajo Santa Lucia	162,1	1,74%	1,06	1,2
Batagá	233,0	2,51%	1,53	1,7
Batatas	80,2	0,86%	0,53	0,6
Buenos Aires	191,5	2,06%	1,26	1,4
Calaluna	101,9	1,10%	0,67	0,7
California	108,6	1,17%	0,71	0,8
Chichira	345,8	3,72%	2,27	2,5
Corozal	308,0	3,31%	2,02	2,2
Curazao	310,7	3,34%	2,04	2,2
El Caney	126,1	1,36%	0,83	0,9
El Colorado	224,5	2,41%	1,47	1,6
El Cúcano	143,9	1,55%	0,94	1,0
El Naranjo	299,7	3,22%	1,97	2,2
El Paramo	358,1	3,85%	2,35	2,6
El Salto	94,3	1,01%	0,62	0,7
El Talco	147,4	1,58%	0,97	1,1

Municipios	Población total de cada uno de los municipios	Porcentaje correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Población correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Margen de Error muestral
El Volcán	108,4	1,17%	0,71	0,8
Honda Norte	355,3	3,82%	2,33	2,6
La Donjuana	449,7	4,84%	2,95	3,2
La Hojancha	386,6	4,16%	2,54	2,8
La Libertad	124,6	1,34%	0,82	0,9
La Palmita	277,6	2,99%	1,82	2,0
Llano Grande	191,5	2,06%	1,26	1,4
Lobatica	309,7	3,33%	2,03	2,2
Matajira	242,1	2,60%	1,59	1,7
Naranjales	95,4	1,03%	0,63	0,7
Nueva Donjuana	410,9	4,42%	2,70	3,0
Nuevo Diamante	76,4	0,82%	0,50	0,6
Pamplonita	869,3	9,35%	5,71	6,3
Peñaviva	98,6	1,06%	0,65	0,7
Sabaneta Alta	81,5	0,88%	0,53	0,6
San Antonio	193,5	2,08%	1,27	1,4
San Rafael	240,1	2,58%	1,58	1,7
Tescua	268,5	2,89%	1,76	1,9
Tulantá	161,1	1,73%	1,06	1,2
Ulaga Baja	162,9	1,75%	1,07	1,2
Urengue Blonay	143,9	1,55%	0,95	1,0
Urengue Rujas	257,1	2,76%	1,69	1,9
Zarcuta	76,9	0,83%	0,51	0,6
	9299,0	100,00%	61	67

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Escenario Planteado

La definición del contexto o proyecto se realizó a través de un texto introduciendo al entrevistado en el bien a valorar en las primeras siete preguntas de la encuesta. En la sección introductoria se informaba a las personas sobre el problema de valoración a través del siguiente texto (Ver Anexo 9C. Encuesta valoración)

> *Para el desarrollo de la concesión vial Cúcuta Pamplona se requiere de la intervención y traslado de personas y familias localizadas en el área del trazado. Si bien todos los predios serán adquiridos por el Concesionario de acuerdo con la normatividad nacional vigente, compensando a los propietarios el valor comercial del predio, teniendo en cuenta la reglamentación urbanística, destinación económica, daño emergente y lucro cesante. El daño emergente incluye el valor del inmueble (terreno, construcción y/o cultivos objeto de adquisición). El lucro cesante se calculará según los rendimientos reales del inmueble al momento de la adquisición y hasta por un término de seis (6) meses.*

En este contexto se quiere indagar a los propietarios de los predios objeto de intervención, sobre los valores no compensados en la liquidación predial, específicamente lo relativo al sentido de pertenencia o arraigo emocional con el lugar de residencia.

Con esta introducción se buscaba minimizar los sesgos de percepción del contexto y centrar la atención en valor le otorgan las personas a su zona de residencia.

Vehículo de Pago

Para la simulación del mercado se determinó que la forma de pago fuese una cuota anual para mantener las condiciones actuales y no ser traslados.

La pregunta se formuló, pues, en términos de disposición a pagar. La forma de presentación de la pregunta de valoración se efectuó en dos partes. Primero, mediante una pregunta binaria, donde la persona acepta o rechaza la disponibilidad a pagar seguido de un rango de valores determinado, el que se construyó con base en el valor de los arriendos identificados y registrados en las fichas de identificación predial, y ajustadas con base en los ingresos promedios de las personas en cada una de las unidades funcionales

Resultados

De acuerdo con la metodología expuesta, la muestra representativa resultó ser de 61 individuos a encuestar no obstante se incluyen un margen de error adicional para errores en la aplicación de la encuesta por tanto se plantea una muestra de 67 individuos. De esta muestra, se puede establecer un perfil socioeconómico de la persona encuestada con base en la información contenida. En la Tabla 10.95 se presenta las características socioeconómicas generales de la totalidad de las personas encuestadas (61 de las cuales 4 encuestas fueron descartadas).

Tabla 10.95 las características socioeconómicas de la muestra

Variables	Total	% sobre el total/ promedio
Hombres	28	51%
Mujeres	29	49%
Edad promedio (años)	-	46,08
Nivel educativo: No estudió	1	2%
Nivel educativo: Primaria incompleta	12	21%
Nivel educativo: Primaria completa	11	19%
Nivel educativo: Bachillerato incompleto	7	12%
Nivel educativo: Bachillerato completo	16	28%
Nivel educativo: Técnico incompleto	2	4%
Nivel educativo: Técnico completo	2	4%
Nivel educativo: Universidad incompleta	2	4%
Nivel educativo: Universidad completa	4	7%
Nivel educativo: Postgrado	0	0%
Ocupación: Empleado(a)	12	21%
Ocupación: Agricultor	4	7%
Ocupación: Ama de casa	10	18%
Ocupación: Estudiante	2	4%

Variables	Total	% sobre el total/ promedio
Ocupación: Independiente	28	49%
Ocupación: Otro empleo	1	2%
Número de personas en el hogar (promedio)	4,79	
Número de menores en el hogar (promedio)	0,91	
Número de mayores en el hogar (promedio)	0,58	
Casado(a)	18	32%
Soltero(a)	17	30%
Separado	2	4%
Unión libre	14	25%
Viudo (a)	6	11%
Gastos Menos de $260.000	6	11%
Gastos Entre $260.001 y $520.000	2	4%
Gastos Entre $520.001 y $780.000	16	28%
Gastos Entre $780.001 y $1.040.000	10	18%
Gastos Entre $1.040.001 y $1.560.000	10	18%
Gastos Entre $1.560.001 y $2.080.000	2	4%
Gastos Entre $2.080.001 y $2.600.000	0	0%
Gastos Más de $2.600.000	2	4%
Personas que no determinaron sus gastos	0	0
Ingresos Menos de $260.000	8	14%
Ingresos Entre $260.001 y $520.000	0	0%
Ingresos Entre $520.001 y $780.000	13	23%
Ingresos Entre $780.001 y $1.040.000	15	26%
Ingresos Entre $1.040.001 y $1.560.000	7	12%
Ingresos Entre $1.560.001 y $2.080.000	3	5%
Ingresos Entre $2.080.001 y $2.600.000	0	0%
Ingresos Más de $2.600.000	5	9%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De la muestra se puede afirmar que la participación del género fue equivalente, que es un elemento diferenciador con otros estudios en los cuales la participación de la mujer es mucho mayor dado el rol tradicional de la mujer como cuidadora del hogar. Esta situación se corrobora con el dato de ocupación, en la cual tan solo el 18% de los encuestados afirma que su ocupación era ama de casa.

Respecto a la edad; el 63% de la población oscila en un rango de 29 a 65 años con un promedio de 46,08 años, ubicando la muestra como una población mayoritariamente adulta, mientras que el 16% corresponden adultos mayores de 65 años y el 21% población mayor de 18 años y menor de 28 (Jóvenes).

En cuanto al nivel de educación el 98 % de las personas encuestadas refiere haber cursado algún nivel de estudio, siendo la básica primaria y el bachillerato los niveles más representativos de la muestra, seguido de la educación superior técnica y profesional con un 8 % y 7% respectivamente.

Con relación al monto de los ingresos de las familias, se observa que el 61% de la muestra reporta ingresos entre $520.000 y $1.560.000 pesos, el 25% reporta ingresos inferiores a $520.000, en tanto el 14% afirma que sus ingresos son superiores a $1.560.000 pesos. En cuanto a los egresos las personas reportan niveles de gastos en los mismos rangos o en

rangos superiores que los ingresos, lo que indica que todas las rentas son utilizadas para la adquisición de bienes y servicios.

Algunas de estas variables serán importantes a la hora de estimar la DAP promedio del proyecto como explicativas y de control, de manera que se obtenga una estimación eficiente, consistente e insesgada de los parámetros poblacionales con la muestra seleccionada.

Percepciones del Arraigo

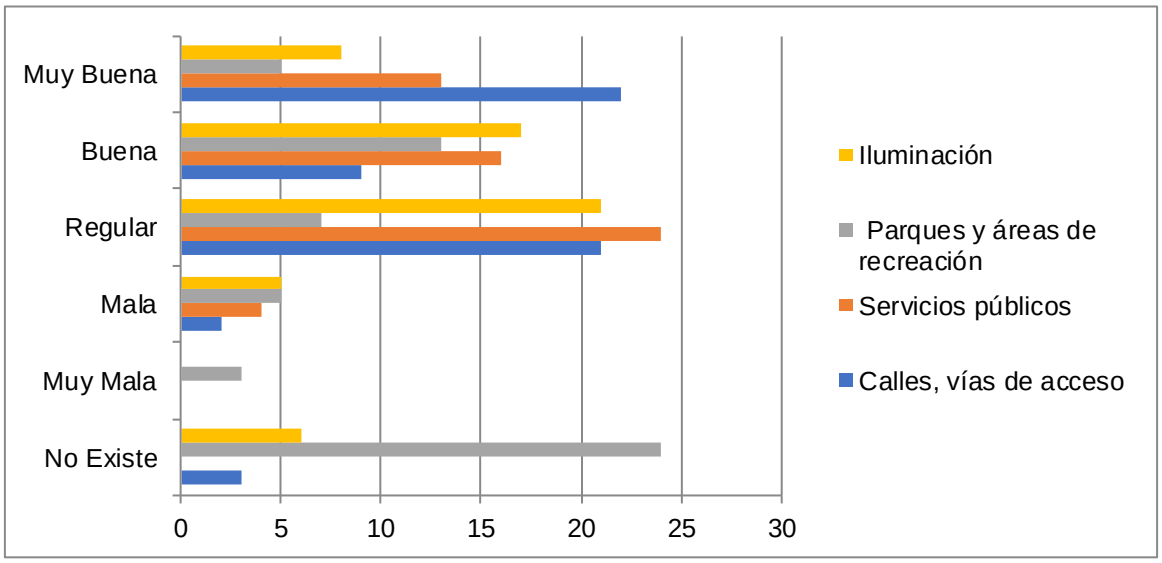
Dentro de la encuesta aplicada se encontraban preguntas que buscaban evaluar la percepción de los habitantes sobre aspectos estructurales, dotacionales y relacionales del territorio de residencia a fin de establecer un proxy del grado de satisfacción y arraigo de la persona con su territorio

Para lograr este objetivo en la encuesta se desplegaban 4 preguntas en donde las personas encuestadas de acuerdo con algunas categorías calificaban elementos o atributos del territorio de residencia que de alguna manera pueden representar el agrado o nivel de satisfacción de las personas con su territorio.

Las preguntas iniciales indagaban sobre el tiempo de residencia y la presencia de familiares en el territorio, evidenciando que el 64% de las personas encuestas residen hace más de 10 años en el sector, el 30% en un rango inferior a 5 años y el 7% afirma que residen en el sector entre 5 y 10 años. En este mismo sentido l el 77% de las personas encuestadas afirman que en el sector residen familia cercana.

En cuanto a la valoración las personas de calidad de elementos de infraestructura, los encuestados perciben la calidad los servicios públicos y calles en las categorías de como Regular a Muy buena calidad, en tanto se evidencia que no existen parques de recreación y existen algunas deficiencias en iluminación de acuerdo con la percepción de los encuestados.

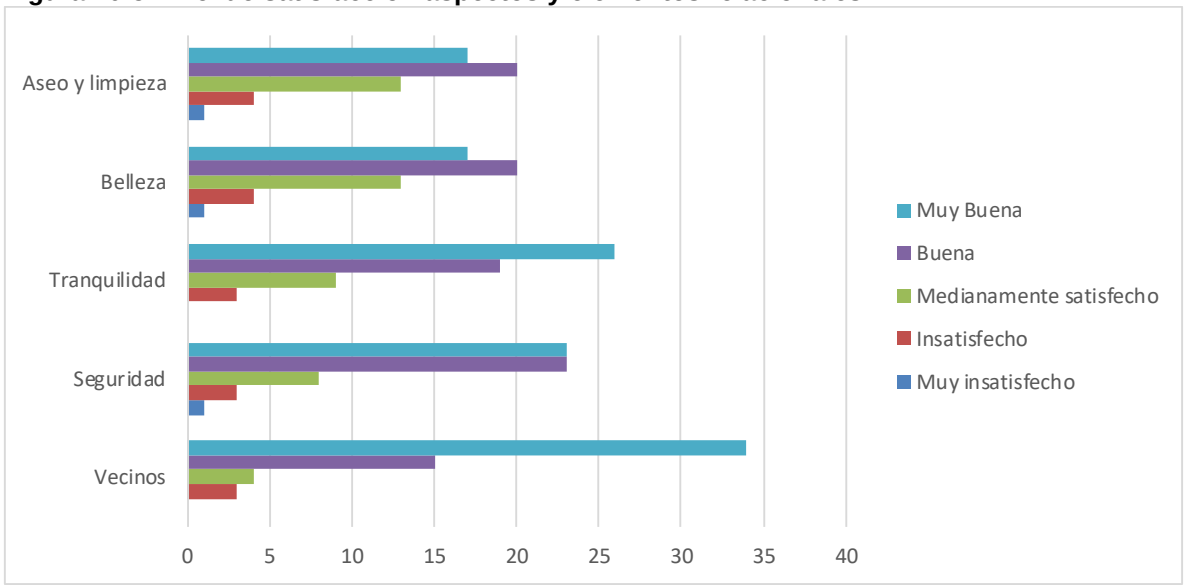
Figura 10-4 Calidad de los elementos de infraestructura del territorio



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En cuanto, a los aspectos y elementos relacionales, las personas encuestadas expresaron un nivel de satisfacción alto en cada uno de los ítems evaluados con porcentajes de calificación superiores al 40% en las categorías Buena a Muy Buena (Ver Figura 10-5) evidenciando un grado alto de satisfacciones con los aspectos relativos a la relación con los vecinos, la seguridad, tranquilidad, la belleza y limpieza de zonas de residencia.

Figura 10-5 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales

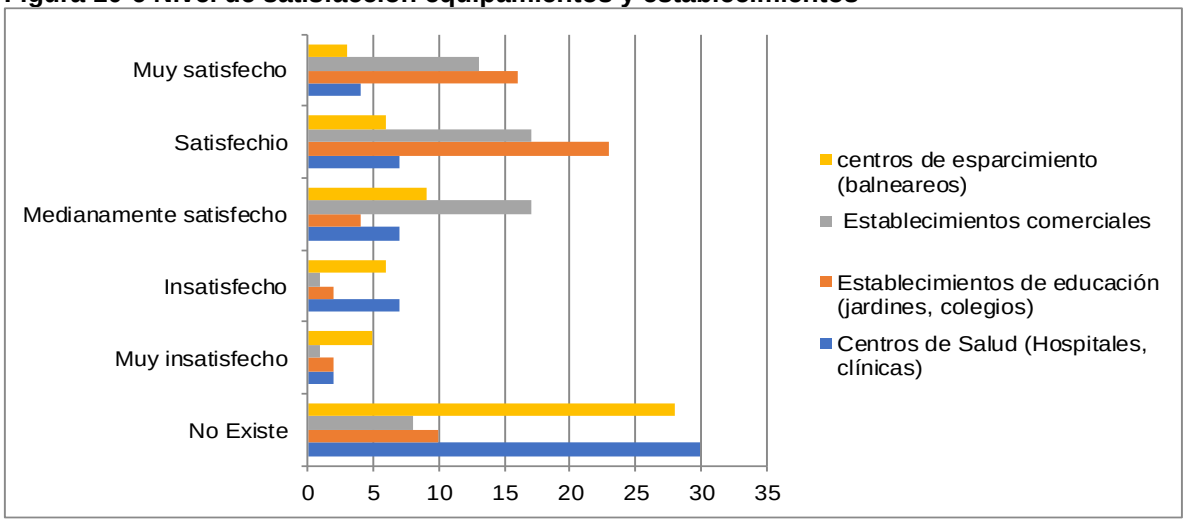


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En cuanto a la dotación de infraestructura social se evidencia un grado de satisfacción respecto a los establecimientos de educación y establecimiento comerciales, en tanto los

sitios de esparcimiento y las instituciones de salud, las personas muestran un alto grado de insatisfacción.

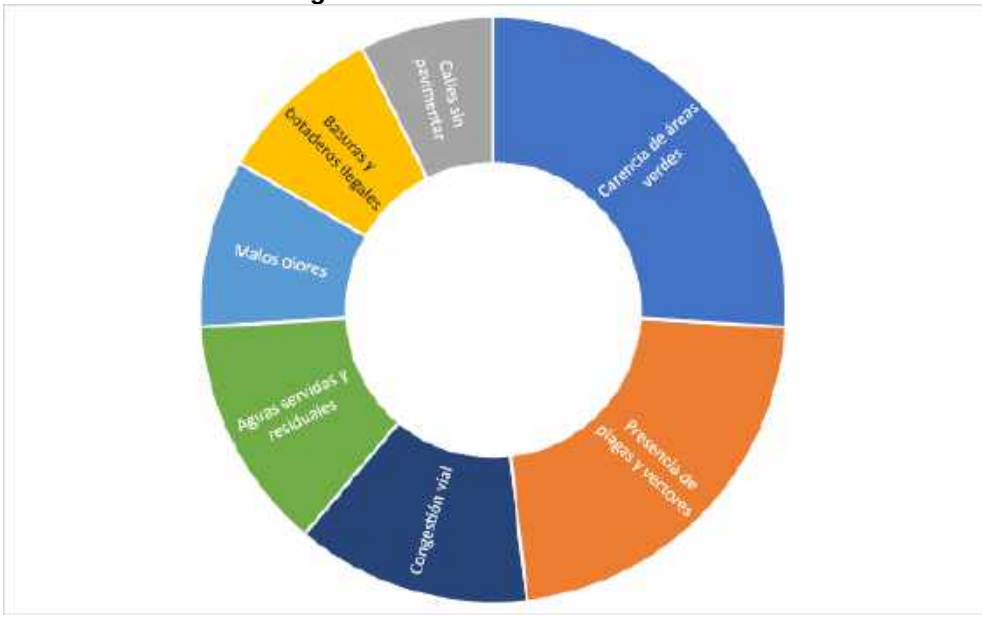
Figura 10-6 Nivel de satisfacción equipamientos y establecimientos



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a las problemáticas locales se evidencia mayor preocupación por la carencia de áreas verdes, seguido por la presencia de plagas y en menor proporción la congestión vial, las aguas residuales, los malos olores, los botaderos ilegales y las calles sin pavimentar (Ver Figura 10-7).

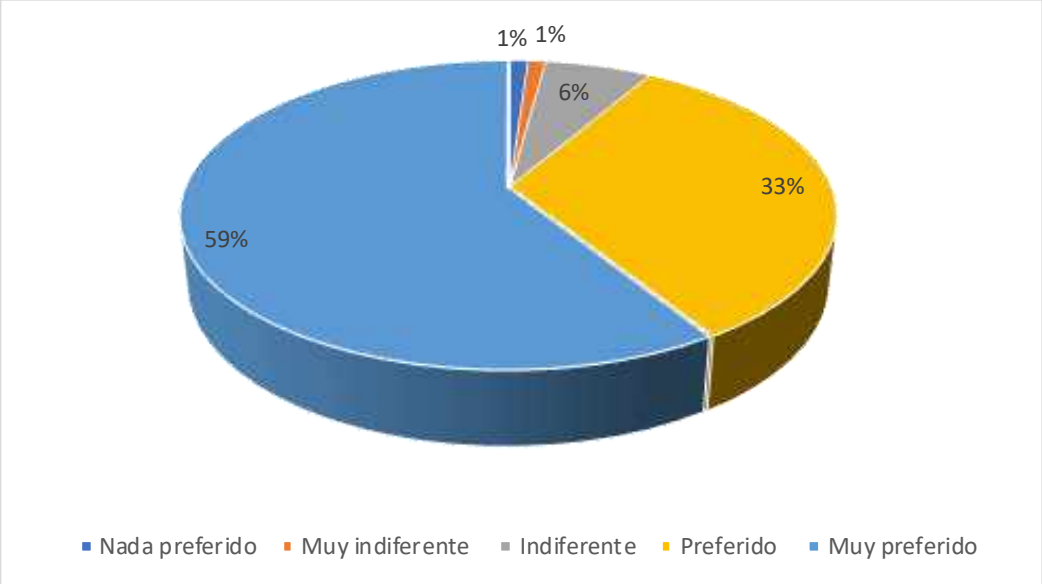
Figura 10-7 Problemática locales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Finalmente se solicitó a la persona que evaluaran la importancia de su barrio, vereda y/o caserío como lugar de residencia, encontrando la población encuestada valora positivamente su territorio (Ver Figura 10-8) puesto que expresan un nivel de preferencia alto (33%) y muy alto (59%). En este sentido es posible afirmar que población tiene un sentido de pertenencia alto y se sientes muy conforme con su sitio de residencia.

Figura 10-8 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Estadísticas descriptivas: DAP

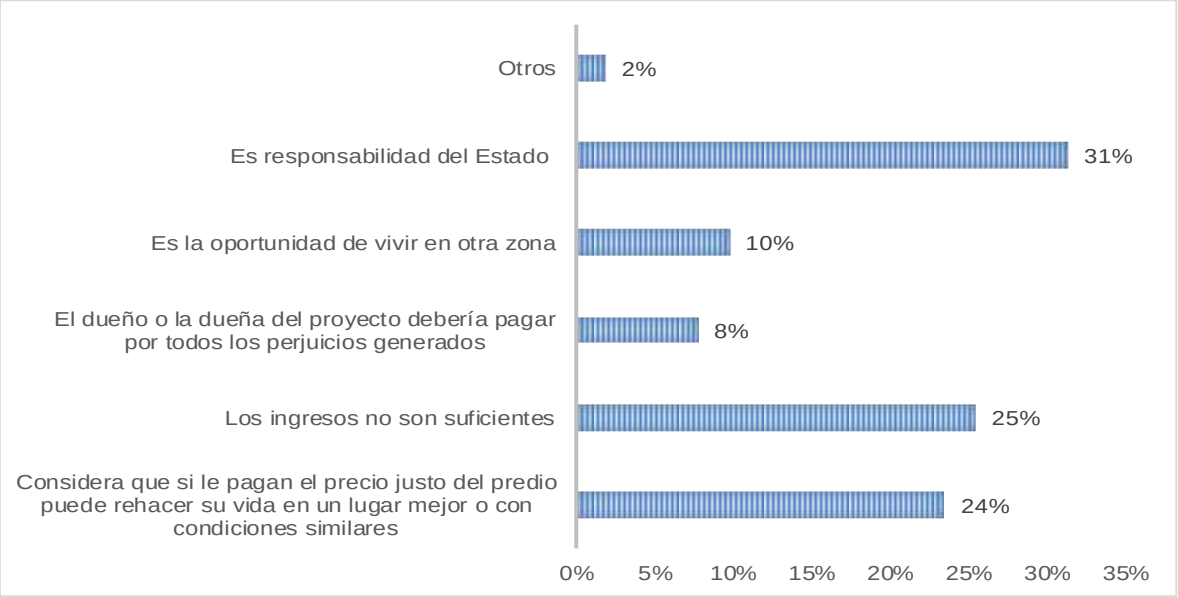
Del total de personas encuestadas el 91% manifestó No estar dispuesto a pagar por evitar el traslado de la unidad territorial, tan solo el 8,77% de la población encuestada estaría dispuesta a pagar por conservar las condiciones actuales y no trasladarse de su sitio de residencia. Este comportamiento de los entrevistados era el esperado, en la medida que el escenario planteado, la persona debía someterse a un pago por conservar las condiciones actuales con los beneficios del proyecto, lo que genera una resistencia natural a pagar por unos daños o efectos que el proyecto les genera sobre su propio bienestar.

En este contexto el 31% de las personas que no están dispuestas a pagar afirman que es el estado el responsable por garantiza por su nivel de bienestar, lo que puede interpretarse como la responsabilidad del estado en la compensación a pago de los costos no sufragados en la negociación predial.

En este mismo sentido las respuestas de protesta muestran que si la concesión les ofrece un precio justo (24%) por el predio quedarían satisfechos con el desarrollo del proyecto y su potencial reasentamiento en otro lugar del área, y en algunos se ve como la oportunidad de rehacer la vida en otro lugar (10%).

El 25% de las personas que no muestran una disponibilidad a pagar aducen que sus ingresos son insuficientes y por tanto no les es justo pagar un monto adicional por conservar las condiciones actuales, mientras que el 8% de los motivos relaciona a que el pago de debería ser responsabilidad del o dueño del proyecto. El 2% (otros) de las motivaciones se encuentran asociadas con la posibilidad que el cobro se hiciera efectivo.

Figura 10-9 Motivos y frecuencia relativa en las respuestas de protesta



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a los que respondieron afirmativamente, la mayor parte se concentró en los valores más medios altos de los precios ofrecidos en el cuestionario de la encuesta, como se presenta en la Figura 10-10. En cuanto las respuestas asociadas a la calidad de vínculo con el predio, es sustancialmente superior la DAP positivas en el grupo de personas que son arrendatarios.

Figura 10-10 DAP para evitar el traslado involuntario

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por lo que respecta a las veredas de residencia la proporción de DAP afirmativas se concentró en la Municipio de Chinácota. En cuanto a los Unidades Territoriales menores se conserva la misma tendencia, con mayor proporción de respuestas afirmativas en las veradas de Nuevo Diamante y la Don Juana.

Finalmente la asociación del nivel de arraigo con la DAP no es clara, en la medida que los estadísticos descriptivos muestran que las personas sugieren un alto nivel de preferencia con su territorio (el 59% de las personas consideran una muy alta preferencia a su territorio de residencia y el 33% con una categoría alta preferencia), no obstante predominan las DAP negativas en las dos categorías de preferencia seleccionadas por la tanto es posible que DAP no se relacione con el nivel de arraigo.

DAP promedio para evitar el traslado involuntario de familias y valorar el impacto generado

Como se acotó parágrafos atrás, la valoración económica del impacto asociado al traslado involuntario de familias se elaboró por medio del método de valoración contingente bajo la orientación de DAP. La Tabla 10-97 muestra los resultados de la estimación logit necesaria para la obtención del promedio de la DAP.

En este sentido, la estimación del modelo logit en la valoración del impacto por el traslado involuntario de familias, presenta una conducta particular, en el cual omite la variable independiente (DAP_Evit_Trasl: Disponibilidad a pagar por evitar el traslado), esto dado que presenta colinealidad en algunas de las observaciones. Por ende, se opta por modelar en función de un modelo Logit que tenga en cuenta Modelos lineales generalizados, en donde se tiene presente una distribución Binomial-Bernoulli. Este contrastando un mejor acercamiento a una curva normal, la cual genera coeficientes más significativos.

Igualmente, la modelación se realiza teniendo presente, aparte de la variable dependiente de disposición a pagar por evitar el traslado (DAP_Evit_Trasl) y la independiente de cuantía

a pagar por evitar el traslado (Pagoporevitareltraslado[27]), las variables explicativas: Unidad territorial donde se levanta encuesta (Unidadterritorial); Nivel de Calidad de las áreas de interés social (Calles, vías de acceso; Servicios públicos; Parques y áreas de recreación; Iluminación; Otros) (NiveldeCalidaddelasreasde); Calidad de vinculo del encuestado con el predio (VincPredio); Nivel de satisfacción del encuestado con su lugar de residencia, esto con respecto a las características de Vecinos; Seguridad; Tranquilidad; Belleza; Aseo y limpieza (Niveldesatisfaccindelencuest); Nivel de satisfacción de la población con el estado de los equipamientos y establecimientos (Niveldesatisfaccindelapobla); Nivel de problemáticas de las veredas y/o corregimientos (Niveldeproblemticasdelasver); Nivel de importancia que tiene el barrio, vereda y/o caserío para el encuestado (Niveldeimportanciadelbarrio); Estado civil de la persona encuestada (Estado_Civil); Ingresos mensuales del grupo familiar de la persona encuestada (Ingresos_del_grupo_familiar); Gastos mensuales del grupo familiar de la persona encuestada (G_m_grupfamiliar); Ocupación actual de las personas encuestadas (Ocupacion); Estudios realizados de la persona encuestada (Estudios); Edad de la persona encuestada (edad) y Sexo de la persona encuestada (Sexo).

Es pertinente mencionar, que las cuantías de ingresos de la variable Ingresos_del_grupo_familiar se estiman tomando los límites superiores de los rangos de ingresos que determinó cada uno de los encuestados, estableciendo de esta manera un valor proxy del nivel de ingresos. En cuanto, a los rangos en los que la población determino que sus ingresos eran superiores de $2’600.000 pesos, se fijó como ingreso de referencia el valor inferior de $2’600.000 pesos.

Al igual que para la variable Ingresos_del_grupo_familiar, para la variable de G_m_grupfamiliar se determinó las cuantías de egresos de cada persona encuestada, la cual se estima teniendo presente, como el gasto de cada encuestado, el valor promedio del rango de egreso establecido por cada individuo encuestado. Lo anterior, bajo el supuesto de que una parte de los ingresos de la comunidad les queda para el disfrute. En cuanto, a los rangos en los que la población determino que sus gastos eran menos de $260.000 pesos, se fijó como egreso de referencia el valor superior de $260.000 pesos.

Igualmente, en torno a los rangos en los que la población determino que sus egresos eran superiores de $2’600.000 pesos, se fijó como egresos de referencia el valor inferior de $2’600.000 pesos.

El desarrollo del modelo se realiza en primera instancia elaborando una comparación de modelos, esto mediante una distribución logística, en los cuales se contempla variables explicativas como NiveldeCalidaddelasreasde; Niveldesatisfaccindelencuest; Niveldesatisfaccindelapobla; Niveldeproblemticasdelasver; Niveldeimportanciadelbarrio; edad; Unidadterritorial; VincPredio; Sexo; Estado_Civil; Estudios; Ocupacion; Ingresos_del_grupo_familiar y G_m_grupfamiliar.

[27] La cuantía a pagar por evitar el traslado sale de la pregunta directa del valor que está dispuesto a pagar el encuestado por evitar el traslado a otros sitios, dicho valor exacto de pago por evitar el traslado es dado por encuestado.

En este sentido al correr el primer modelo:

Figura 10-11 Modelo 1

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion
Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Se evidencio que dicho modelo presentaba problemas de autocorrelación entre las variables, causando de esta manera que el modelo eliminara la mayoría de los datos y con ello generara variables nada significativas, como, por ejemplo, la variable explicativa Ingresos_del_grupo_familiar y la de Edad presenta unos estadísticos poco representativos, con una probabilidad z poco representativa, dado que P|z| es superior a 0,05:

Lo anterior, igualmente generado un R2 McFadden de 0,97302.

Figura 10-12 R2_McFadden modelo 1:

Modelo1: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)

Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,86E-08
R2 McFadden	0,97302

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Figura 10-13 Resultados modelo 1:

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion
Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3754038
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                         No. of obs      =         53
Optimization     : ML                             Residual df     =         37
                                                  Scale parameter =          1
Deviance         =  1.06000e-06                   (1/df) Deviance =  2.86e-08
Pearson          =  5.30000e-07                   (1/df) Pearson  =  1.43e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                 [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))             [Logit]

                                                  AIC             =  .6037736
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07               BIC             = -146.9008

------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |   .0003439   2.30e-06   149.75   0.000     .0003394    .0003484
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.343574   .2850693    15.24   0.000     3.784848    4.902299
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.368598   .2860798   -11.78   0.000    -3.929304   -2.807892
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.3938684   .1697528    -2.32   0.020    -.7265779   -.0611589
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.676659   .1092313    24.50   0.000     2.462569    2.890748
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6515892   .2038708    -3.20   0.001    -1.051169   -.2520098
                        edad |   .0043923    .010364     0.42   0.672    -.0159208    .0247053
           Unidadterritorial |   .2910549   .0561573     5.18   0.000     .1809887    .4011212
                  VincPredio |  -2.155169   .1805947   -11.93   0.000    -2.509128   -1.80121
                        Sexo |   6.309338    .287935    21.91   0.000     5.744996    6.87368
                 Estado_Civil |  -2.351097   .1112292   -21.14   0.000    -2.569102   -2.133092
                     Estudios |  -.1366688   .0721902    -1.89   0.058     -.278159    .0048213
                    Ocupacion |  -.6996444   .1229984    -5.69   0.000    -.9407168   -.4585719
 Ingresos_del_grupo_familiar |  -1.02e-08   4.19e-07    -0.02   0.981    -8.31e-07    8.11e-07
            G_m_grupfamiliar |  -5.66e-06   5.84e-07    -9.69   0.000    -6.81e-06   -4.52e-06
                       _cons |  -31.32176   1.753294   -17.86   0.000    -34.75815   -27.88537
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Analizando el modelo y los datos obtenidos en las encuestas tomadas, se halló que la variable de los ingresos del grupo familiar no explica el modelo, dado que guardan una relación directa con los gastos del grupo familiar y a su vez una autocorrelación que genera que la variable de ingresos se rechace y cause indicadores poco significativos.

En este sentido, una vez analizado el modelo 1 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando la probabilidad z poco representativa, y por ende que las variables no arrojaran los signos esperados. Dejando de esta manera el siguiente modelo:

Figura 10-14 Modelo 2

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Con el modelo 2, se evidencio una mejora en los signos esperados de las variables explicativas, al igual que en el R2 de McFadden; aunque aun manteniéndose los problemas de autocorrelación entre algunas variables, causando de esta manera que el modelo generara que la variable edad persistiera con un indicador z nada significativo, dado que su probabilidad z está superando los 0,05:

El R2 McFadden del modelo 2 (0,97368), en función del generado con la regresión del modelo 1, registra mayor significancia, dado que está más cercano a 1.

Figura 10-15 R2_McFadden modelo 2:

Modelo2: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G m grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,79E-08
R2 McFadden	0,97368

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Figura 10-16 Resultados modelo 2

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3755487
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                         No. of obs      =        53
Optimization     : ML                             Residual df     =        38
                                                  Scale parameter =         1
Deviance         =  1.06000e-06                   (1/df) Deviance =  2.79e-08
Pearson          =  5.30000e-07                   (1/df) Pearson  =  1.39e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                 [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))             [Logit]

                                                  AIC             =  .5660378
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07               BIC             = -150.8711

------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |    .000344   2.29e-06   149.99   0.000     .0003395    .0003485
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.318703   .2842187    15.19   0.000     3.761644    4.875761
Niveldesatisfaccindelencuest |   -3.34343   .2839805   -11.77   0.000    -3.900021   -2.786838
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.4019677   .1681433    -2.39   0.017    -.7315225    -.072413
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.670112   .1085255    24.60   0.000     2.457406    2.882818
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6485988   .2002622    -3.24   0.001    -1.041105   -.2560921
                       edad |   .0046189   .0102524     0.45   0.652    -.0154755    .0247133
           Unidadterritorial |   .2936166   .0547401     5.36   0.000     .1863279    .4009052
                  VincPredio |  -2.145895    .174587   -12.29   0.000     -2.48808   -1.803711
                        Sexo |    6.26947   .2856558    21.95   0.000     5.709595    6.829345
                Estado_Civil |  -2.350312   .1097983   -21.41   0.000    -2.565513   -2.135111
                    Estudios |   -.133551   .0676322    -1.97   0.048    -.2661077   -.0009943
                   Ocupacion |  -.7052821   .1183939    -5.96   0.000      -.93733   -.4732343
            G_m_grupfamiliar |  -5.66e-06   3.58e-07   -15.80   0.000    -6.36e-06   -4.96e-06
                       _cons |  -31.32826   1.753167   -17.87   0.000     -34.7644   -27.89212
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

En este sentido, una vez analizado el modelo 2 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando la probabilidad z poco representativa. Obteniéndose, de este modo el siguiente modelo:

Figura 10-17 Modelo 3

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El R2 McFadden del modelo 3 (0,97434), en función del generado con la regresión del modelo 2, registra mayor significancia, dado que está más cercano a 1.

Figura 10-18 R2_McFadden modelo 3:

Modelo3: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)	
Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,72E-08
R2 McFadden	0,97434

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El tercer modelo evidencio una mejora en los signos esperados de las variables explicativas, al igual que en el R2 de McFadden; no obstante, con el propósito de generar un mejor modelo se planteó otro modelo en el cual se eliminaron las variables de Niveldesatisfaccindelapobla y Estudios:

Figura 10-19 Resultados modelo 3

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3761557
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                         No. of obs      =         53
Optimization     : ML                             Residual df     =         39
                                                  Scale parameter =          1
Deviance         =  1.06000e-06                   (1/df) Deviance =  2.72e-08
Pearson          =  5.30000e-07                   (1/df) Pearson  =  1.36e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                 [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))             [Logit]

                                                  AIC             =  .5283019
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07               BIC             = -154.8414

------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                  DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |   .0003444   2.26e-06   152.44   0.000       .00034    .0003489
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.261578   .2784235    15.31   0.000     3.715878    4.807278
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.326272   .2802222   -11.87   0.000    -3.875498   -2.777047
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.3735823   .1673502    -2.23   0.026    -.7015828   -.0455819
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.669106    .103706    25.74   0.000     2.465846    2.872366
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6474674   .2002569    -3.23   0.001    -1.039964   -.2549711
           Unidadterritorial |   .2930853    .054112     5.42   0.000     .1870276    .3991429
                  VincPredio |  -2.118923   .1666494   -12.71   0.000    -2.44555   -1.792297
                        Sexo |   6.187414   .2836337    21.81   0.000     5.631502    6.743326
                 Estado_Civil |  -2.355282   .1096506   -21.48   0.000    -2.570194   -2.140371
                     Estudios |  -.1309737   .0663876    -1.97   0.049    -.2610909   -.0008565
                    Ocupacion |  -.7042193    .114542    -6.15   0.000    -.9287176    -.479721
              G_m_grupfamiliar |  -5.63e-06   3.55e-07   -15.84   0.000    -6.32e-06   -4.93e-06
                         _cons |  -30.98962   1.71089   -18.11   0.000     -34.3429   -27.63634
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

En este sentido, una vez analizado el modelo 3 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando los coeficientes menos significativos. Dejando de esta manera el siguiente modelo, el cual es final:

Figura 10-20 Modelo 4

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil
Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

De esta manera, para el modelo final (modelo 4) ("*glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)*") se omitió la variable Niveldesatisfaccindelapobla y Estudios, lo cual genero una mejoría en los estadísticos, obteniéndose de esta manera el mejor modelo posible.

Lo anterior, igualmente está sustentado en el R2_McFadden, el cual evalúa el ajuste general de cada modelo, permitiendo de esta manera la comparación del mejor modelo. En donde, según los criterios del R2_McFadden el modelo con R2_McFadden más cercano a 1, presenta el mejor ajuste, el cual al compararse en los 4 modelos planteados (R2_McFadden(modelo1) = 0,97302, R2_McFadden(modelo2) = 0,97368, R2_McFadden(modelo3) = 0,97434 y R2_McFadden(modelo4) = 0,97557) se halla que el mejor modelo es el 4.

Figura 10-21 R2_McFadden modelo 4:

Modelo4Final: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,59E-08
R2 McFadden	0,97557

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El modelo final se desarrolla con la variable independiente de Pagoporevitareltraslado y las variables explicativas NiveldeCalidaddelasreasde, Niveldesatisfaccindelencuest, Niveldeproblemticasdelasver, Niveldeimportanciadelbarrio, Unidadterritorial, VincPredio, Sexo, Estado_Civil, Ocupacion y G_m_grupfamiliar.

Es de resaltar que el modelo se fundamenta en un modelo lineal generalizado, con familia binomial logit, lo cual está respaldado por presentar su variable dependiente de tipo binaria, de base referéndum.

En este sentido habiéndose corrido el modelo logit y a su vez corregido la heteroscedasticidad, se obtuvo los parámetros de la Tabla 10-96, los cuales representan el promedio de la DAP para el área de influencia directa.

Tabla 10-96 Estimación logit – DAP Evitar el traslado involuntario de familias

Ecuación	**glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)**					
Variable dependiente DAP (Sí=1, No=0)	Coeficiente	Robuststd. est.	Z	P>|z|	[95% Int. Conf.]	
Pago (β)	0,0003459	2,24e-06	154,62	0.00	0,0003415	0,0003503
NiveldeCalidaddelasreasde	4,143307	0,2593641	15,97	0,00	3,634963	4,651651
Niveldesatisfaccindelencuest	-3,458029	0,2730688	-12,66	0,00	-3,993234	-2,922824
Niveldeproblemticasdelasver	2,776936	0,1001289	27,73	0,00	2,580687	2,973185
Niveldeimportanciadelbarrio	-0,7668133	0,1996945	-3,84	0,00	-1,158207	-0,3754194
Unidadterritorial	0,2574844	0,0540055	4,77	0,00	0,1516355	0,3633333
VincPredio	-2,135844	0,1662422	-12,85	0,00	-2,461672	-1,810015
Sexo	6,222894	0,2704999	23,01	0,00	5,692724	6,753064
Estado_Civil	-2,469857	0,1032729	-23,92	0,00	-2,672268	-2,267446
Ocupacion	-0,7470565	0,1089985	-6,85	0,00	-0,9606896	-0,5334234
G_m_grupfamiliar	-5,52E-06	3,24E-07	-17,03	0,00	-6,15E-06	-4,88E-06
Constante (α)	-30,10456	1,626258	-18,51	0,00	-33,29197	-26,91715
Obs.	53					
Deviance	1,06000e-06	-	(1/df) Deviance	2,59e-08	-	-
Pearson	5,30000e-07	-	(1/df) Pearson	1,29e-08	-	-

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Análisis: Los signos de los coeficientes coinciden con los signos esperados, dado que, debido a las condiciones socioeconómicas de la población del área de influencia, para el caso de Gastos, a medida que se reduce el excedente resultante de los ingresos menos los gastos, decrece la disponibilidad a pagar que realiza cada individuo. Generando así un efecto negativo, enmarca que, con un incremento de unidad en los gastos del grupo familiar, disminuye la cuantía a pagar de los individuos en 5.52e-06.

Por otra parte, Nivel de satisfacción del encuestado con su lugar de residencia (Niveldesatisfaccindelencuest) presenta un efecto negativo con el modelo, dado que, a menor satisfacción con el lugar de residencia, la disponibilidad a pagar de los habitantes por conservar las áreas donde actualmente viven disminuye. Generando así un efecto con cada decrecimiento de una unidad en el Niveldesatisfaccindelencuest, hasta el punto de disminuir el valor a pagar por evitar el traslado.

Tabla 10-97 Modelo de la disponibilidad a pagar por Evitar el traslado involuntario de familias

Modelo generado con STATA

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VinoPredio Sexo Estado_Civi
Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3909217
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                         No. of obs      =         53
Optimization     : ML                             Residual df     =         41
                                                  Scale parameter =          1
Deviance         =  1.06000e-06                   (1/df) Deviance =  2.59e-08
Pearson          =  5.30000e-07                   (1/df) Pearson  =  1.29e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                 [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))             [Logit]

                                                  AIC             =  .4528302
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07               BIC             =  -162.782

------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
Pagoporevitareltraslado |   .0003459   2.24e-06   154.62   0.000     .0003415    .0003503
NiveldeCalidaddelasreasde |   4.148307   .2593641    15.97   0.000     3.639963    4.656651
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.458029   .2730685   -12.66   0.000    -3.993239   -2.922824
Niveldeproblemticasdelasver |   2.776936   .1001289    27.73   0.000     2.580687    2.973185
Niveldeimportanciadelbarrio |  -.7668133   .1996945    -3.84   0.000    -1.158207   -.3754194
Unidadterritorial |   .2574644   .0540055     4.77   0.000     .1516355    .3632933
VinoPredio |  -2.136844   .1662422   -12.86   0.000    -2.461672   -1.812015
Sexo |   6.222599   .2704999    23.01   0.000     5.692729    6.752469
Estado_Civil |  -2.469857   .1032729   -23.92   0.000    -2.672268   -2.267446
Ocupacion |  -.7470565   .1089985    -6.85   0.000    -.9606896   -.5334234
G_m_grupfamiliar |  -5.52e-06   3.24e-07   -17.03   0.000    -6.15e-06   -4.88e-06
_cons |  -30.10456   1.626268   -18.51   0.000    -33.29197   -26.91715
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El modelo muestra significancia estadística, en donde enmarcar en el (β) un error Std robustos bajo y un z altamente representativo (154,62). Igual mente el modelo presenta un coeficiente de Pearson de 5,30000e-07.

Igualmente, dicho modelo enmarca su significancia en el P>|z|, dado que tanto su beta (β), como su constante, con una probabilidad inferior a 0,05, son significativos.

De acuerdo con la estimación realizada, la DAP media (por persona) para evitar el traslado involuntario en el AID, resultó ser de $87.028.601 partiendo de la transformación a un modelo de utilidad aleatoria con linealidad en el parámetro de pago, como lo propone Hanemann (1984).

Si se considera ese valor y teniendo en cuenta que el 8,77% de las familias estarían dispuestas a pagar para evitar el traslado, y se supone que los hogares afectados con el proyecto corresponden al número de hogares en las unidades territoriales localizadas en el área de influencia se estiman 669 de acuerdo con la información levantada en la caracterización de línea base, el perjuicio económico agregados del proyecto ascenderían

$ 5.106.081,16 anuales y a $ 44.853.429,42 considerando el horizonte de vida del proyecto (ver Tabla 10.98).

Tabla 10.98 Disponibilidad a pagar por evitar el traslado involuntario de las familias

Número de hogares AID	Familias con disponibilidad a pagar (8,77%) (a)	Disponibilidad a pagar – Anual – por familia (b)	Costo total de la afectación (a*b)
669	59	$ 87.028,60	$ 5.106.081,16
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 44.853.429,42**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.9 Cambio en los niveles de presión sonora

Para la valoración de los cambios en los niveles de presión sonora asociados a las actividades de construcción de la nueva infraestructura vial, se utiliza la metodología de transferencia de beneficios tomando como referencia los resultados de un estudio desarrollado en la ciudad de Medellín, donde se estima la disposición a pagar (DAP) por disminución de niveles de ruido o eliminación de la molestia.

En concreto, la transferencia de beneficios es un método de valoración que consiste en extrapolar los resultados de cuantificaciones de externalidades realizados en otros lugares, y que, por motivos técnicos, logísticos o monetarios, no fue posible aplicarlos en el área de estudio.

La transferencia de beneficios es un método de cuantificación aceptado por la literatura económica e incluso aparece como uno de los métodos sugeridos por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible en la resolución 0751 de marzo de 2015 (Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles), en el Manual de Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental (ANLA Rs 1669, 2017) y en la Guía de Aplicación de la Valoración Económica Ambiental (Resolución 1084 de 2018).

En estos documentos de referencia, se reseña dos grandes enfoques de transferencia de beneficios; el primero está relacionado con la transferencia de valor, y el segundo es la transferencia de función. El primer caso consiste “en la estimación de un valor a partir de un único estudio o de un conjunto de estudios”. En el segundo caso se estima “una función de demanda de un sitio de estudio o una regresión de metaanálisis que se construye a partir de las estimaciones de varios estudios”. Con respecto al primer caso, la guía agrega que “cuando se utiliza más de un estudio, es posible aproximarse al valor con una medida de tendencia central tal como la media” (ANLA Rs 1669, 2017)

En este contexto, para estimar el valor del cambio en los niveles de presión sonora, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios de valor fijo, utilizando los resultados del estudio titulado “Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Colombia)” (Correa, Osorio, & Patiño, 2015), en el cual

haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estima la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.

El objetivo del estudio buscaba establecer el valor económico que las personas le asignan a un programa que busque reducir el ruido por tráfico vehicular. En la Tabla 10.99 se describen las características y aspectos del estudio, indicando variables, método, resultados y sitio de aplicación.

Tabla 10.99 Descripción general sitio de estudio "Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)"

ESTUDIO	Valoración Económica De La Reducción Del Ruido Por Tráfico Vehicular: Una Aplicación Para Medellín (Colombia)
	País: Colombia
	Departamentos: Medellín
	Autor: Francisco Javier Correa Restrepo, Juan David Osorio Múnera, Bernardo Andrés Patiño Valencia
	Tipo de estudio: Grupo de investigación de Economía Aplicada (GEA), Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia, clasificado en categoría B por Colciencias
	Fecha: Recibido: 25 de marzo de 2014 - Aprobado: 5 de junio 2015
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Ciudad de Medellín, entorno urbano.
	Valora los servicios de calidad de vida, en cuanto a la perturbación sonora que pueda tener la población residente.
Para el caso del EIA, tan solo se contempla transferir los resultados de la valoración de los beneficios económicos que obtendrían los hogares de zonas residenciales en la ciudad de Medellín (Colombia) por la reducción del ruido por tráfico vehicular.	
VARIABLE DEPENDIENTE	DAP
	Vehículo de pago: Factura de agua
	Periodo: Trimestral
	Ya que no se conoce el costo exacto de remover la molestia por ruido y, por tanto, la contribución exacta por hogar para llevar a cabo la implementación y mantenimiento de la superficie absorbente de ruido. Se le preguntará si definitivamente pagaría, posiblemente pagaría, si no sabe, si posiblemente no pagaría o definitivamente no pagaría los siguientes valores trimestrales para la implementación y mantenimiento de la superficie ya mencionada. *¿Está usted dispuesto a pagar $6000 pesos trimestrales para reducir de manera permanente la molestia generada por el ruido?*
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: Preferencias declaradas -Valoración contingente
	MODELO 1: Se incluyen como variables independientes solo las variables dummys que explican los diferentes niveles de molestia, es decir, se corre el modelo sin constante. Nivel de significancia de 1% e intervalos de confianza de 95%. $DAP = \delta_1 nmolesto + \delta_2 Imolesto + \delta_3 momolesto + \delta_4 mumolesto + \delta_5 exmolesto$ MODELO 2: mínimos cuadrados ordinarios (MCO) MODELO 3: Tobit censurado en cero Donde:

	Cada coeficiente estimado en las variables es interpretado como el promedio de disponibilidad a pagar trimestral por hogar en pesos colombianos para cada nivel de molestia Método: Bjorner (2004) $DAPe = (\sum_{K=1}^{5} (P_k^{dBx} - P_k^{dBy})\ x\ DAP_k)N$ Donde K: es el nivel de molestia P_k^{dBx}: es la probabilidad de molestia k en el nivel inicial de decibeles de ruido dBx. P_k^{dBy}: es la probabilidad de molestia k en el nivel final de decibeles de ruido dBy. DAP_k: es la media de la disponibilidad a pagar para cada nivel de molestia. N: es el número de hogares beneficiados.
	VARIABLES INDEPENDIENTES K: es el nivel de molestia Vertv: problemas para ver tv Nper: Número de personas que componen el hogar Edad: Edad de las personas que componen el hogar Niveledu: nivel educativo. Tvivienda: tipo de vivienda (casa o apartamento). Ingresos: ingresos por familia N: es el número de hogares beneficiados VARIABLE DEPENDIENTE DAP: Disponibilidad a Pagar
	RECOLECCIÓN: Encuesta
	Número de encuestas: 1075, positivos 614, ceros 451, no respuesta a la DAP 1, encuestas incompletas 9.
Resultados	El 57% de las personas encuetadas (614) tienen una disposición a pagar positiva a la implementación de un programa que tenga como objetivo la reducción del ruido generado por tráfico vehicular.
	Para un hogar expuesto a 65 dB(A), Al multiplicar este cambio en la probabilidad de molestia por la disponibilidad media a pagar estimada se determinan que los beneficios económicos anuales esperados por hogar por la ejecución de este proyecto, el cual reduce el ruido en 5 dB(A), ascienden a 565 pesos colombianos del 2012.
	Si se considera que la reducción del ruido es generalizada para todos los niveles de exposición al ruido, los beneficios sociales asociados a la reducción de 5 decibeles de ruido por tráfico vehicular. Al multiplicar este cambio en la probabilidad estimada por la disponibilidad a pagar media por hogar se obtiene un valor de la disponibilidad a pagar por reducir 5 decibeles de 602 pesos colombianos.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Antioquia
	Ciudad: Medellín

Fuente WSP, 2018 con datos de (Correa, Osorio, & Patiño, 2015)

•Dimensionamiento del impacto

Respecto al dimensionamiento del impacto se parte de la línea base ambiental establecida en las mediciones de presión sonora en las estaciones referencia, cuyos resultados se

describen en el Capítulo 5 caracterización del área de influencia. En la Tabla 10.100 se presentan los niveles de presión sonora obtenidos en horario diurno y nocturno durante los días hábiles.

Tabla 10.100 Datos ruido ambiental estación de referencia (R03) modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora

Estación	Día hábil	
	Diurno	Nocturno
R01	70,3	78,5
R02	54,8	75,0
R03	53,7	53,6
Promedio	**60**	**69**

Para la estimación del cambio en la presión sonora producto del movimiento y operación de la maquinaria se simulo un escenario típico de operación en el cual N fuentes sonoras producen en un punto del espacio (Frente de obra) presiones acústicas instantáneas p1(t), p2(t), ..., pN(t); la presión acústica resultante es la suma de las presiones acústicas instantáneas de cada una de las fuentes (Para la estimación de escenario típico de operación se toma como referencia los registros de intensidades típicos emitidos en la construcción de una obra civil, los cuales se registran en la Tabla 10.101).

Tabla 10.101 Nivel de sonido distinto tipos de maquinaria de construcción

Equipo	Nivel de presión sonora (dBA)		
	Min	Max	Promedio
Martillo neumático	103	113	108
Sierra de cortar cemento	99	102	100,5
Sierra de cortar hierro	88	102	95
Bulldozer	93	96	94,5
Grúa	90	96	93
Aplanadora de tierra	90	96	93
Retroexcavadora	84	93	88,5
Volqueta	80	90	85
Escenario de operación	**109 db**		

Fuente: https://www.marketizer.com/articulos/prevencion-de-problemas-auditivos-en-la-industria-mexicana-3825587.htm (Ver Anexo 9B Hoja de Excel Imp_Ruido)

Para la determinación del nivel de incidencia de la contaminación sonora sobre los potenciales receptores, se tuvieron en cuenta los factores que afectan la propagación del ruido; para el caso de una infraestructura de carretera es considerada desde el punto de vista acústico como una fuente lineal. Si el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia (David, 2010). En este sentido para la determinación de la magnitud de afectación se consideraron los siguientes supuesto:

- La atenuación del ruido depende de si la fuente emisora es puntual o lineal. En ausencia de obstáculos, se refiere que cada vez que se dobla la distancia con relación a una

fuente puntual el sonido se atenúa en 6 dBA, mientras que, en el segundo caso, cada vez que se dobla la distancia con relación a una fuente lineal (por ejemplo, una autopista con mucho tráfico automotor) la atenuación del sonido será sólo de 3 dBA.

Idn = Id1 – 6 (log dn – log d1) /log 2 Fuente Puntual

Idn = Id1 – 3 (log dn – log d1) /log 2 Fuente Lineal

- Efecto causado por el suelo: el suelo supone la existencia de un plano sobre el cual podremos tener rebotes. El efecto de estos rebotes dependerá mucho del tipo de suelo, de si el suelo es una superficie dura o si por el contrario es porosa. Como resulta difícil de determinar en principio no se incluirá en el cálculo.

- Climatología: la previsión de propagación del sonido generado por el tráfico se realiza suponiendo siempre una atmósfera homogénea. Estas condiciones no siempre se cumplen, y el viento o la lluvia pueden provocar desviaciones respecto a las previsiones (de hasta 10 dB como como el caso de lluvia). De todos modos, estas alteraciones fluctúan en el tiempo. estadísticamente son insignificantes. Excepto en casos particulares, la influencia de estos fenómenos no se tendrá en consideración.

Con base en estos supuestos se simulo la dispersión de las ondas sonoras para establecer la magnitud del impacto en los potenciales receptores identificados en el área de estudio, cuyos resultados se presentan en la Tabla 10.102, donde se evidencia que las variaciones en los niveles de presión sonora a distintas distancias, subrayando que en el modelo no fueron consideradas otras variables de atenuación (Barreras) que sin duda afectarían sustancialmente la magnitud del impacto.

Tabla 10.102 Datos ruido ambiental estaciones de referencia modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora

Nivel de ruido registrado L_1 (Fuente de emisión lineal)														**109,3**	**dB**
Distancia para el cálculo (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500
Nivel de sonido esperado L_2 (dB)	89	82	79	77	75	73	72	71	70	69	65	63	59	57	55
Diferencia $\Delta L = L_1 - L_2$	-20	-27	-30	-32	-34	-36	-37	-38	-39	-40	-44	-46	-50	-52	-54
Norma Nocturna	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Delta de impacto	-34	-27	-24	-22	-20	-18	-17	-16	-15	-14	-10	-8	-4	-2	0
Área de estudio	20	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Área de estudio %	20%	15%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Hogares expuestos AI	**134**	**100**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Datos modelados http://www.sengpielaudio.com/calculator-distance.htm

Con base en los niveles de intensidad sonora establecidos en el modelo de dispersión se seleccionaron los potenciales receptores o zonas en la cual los niveles de emisión de ruido emitidos por la construcción de la vía superan los niveles normales de presión sonora, tomando como referencia los registros de ruido nocturno día hábil obtenidos en la

caracterización de la línea base ambiental. En este contexto la distancia al eje vial a construir determina el área de afectación o potenciales usuarios expuestos a los cambios de presión sonora.

Los resultados del modelo señalan que la impacto por cambios en los niveles de presión sonora afecta puntualmente a 669 viviendas[28] y a la universidad de Pamplona, las cuales son la base para establecer la magnitud económica del impacto.

Respecto a la universidad de pamplona, según lo indicado en Estudio de Caracterización de la Universidad de Pamplona (2016), cuenta con una población estudiantil de 23.762 alumnos, donde se destaca una distribución de genero de 12.131 mujeres y 11.631 hombres, es decir, una proporción de 51% y 49% respectivamente. Por su parte, la universidad cuenta con un pul de profesores en distintas modalidades como, hora catedra, medio tiempo y tiempo completo, que suman un total de 998 profesores, sumando el personal administrativo estimado en 228 personas, lo que representa en total una comunidad universitaria de 24.988 personas (Herrera, Velasco, & Quiroga, 2016)

Es importante resaltar, que alterar un entorno universitario por altas emisiones sonoras, incide directamente en su objetivo, que se basa en el trasmitir información y conocimiento, a los estudiantes, con el fin de que ellos, generen nuevos y aumenten la productividad en los demás sectores de la economía. Estudios realizados por Luis Barbier citados por (Lucic, 2009) en formación educativa, indican el porcentaje de obtención de conocimientos por el oído es de 11%, mientras la retención de conocimiento de lo que se escucha es del 20%. Capacidad, que puede ser afectada, pues los resultados muestran que, a nivel estudiantil, se puede presentar sueño, estrés, disminución de retención de memoria a corto y largo plazo, perdida de atención, motivación, etc., a causa de perturbación por ruido.

La normatividad vigente colombiana (Resolución 627 de 2006 (MAVDT, 2006)) establece que las universidades están catalogadas en el Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado, que permite 65 dB(A) en el día y 55 dB(A) en la noche. Es importante indicar, que para efectos del estudio se decide tomar el valor más bajo teniendo en cuenta que las actividades académicas requieren escasos niveles de ruido para su correcto desarrollo.

• Monetización del impacto

Para la monetización del impacto se utiliza los resultados del estudio "Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Correa, Osorio, & Patiño, 2015),en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estimaron la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.

En el estudio de referencia se estimaron los beneficios sociales asociados a la reducción de 5 dB de ruido por tráfico vehicular través de un modelo de exposición-molestia el cambio

[28] Teniendo en cuenta los vacíos de información respecto al número de viviendas se toma como referencia de cálculo, el número de viviendas por unidad territorial menor registrados el capítulo 5.3.3.1.

discreto en la probabilidad de cada molestia por una reducción de 5 decibeles. Al multiplicar este cambio en la probabilidad estimada por la disponibilidad a pagar media por hogar se obtiene un valor de la disponibilidad a pagar por reducir 5 decibeles de 602 pesos colombianos. El valor objeto de transferencia se encuentran a precios de 2014, por lo tanto, se ajustan o actualiza a precios 2018 en función de las variaciones de precios, de acuerdo con el cálculo de IPC que hace el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Teniendo en cuenta que los resultados del estudio presentan una DAP por hogar, para la estima el efecto en la institución universitaria es necesario estimar el valor individual, en este sentido, se emplean los datos reportados por el Censo 2005 (DANE - Censo poblacional, 2005) ara el departamento de Norte de Santander (Ver Tabla 10.103), donde las estimaciones indican una composición familiar de 3,9 personas.

Tabla 10.103 Promedio personas por hogar según DANE Censo Poblacional 2005.

Departamento de Norte de Santander	Registro	Personas por hogar
Total, Población	1.085.489	
Total, Hogares	276.840	3,9

Teniendo en cuenta que el impacto se materializa en la etapa de construcción y de acuerdo con los criterios establecidos se estimó como costo total del impacto en $ 33.238.937 anuales y $ 113.073.255 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años, tal como se observa en la Tabla 10.104.

Tabla 10.104 Valor presente de las pérdidas por los cambios en los niveles de presión sonora

Descripción	Unidad	Valor
Número hogares en el Área de Influencia de Directa	Unidad	669
Número de personas universidad de Pamplona	Unidad	24.988
Nivel máximo de presión sonora permitido según normatividad vigente	dB	55
Nivel promedio de presión sonora en actividades estaciones de referencia EIA (diurno)	dB	60
Nivel esperado de presión sonora en actividades constructivas	dB	109,3
Valoración Económica anual del impacto en actividades constructivas (Universidad)	COP	$ 25.585.212
Valoración Económica anual del impacto en operación	COP	$ 7.653.725
Total Anual	COP	$ 33.238.937
VNA (TSD 12%; 25 años)	**COP**	**$ 113.073.255**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.10 Valoración del impacto modificación de la calidad paisajística

La carretera o vía es un elemento de extraordinaria importancia paisajística tanto por ser un agente modificador del paisaje como por posibilitar el acceso visual a toda su cuenca de visión. En el contexto histórico, con la llegada de vehículos más rápidos y el aumento de sus usuarios, se empezó a exigir carreteras más seguras, lo que consistía en principio en

mayor anchura, curvas menos cerradas, menos cambios de rasante, etc. Así, los estándares para el diseño de las carreteras han ido evolucionando para acomodarse a los requerimientos derivados de una mayor velocidad, un tráfico más numeroso y mayores exigencias de seguridad. Debido a todo ello, las carreteras se convierten en infraestructuras con mayor posibilidad de ser causa de alteraciones paisajísticas, como consecuencia de una mayor rigidez de trazado y mayor zona afectada por la obra (Glaría, 1993).

Para estimar el valor de las alteraciones al paisaje, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016), en el cual haciendo uso de la metodología de valoración hedónicos con econometría especial, se estima cuanto se incrementa el valor de cada predio aproximadamente, por cada metro que se aleja del elemento que perturba el paisaje, en este caso la mina El Eucalipto. A continuación, se presentan el estudio empleado para trasferir el valor estimado a los predios que presentan perturbación visual.

Tabla 10.105 Descripción general sitio de estudio Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto.

ESTUDIO	Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto
	País: Colombia
	Verada El salto, municipio de Lenguazaque, Cundinamarca,
	Autor: John Fredy Velandia Castillo, Diego Fernando Trujillo González, Daniel Esteban Sáenz Restrepo.
	Tipo de estudio: Estudio universitario - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
	Fecha: 2016
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Cundinamarca – predios veredales
	Calidad de vida y bienestar – evalúa como las alteraciones sobre los elementos naturales, inciden sobre el ser humano, repercutiendo en el precio de los predios.
Para el caso del EIA, se contempla transferir los resultados de la valoración de los beneficios económicos, es decir, utilizar el incremento del valor predial de $2.356 pesos aproximadamente por cada metro que se aleja de la mina El Eucalipto, esto teniendo en cuenta el aumento de la calidad del aire y de la percepción paisajística debido al flujo de beneficios que se espera obtener por estos atributos.	
VARIABLE DEPENDIENTE	Incrementos del valor predial
	En la elaboración de la matriz de Vester se analizaron los parámetros catastrales, econométricos y geográficos que, según la recopilación de la información bibliográfica hecha con anterioridad, se determinaron que serían los que podrían tener una influencia sobre el precio de los predios cercanos a la mina El Eucalipto en la vereda El Salto, municipio de Lenguazaque
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: matriz de Vester
	MODELO: Econometría tradicional $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \ldots . \beta_n X_n$ $Y = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + u$
	VARIABLES INDEPENDIENTES β_1: área total: expresada en metros cuadrados del área total el predio, se espera que el precio aumento a medida que aumenta el área.

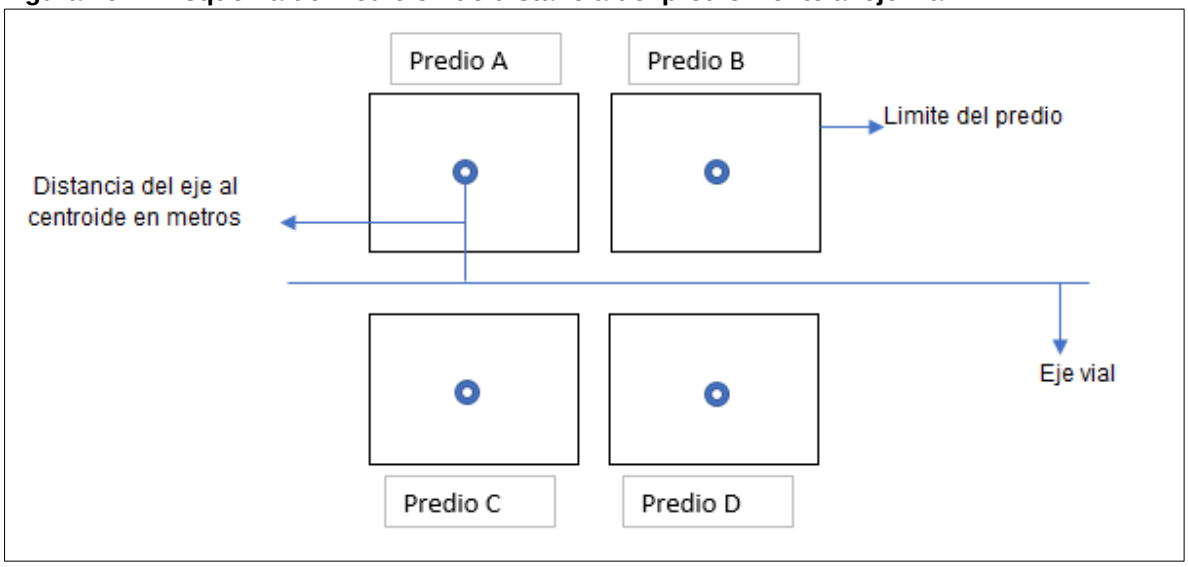
	β_2: área construida: expresada en metros cuadrados es el área del predio en la que se hizo algún tipo de construcción. β_3: distancia a la mina: expresada en metros cuadrados hace referencia a que tan alejado se encuentra el predio a la mina. VARIABLE DEPENDIENTE Y: Avaluó catastral
	RECOLECCIÓN: Información catastral
	Matriz de Vester: 169 calificaciones
Resultados	Teniendo en cuenta los resultados del modelo, se puede deducir que el aumento en el valor del predio será compensado con un aumento en la calidad ambiental de la vereda El Salto lo que no afecta la utilidad social.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Cundinamarca
	Ciudad: Bogotá

Fuente WSP, 2018 con datos de (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016)

- **Dimensionamiento del impacto**

El impacto visual por la construcción de la vía ·Cúcuta – Pamplona Unidad funcional 1, genera alteración a la calidad visual en ciento cincuenta y siete (157) predios contiguos o próximos al proyecto (ubicados en el área físico-biótica). Es importante mencionar, que el impacto se ve atenuado por la distancia en que el observador que este perciba el elemento que perturba el paisaje, es decir, a mayor distancia el efecto del nuevo elemento va a tener menor relevancia en el campo visual, en este sentido, se consideró medir la distancia de los predios al eje vial. Para este ejercicio se empleó el programa Arcgis 10.5, fundamentado en el siguiente esquema.

Figura 10-22 Esquema de medición de distancia del predio frente al eje vial



Fuente WSP, 2018

Figura 10-22, esquematiza el concepto considerado para este estudio en cuanto a la medición de las distancias de los predios al eje. En primer lugar, el eje se trazó linealmente al centro de la vía y, en segundo lugar, se puntualizó un centroide dentro de cada predio, con el fin, de medir la distancia que tendría el predio al eje vial, fundamentado, en el concepto de homogenizar la distancia de todos los predios, y suponer que en ese punto existe un receptor del impacto.

• Monetización del impacto

Como base de cálculos, se emplea el valor estimado en el estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" que estima un incremento en el valor predial de $2.356 pesos ($ 2.544,32 pesos 2018) aproximadamente por cada metro que se aleja de la mina El Eucalipto, esto teniendo en cuenta el aumento de la calidad del aire y de la percepción paisajística, de esta manera, se hace la relación de cuanto aumentarían los predios al alejarse del elemento que perturba e paisaje en su etapa constructiva. Es importante mencionar, que este impacto se considera solo en la etapa constructiva, dado que, en el momento de entrar en operación, la vía como elemento del paisaje se hace un elemento más y no algo intrusivo, integrándose al paisaje local.

En total, en el área de influencia físico-biótica se identifican ciento cincuenta y siete predios, encontrándose, una distancia promedio de 993 metros a la vía, y donde se destacan fincas, casas, comercio e infraestructura educativa. De esta manera, al relacionar la distancia de cada predio con respecto al incremento del valor predial, genera un valor total de $ 396.697.672,50 pesos anules que sería igual al valor económico anual del impacto por cambios en la calidad del paisaje considerando un único pago.Los resultados se muestran en la Tabla 10.106.

Tabla 10.106 Incremento en el valor predial

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
1	EJE_115	2595,045315	$ 2.544,32	$ 6.602.635,86
2	EJE_115	2526,425388	$ 2.544,32	$ 6.428.044,53
3	EJE_115	3043,80848	$ 2.544,32	$ 7.744.434,71
4	EJE_115	152,367484	$ 2.544,32	$ 387.672,23
5	EJE_115	472,603494	$ 2.544,32	$ 1.202.456,37
6	EJE_115	474,645648	$ 2.544,32	$ 1.207.652,27
7	EJE_115	137,879858	$ 2.544,32	$ 350.811,02
8	EJE_115	231,053187	$ 2.544,32	$ 587.874,15
9	EJE_115	79,293839	$ 2.544,32	$ 201.749,21
10	EJE_115	973,803143	$ 2.544,32	$ 2.477.670,63
11	EJE_115	762,578636	$ 2.544,32	$ 1.940.247,06
12	EJE_115	464,612024	$ 2.544,32	$ 1.182.123,48
13	EJE_115	672,364131	$ 2.544,32	$ 1.710.712,14
14	EJE_115	20,220689	$ 2.544,32	$ 51.447,98

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
15	EJE_115	1929,379846	$ 2.544,32	$ 4.908.967,28
16	EJE_115	508,016356	$ 2.544,32	$ 1.292.558,16
17	EJE_115	435,088253	$ 2.544,32	$ 1.107.005,45
18	EJE_115	331,936061	$ 2.544,32	$ 844.552,86
19	EJE_115	417,163919	$ 2.544,32	$ 1.061.400,14
20	EJE_115	329,495149	$ 2.544,32	$ 838.342,39
21	EJE_115	479,918609	$ 2.544,32	$ 1.221.068,39
22	EJE_115	2493,212162	$ 2.544,32	$ 6.343.539,33
23	EJE_115	2784,630296	$ 2.544,32	$ 7.085.001,46
24	EJE_115	2368,553294	$ 2.544,32	$ 6.026.366,79
25	EJE_115	2602,911195	$ 2.544,32	$ 6.622.649,20
26	EJE_115	1900,673999	$ 2.544,32	$ 4.835.930,31
27	EJE_115	2067,141516	$ 2.544,32	$ 5.259.477,59
28	EJE_115	1502,301697	$ 2.544,32	$ 3.822.342,14
29	EJE_115	59,159148	$ 2.544,32	$ 150.520,04
30	EJE_115	87,018984	$ 2.544,32	$ 221.404,48
31	EJE_115	264,54992	$ 2.544,32	$ 673.100,69
32	EJE_115	165,334615	$ 2.544,32	$ 420.664,81
33	EJE_115	337,117595	$ 2.544,32	$ 857.736,36
34	EJE_115	807,715519	$ 2.544,32	$ 2.055.089,91
35	EJE_115	1798,41827	$ 2.544,32	$ 4.575.758,61
36	EJE_115	2209,572778	$ 2.544,32	$ 5.621.868,86
37	EJE_115	1939,523915	$ 2.544,32	$ 4.934.777,08
38	EJE_115	2165,069394	$ 2.544,32	$ 5.508.637,84
39	EJE_115	1034,595751	$ 2.544,32	$ 2.632.346,71
40	EJE_115	1170,493947	$ 2.544,32	$ 2.978.115,74
41	EJE_115	10,513766	$ 2.544,32	$ 26.750,43
42	EJE_115	443,423877	$ 2.544,32	$ 1.128.213,97
43	EJE_115	797,19142	$ 2.544,32	$ 2.028.313,19
44	EJE_115	1140,468859	$ 2.544,32	$ 2.901.722,19
45	EJE_115	712,493674	$ 2.544,32	$ 1.812.814,69
46	EJE_115	217,849159	$ 2.544,32	$ 554.278,83
47	EJE_115	394,28732	$ 2.544,32	$ 1.003.194,66
48	EJE_115	289,327439	$ 2.544,32	$ 736.142,72
49	EJE_115	133,601023	$ 2.544,32	$ 339.924,28
50	EJE_115	1021,064058	$ 2.544,32	$ 2.597.917,70
51	EJE_115	961,350738	$ 2.544,32	$ 2.445.987,67
52	EJE_115	894,896878	$ 2.544,32	$ 2.276.907,53
53	EJE_115	848,250375	$ 2.544,32	$ 2.158.223,72
54	EJE_115	929,415771	$ 2.544,32	$ 2.364.734,77
55	EJE_115	737,395471	$ 2.544,32	$ 1.876.172,93
56	EJE_115	721,35299	$ 2.544,32	$ 1.835.355,66
57	EJE_115	199,478812	$ 2.544,32	$ 507.538,71
58	EJE_115	439,725542	$ 2.544,32	$ 1.118.804,21
59	EJE_115	2162,11418	$ 2.544,32	$ 5.501.118,82
60	EJE_115	2444,386417	$ 2.544,32	$ 6.219.310,82
61	EJE_115	1572,486442	$ 2.544,32	$ 4.000.914,86
62	EJE_115	568,093894	$ 2.544,32	$ 1.445.414,88
63	EJE_115	706,748177	$ 2.544,32	$ 1.798.196,29
64	EJE_115	311,352381	$ 2.544,32	$ 792.181,31

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
65	EJE_115	533,623971	$ 2.544,32	$ 1.357.712,23
66	EJE_115	1208,65025	$ 2.544,32	$ 3.075.197,74
67	EJE_115	860,092119	$ 2.544,32	$ 2.188.352,95
68	EJE_115	1858,616206	$ 2.544,32	$ 4.728.921,66
69	EJE_115	2508,43081	$ 2.544,32	$ 6.382.260,50
70	EJE_115	1525,228267	$ 2.544,32	$ 3.880.674,76
71	EJE_115	1010,331211	$ 2.544,32	$ 2.570.609,86
72	EJE_115	2227,385654	$ 2.544,32	$ 5.667.190,59
73	EJE_115	2121,834753	$ 2.544,32	$ 5.398.634,91
74	EJE_115	796,750355	$ 2.544,32	$ 2.027.190,98
75	EJE_115	541,446481	$ 2.544,32	$ 1.377.615,23
76	EJE_115	1349,830935	$ 2.544,32	$ 3.434.407,13
77	EJE_115	3083,951917	$ 2.544,32	$ 7.846.572,62
78	EJE_115	397,854654	$ 2.544,32	$ 1.012.271,11
79	EJE_115	395,323981	$ 2.544,32	$ 1.005.832,26
80	EJE_115	438,141126	$ 2.544,32	$ 1.114.772,95
81	EJE_115	433,102241	$ 2.544,32	$ 1.101.952,39
82	EJE_115	385,363123	$ 2.544,32	$ 980.488,61
83	EJE_115	467,357216	$ 2.544,32	$ 1.189.108,14
84	EJE_115	444,85778	$ 2.544,32	$ 1.131.862,29
85	EJE_115	414,849514	$ 2.544,32	$ 1.055.511,54
86	EJE_115	383,546483	$ 2.544,32	$ 975.866,49
87	EJE_115	359,658586	$ 2.544,32	$ 915.087,94
88	EJE_115	303,442235	$ 2.544,32	$ 772.055,34
89	EJE_115	347,84959	$ 2.544,32	$ 885.042,03
90	EJE_115	326,590442	$ 2.544,32	$ 830.951,87
91	EJE_055	158,028055	$ 2.544,32	$ 402.074,56
92	EJE_056	2092,64977	$ 2.544,32	$ 5.324.378,86
93	EJE_056	1979,19082	$ 2.544,32	$ 5.035.702,54
94	EJE_056	1663,615843	$ 2.544,32	$ 4.232.777,57
95	EJE_056	293,954001	$ 2.544,32	$ 747.914,19
96	EJE_056	1403,281026	$ 2.544,32	$ 3.570.401,47
97	EJE_056	1068,028697	$ 2.544,32	$ 2.717.410,96
98	EJE_056	1440,283477	$ 2.544,32	$ 3.664.547,69
99	EJE_056	304,915178	$ 2.544,32	$ 775.802,98
100	EJE_056	356,060808	$ 2.544,32	$ 905.934,03
101	EJE_056	400,876209	$ 2.544,32	$ 1.019.958,93
102	EJE_056	2162,524453	$ 2.544,32	$ 5.502.162,68
103	EJE_056	634,282213	$ 2.544,32	$ 1.613.819,40
104	EJE_056	789,691453	$ 2.544,32	$ 2.009.230,85
105	EJE_056	1230,900724	$ 2.544,32	$ 3.131.810,15
106	EJE_056	1025,522231	$ 2.544,32	$ 2.609.260,74
107	EJE_056	762,674907	$ 2.544,32	$ 1.940.492,01
108	EJE_056	725,546571	$ 2.544,32	$ 1.846.025,49
109	EJE_056	754,340532	$ 2.544,32	$ 1.919.286,66
110	EJE_056	724,961531	$ 2.544,32	$ 1.844.536,96
111	EJE_056	706,858087	$ 2.544,32	$ 1.798.475,94
112	EJE_056	763,869829	$ 2.544,32	$ 1.943.532,27
113	EJE_056	842,693584	$ 2.544,32	$ 2.144.085,44
114	EJE_056	284,319135	$ 2.544,32	$ 723.399,97

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
115	EJE_056	513,112734	$ 2.544,32	$ 1.305.525,00
116	EJE_056	996,198216	$ 2.544,32	$ 2.534.650,95
117	EJE_056	1090,273313	$ 2.544,32	$ 2.774.008,46
118	EJE_056	2281,517523	$ 2.544,32	$ 5.804.919,60
119	EJE_056	1826,458405	$ 2.544,32	$ 4.647.101,80
120	EJE_056	1085,9885	$ 2.544,32	$ 2.763.106,51
121	EJE_056	1170,510288	$ 2.544,32	$ 2.978.157,32
122	EJE_056	1554,959544	$ 2.544,32	$ 3.956.320,75
123	EJE_056	879,877681	$ 2.544,32	$ 2.238.693,83
124	EJE_056	1308,539622	$ 2.544,32	$ 3.329.348,65
125	EJE_056	810,083642	$ 2.544,32	$ 2.061.115,18
126	EJE_056	1264,718953	$ 2.544,32	$ 3.217.854,68
127	EJE_056	1977,972405	$ 2.544,32	$ 5.032.602,49
128	EJE_056	1132,604568	$ 2.544,32	$ 2.881.712,89
129	EJE_056	1565,440536	$ 2.544,32	$ 3.982.987,79
130	EJE_056	917,497985	$ 2.544,32	$ 2.334.412,07
131	EJE_056	2417,169995	$ 2.544,32	$ 6.150.063,42
132	EJE_056	2872,169191	$ 2.544,32	$ 7.307.728,76
133	EJE_056	1570,393534	$ 2.544,32	$ 3.995.589,82
134	EJE_056	245,591796	$ 2.544,32	$ 624.865,08
135	EJE_056	615,333365	$ 2.544,32	$ 1.565.607,40
136	EJE_056	270,858207	$ 2.544,32	$ 689.151,01
137	EJE_056	519,729648	$ 2.544,32	$ 1.322.360,57
138	EJE_056	448,496978	$ 2.544,32	$ 1.141.121,59
139	EJE_056	579,355851	$ 2.544,32	$ 1.474.068,95
140	EJE_056	1577,856998	$ 2.544,32	$ 4.014.579,29
141	EJE_056	755,51551	$ 2.544,32	$ 1.922.276,18
142	EJE_056	987,828295	$ 2.544,32	$ 2.513.355,15
143	EJE_056	974,417747	$ 2.544,32	$ 2.479.234,38
144	EJE_056	2619,661025	$ 2.544,32	$ 6.665.266,20
145	EJE_056	2516,220373	$ 2.544,32	$ 6.402.079,67
146	EJE_056	2396,6746	$ 2.544,32	$ 6.097.916,50
147	EJE_056	2744,887178	$ 2.544,32	$ 6.983.882,09
148	EJE_064	269,074943	$ 2.544,32	$ 684.613,81
149	EJE_064	40,090072	$ 2.544,32	$ 102.002,13
150	EJE_067	4,305616	$ 2.544,32	$ 10.954,88
151	EJE_067	8,948325	$ 2.544,32	$ 22.767,44
152	EJE_067	13,338556	$ 2.544,32	$ 33.937,61
153	EJE_068	43,271622	$ 2.544,32	$ 110.097,02
154	EJE_068	7,154096	$ 2.544,32	$ 18.202,34
155	EJE_068	12,89516	$ 2.544,32	$ 32.809,46
156	EJE_068	113,234525	$ 2.544,32	$ 288.105,31
157	EJE_068	168,399511	$ 2.544,32	$ 428.462,90
Promedio		**993,0876932**	**total**	**$ 396.697.672,50**

Fuente WSP, 2018

10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES

La variante de pamplona UF1 y en general la construcción del corredor vial doble calzada Cúcuta -Pamplona, generará beneficios ambientales y sociales relacionados con el mejoramiento de las condiciones de transporte que se ven reflejados en el ahorro de los tiempos de viaje y la disminución en los costos operativos que contribuyen al crecimiento económico, al reducir el tiempo empleado de recorrido.

De otro lado y de acuerdo con la guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), *los beneficios ambientales (externalidades positivas) corresponde a la mejora en el ámbito social, ambiental o económico que obtiene la población objetivo en el momento en que se decide ejecutar un proyecto*…. Listando entre otros la *Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a la situación sin proyecto), Proyectos voluntarios locales (diferentes a medidas del PMA, compensaciones o aquellas que atiendan un impacto del proyecto), Reducción de tiempo de viaje, disminución en accidentalidad y mejoramiento de infraestructura comunal (diferente a la afectada por el proyecto) y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia, debido a los programas ejecutados.*

En este contexto y como los beneficios sociales y ambientales del proyecto corresponde a: la generación de empleo, la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos y los efectos económicos por la demanda de bienes y servicios en el área de influencia.

5.1.1.1 Cambios en los costos generalizados del transporte

El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. *Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez. En términos generales, los costos de viaje incluyen los costos de operación, los costos asociados al tiempo de viaje y los costos del peaje*. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

En este contexto, la construcción y operación de proyecto trae consigo una reducción en los costos de operación y tiempos de viaje en comparación con los costos de viaje causados con las especificaciones técnicas de la vía actual. Para el análisis de reducción de costos generalizados del transporte se considera las diferencias entre el recorrido en las condiciones actuales del trazado versus las modificaciones propuestas en el proyecto.

Los cambios en los costos generalizados de transporte se calculan de la diferencia según tipo de vehículo por kilómetro de circular en una vía de buena calidad comparada con una vía regular o mala en una misma pendiente media. La diferencia de costos se multiplica por el número de vehículos que circulan y por la longitud de la vía.

Los datos y resultados presentados en este contenido fueron tomados del documento de estructuración vial Anexo 4 Estudio Trafico y Demanda Corredor Cúcuta Pamplona (Consorcion estructuración vial, 2015), documento donde se desarrollaron las estimaciones de tráfico para distintos escenarios de oferta y demanda, considerando peajes existentes y futuros del corredor Cúcuta-Pamplona.

Todos los valores[29] empleados en el modelo están expresados en precios constantes y de esta forma son comparables y no requieren ajustes por inflación u otras variables. El mismo supuesto se estableció para los costos de operación. Los factores de expansión fueron calculados a partir de la toma de información del año 2013[30], el factor mes-año fue actualizado con los datos de estacionalidad del peaje de influencia del corredor Cúcuta-Pamplona, en este caso la estación Los Acacios. Esta actualización consistió en calcular un factor de expansión promedio de tráfico entre el mes y el año para los últimos 10 años rexportados (2005-2015).

En la Tabla 10.107 se especifican el comparativo de los tiempos y costos de recorrido en un trayecto, considerado además que se pasa de niveles de servicio actuales entre E y F (dependiendo del tramo) a niveles entre A y B, de acuerdo al Manual de capacidad 2010, y de velocidades promedio entre 30-40 km/h a velocidades entre 50-60 km/h.

Tabla 10.107 Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta

Variable	Tipo	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
Tiempo de recorrido (horas por trayecto)	Vehículo	1,58	1,00	0,58
	Camión	1,85	1,52	0,33
Costo de operación vehicular (pesos por trayecto)	Vehículo	49.293	31.132	18.161
	Camión	136.821	112.169	24.653
Costo de peajes (pesos por trayecto)	Vehículo	4.800	16.500	-11.700
	Camión	19.400	63.800	-44.400
Costo del tiempo (pesos por trayecto)	Vehículo	19.000	12.000	7.000
	Camión	227.550	186.550	41.000
Costo total (pesos por trayecto)	Vehículo	73.093	59.632	13.461
	Camión	383.771	362.519	21252

Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura

Los resultados de los cálculos de operación de las condiciones con y sin proyecto se presentan en la Tabla 10.108, en la cual se evidencia que por la construcción y mejoramiento de la infraestructura la sociedad obtiene un beneficio por ahorro en costos de operación estimado en $ 40.442.207.835 pesos.

Tabla 10.108 Ahorro en costos de operación

[29] Los costos unitarios de operación y mantenimiento por tipo de vehículo son publicados por INVIAS tanto a precios de mercado como a precios económicos, por lo que no se requiere adopción de RPC. La información se extrajo de la Cartilla de Volúmenes de Tránsito publicada por el INVIAS para el año 2011.

[30] Los valores fueron indexados al año 2022 teniendo en cuenta el índice de costos de Transporte de Carga ICTC publicado por el DANE proyectado, incluyendo los precios del peaje Rs 0586 de 2017 Mintransporte.

Año	costos de operación Sin	Costos Operación Con proyecto	Ahorro costos de operación
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	$ 88.614.489.091	$ 83.326.893.109	$ 5.287.595.982
2023	$ 92.405.013.361	$ 86.917.004.639	$ 5.488.008.722
2024	$ 96.137.042.853	$ 90.450.935.248	$ 5.686.107.605
2025	$ 99.898.319.733	$ 94.012.956.317	$ 5.885.363.417
2026	$ 103.788.300.785	$ 97.685.972.365	$ 6.102.328.420
2027	$ 107.687.785.281	$ 101.369.693.194	$ 6.318.092.087
2028	$ 111.607.013.722	$ 105.070.799.703	$ 6.536.214.018
2029	$ 115.487.491.329	$ 108.733.110.971	$ 6.754.380.358
2030	$ 119.405.982.713	$ 112.438.241.362	$ 6.967.741.352
2031	$ 123.660.121.163	$ 116.438.928.313	$ 7.221.192.850
2032	$ 127.980.783.721	$ 120.514.548.729	$ 7.466.234.992
2033	$ 132.204.937.724	$ 124.491.169.101	$ 7.713.768.623
2034	$ 136.487.586.506	$ 128.523.970.394	$ 7.963.616.112
2035	$ 140.770.235.288	$ 132.556.771.688	$ 8.213.463.600
2036	$ 143.586.092.271	$ 135.209.193.229	$ 8.376.899.042
2037	$ 146.450.940.588	$ 137.907.090.912	$ 8.543.849.677
2038	$ 149.403.531.073	$ 140.689.259.977	$ 8.714.271.097
2039	$ 152.386.106.004	$ 143.495.495.621	$ 8.890.610.383
2040	$ 155.446.182.602	$ 146.379.321.748	$ 9.066.860.853
2041	$ 158.536.243.645	$ 149.287.214.455	$ 9.249.029.190
2042	$ 161.694.302.911	$ 152.261.992.864	$ 9.432.310.047
2043	$ 164.950.344.845	$ 155.327.723.555	$ 9.622.621.290
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 40.442.207.835**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De otra parte, el ahorro en tiempo se calcula como el valor del tiempo de una persona que en lugar de estar produciendo se está transportando. Ese ahorro de tiempo se logra gracias a las mejores condiciones de servicio que presta la vía y por lo tanto el correspondiente aumento en la velocidad promedio de transitarla. El aumento de velocidad promedio genera la disminución correspondiente al tiempo de transportarse en dos puntos de referencia.

Los ahorros en tiempo de viaje se calcularon a partir de la información establecida en el estudio de preferencias declaradas que se utilizó para estimar la probabilidad de elección entre rutas alternativas de viaje con/sin peaje. Este tipo de encuesta permite estimar los parámetros de los principales atributos de las alternativas modeladas (tiempo de viaje -el valor del peaje). El ejercicio de Preferencias Declaradas[31] (PD) consiste en preguntar la encuestada qué alternativa escogería ante una serie de situaciones hipotéticas (Estudio de

[31] 3.27 Las encuestas de Preferencias Declaradas se hicieron por internet. La promoción para participar en la encuesta se realizó mediante la entrega de volantes a usuarios de los corredores en estudio en las plazas de peaje existentes. En los volantes se invitaba a estos a ingresar al sitio de la encuesta. Se entregaron volantes entre el 03 y el 11 de enero del 2014

tráfico y demanda corredor Cúcuta - Pamplona. Anexo 4. Plan de Intervenciones, 2015, págs. 48-65)

De acuerdo con los volúmenes de tráfico esperados según para los escenarios de modelación, la reducción en el tiempo de viaje se estimó los ahorros en los tiempos viaje los cuales alcanzan un monto de $ 334.846.750.117 pesos (Ver Tabla 10.109).

Tabla 10.109 Valoración ahorros en tiempo de viaje

Año	Tiempo de viaje Sin	Tiempo de viaje Con proyecto	Ahorro tiempo de viaje
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	$ 211.845.580.250	$ 169.240.590.250	$ 42.604.990.000
2023	$ 221.786.501.250	$ 177.207.591.250	$ 44.578.910.000
2024	$ 231.547.440.750	$ 185.029.650.750	$ 46.517.790.000
2025	$ 241.398.371.000	$ 192.924.181.000	$ 48.474.190.000
2026	$ 251.214.790.500	$ 200.781.280.500	$ 50.433.510.000
2027	$ 261.114.265.750	$ 208.706.470.750	$ 52.407.795.000
2028	$ 271.020.676.000	$ 216.636.041.000	$ 54.384.635.000
2029	$ 280.754.039.750	$ 224.425.049.750	$ 56.328.990.000
2030	$ 290.819.626.500	$ 232.486.421.500	$ 58.333.205.000
2031	$ 301.003.108.250	$ 240.622.253.250	$ 60.380.855.000
2032	$ 311.767.980.250	$ 249.234.720.250	$ 62.533.260.000
2033	$ 322.020.647.750	$ 257.429.882.750	$ 64.590.765.000
2034	$ 332.453.296.750	$ 265.769.986.750	$ 66.683.310.000
2035	$ 342.885.945.750	$ 274.110.090.750	$ 68.775.855.000
2036	$ 349.774.116.250	$ 279.617.466.250	$ 70.156.650.000
2037	$ 356.759.212.500	$ 285.201.692.500	$ 71.557.520.000
2038	$ 364.014.281.000	$ 291.003.331.000	$ 73.010.950.000
2039	$ 371.200.163.750	$ 296.745.638.750	$ 74.454.525.000
2040	$ 378.732.139.500	$ 302.769.069.500	$ 75.963.070.000
2041	$ 386.194.929.500	$ 308.733.169.500	$ 77.461.760.000
2042	$ 393.920.756.750	$ 314.910.301.750	$ 79.010.455.000
2043	$ 401.840.435.500	$ 321.241.135.500	$ 80.599.300.000
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 334.846.750.117**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Finalmente se presenta el valor presente de los beneficios por el ahorro en los costos generalizados del transporte los cuales ascienden a $ 375.288.957.952 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años (Ver Tabla 10.110).

Tabla 10.110 Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte

Beneficios ahorro en los costos generalizados del transporte	
Disminución de tiempo de viaje (Minutos)	35
Ahorro en los costos de operación comparación	$ 40.442.207.835
Ahorro en tiempos de viaje vía al Mar	$ 334.846.750.117
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 375.288.957.952

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB

Valorados los impactos ambientales el paso siguiente indicado en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales consisten en descontar los beneficios y costos en términos de la sociedad teniendo en cuenta el VPN como el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto y realizar un análisis de sensibilidad.

La eficiencia económica ambiental del proyecto se refiere a la relación entre las externalidades ambientales (costos) y los rubros definidos como beneficios que para el caso del proyecto corresponden Ahorro en tiempos generalizados del transporte y la dinamización de la economía local durante la construcción del proyecto. Si los beneficios superan a los costos el proyecto se considera eficiente desde la perspectiva ambiental, no obstante, pueden existir mejores alternativas para el uso de los recursos consumidos.

En la Tabla 10.111 se presenta el consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales (En el Anexo 9B se adjunta el flujo del análisis beneficio costo-ambiental, así como memoria de cálculo de los impactos y beneficios utilizados para la evaluación), los cuales arrojan un flujo de caja descontado positivo que asciende a $ 353.093.205.040 pesos, lo que significa que el proyecto renta por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 12%.

Tabla 10.111 Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta -Pamplona

VPN (Valor descontado 12%) (a 25 años)	
Beneficios	
Beneficio ahorro costo generalizado	$ 375.288.957.952
Beneficios Totales	**$ 375.288.957.952**
	Costos
Cambio características de los suelos	$ 7.775.063.186
Modificación en la cobertura vegetal	$ 87.840.332
Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat	$ 1.972.071.743
Intervención áreas de manejo especial	$ 274.825.987
Generación y /o activación de procesos denudativos	$ 4.976.923.089
Variación del nivel freático	$ 5.375.619.634
Cambios en el desplazamiento poblacional	$ 44.853.429
Modificación a la destinación económica del suelo	$ 1.178.785.194
Cambio en los niveles de presión sonora	$ 113.073.255
Modificación de la calidad paisajística	$ 396.697.062
Costos Totales	**$ 22.195.752.912**
FLUJO DE CAJA (B-C)	**$ 353.093.205.040**
Relación Beneficio /Costo	**16,91**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Con relación a los costos, estos representan el 6,29 % del flujo de caja, lo que determina que la relación B/C sea positiva (16,91) e indica que los daños ambientales podrían compensarse por los beneficios generados, y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de la sensibilidad permite estimar las posibles variaciones de los costos y beneficios ambientales que determinan el resultado del flujo de fondos, en función de algunos criterios o supuestos que determinan el comportamiento probabilístico de las variables.

El análisis de las diferentes variables se lleva a cabo con el fin de determinar cómo las modificaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la relación beneficio costo del proyecto. Utilizando el programa CrystalBall, se ejecutaron una serie de simulaciones que permitieron mostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto. Para el modelo de simulación se han asumido una serie de supuestos para realizar la variación de cada una de las variables identificadas las cuales se pueden observar en el Anexo 9B Análisis Beneficio –Costos Hoja de Excel Supuestos.

Con relación a los costos o externalidades del proyecto, en la Figura 10-23 se observa que el costo asociado al número de días que estar cerrada la vía, utilizado en la modelación del impacto de generación de procesos denudativos de suelo, responde al 98,6% de la variación del VPN, manteniendo las demás variables constantes, siendo este valor el más representativo.

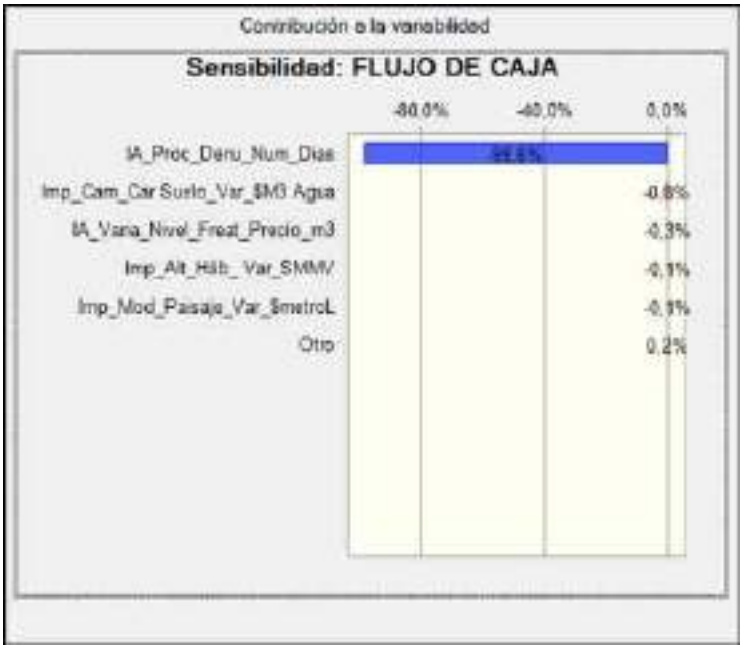
Figura 10-23 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

En cuanto al modelo integrado es claro que el flujo de caja responde esencialmente al ahorro en costos generalizados del transporte, sin embargo, en este caso no se tuvo en cuenta para el análisis porque opacaba el comportamiento de las demás variables.

Excluyendo las variables del beneficio de ahorro en los costos generalizados del transporte, se evidencia nuevamente que el flujo es muy sensible a los costos de cierre de la vía por el incremento en los procesos de denudativos con un potencial impacto en el flujo de -98,6% de la variación del VPN. En segundo orden le siguen el precio del metro cúbico del agua con un -0,8% de la variación del VPN (Ver Figura 10-24).

Figura 10-24 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

Para el análisis de riesgo se realiza simulaciones Monte Carlo, en la cual Crystal Ball calcula automáticamente 10 mil iteraciones considerando todas las variables que generan incertidumbre al VPN. En el eje horizontal se muestra los posibles valores del VPN, mientras que, en el eje vertical se muestra la probabilidad asociada a las variaciones del VPN, al experimentarse cambios en las variables que generan incertidumbre respecto del valores utilizados en la modelación del flujo.

Figura 10-25 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010.

La distribución de probabilidad estadística que más se ajusta al arreglo de datos es la distribución de beta, en la cual se evidencia que el valor de la VPNE va a ser positivo (VPNE>0) con un 95% de confianza con media esperada de beneficios de $342.554.373.572, lo cual ratifica el valor positivo obtenido en la evaluación determinista ($ 353.093.205.040) Asimismo, se muestra que no existe posibilidad de un VPN menor que cero.

De acuerdo con la estructura del arreglo de datos que configura el ACB propuesto, se concluye que los beneficios pueden compensar los potenciales daños o impactos asociados a la construcción del proyecto y por tanto se considera ambientalmente viable.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

11. PLANES Y PROGRAMAS 1
11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 1
11.1.2 Programas de Seguimiento y Monitoreo 1
11.1.2.1 Seguimiento y Monitoreo a los planes y programas 1
11.1.2.1.1 Medio Abiótico 1
A. Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica SMF-01 3
B. Seguimiento y control al manejo residuos de construcción y demolición - RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs SMF-02 5
C. Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción SMF – 03 7
D. Seguimiento y monitoreo a medidas establecidas para conservación del paisaje SMF-04 9
E. Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales. SMF-05 11
F. Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas SMF-06 . 13
G. Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido. SMF-07 22
H. Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto. SMF-08 25
I. Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo – SMF-09 28
J. Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva SMF-10 33
K. Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto. SMF-11 35
L. Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras. SMF-12 37
11.1.2.1.2 Medio Biótico 40

M. Seguimiento y monitoreo a los programas de manejo del suelo. SMB-01 41

N. Seguimiento y monitoreo a los programas de conservación de especies faunísticas y protección y conservación de Hábitats SMB-02 46

11.1.2.1.3 Medio Socioeconómico 48

O. Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario. SGS – 01 49

P. Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. SGS-02 52

Q. Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria. SGS – 03 55

R. Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional. SGS – 04 57

S. Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. SGS-05 59

T. Seguimiento al subprograma de Cultura Vial. SGS - 06 61

U. Seguimiento al subprograma de afectación a terceros. SGS- 07 63

V. Seguimiento al subprograma de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. SGS - 08 65

11.1.2.2 Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio 67

11.1.2.2.1 Medio Abiótico 67

11.1.2.2.2 Medio Biótico 77

11.1.2.2.3 Medio Socioeconómico 79

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla F.1 Parámetros físicos y químicos y sus valores límites máximos permisibles a monitorear al efluente 14
Tabla F.2 Parámetros a monitorear en fuentes intervenidas por el proyecto 16
Tabla I.1 Tipo de punto de control y mediciones relacionados con el monitoreo tipo A de los puntos de agua seleccionados 28
Tabla I.2 Puntos de agua que integran la red de monitoreo 29
Tabla I.3 Parámetros del monitoreo tipo B 30
Tabla M.1 Listado de especies con alguna categoría de amenaza 42
Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Calidad de Aire 67
Tabla V.2 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Presión Sonora 70
Tabla V.3 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Agua superficial 72
Tabla V.4 P6 Quebrada San Antonio (Se aclara que los resultados expuestos como línea base corresponden a un punto aproximadamente 1,7 Km aguas abajo del sitio de vertimiento, en las coordenadas E: 1160759,45 N: 1309843,37) 73
Tabla V.5 P95 Vertimiento 74
Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio biótico – Superficie de coberturas naturales 77
Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio Socioeconómico – Seguimiento a la Generación de nuevos conflictos 79

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

11. PLANES Y PROGRAMAS

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.1.2 Programas de Seguimiento y Monitoreo

El programa de seguimiento y monitoreo forma parte integral de un Estudio de Impacto Ambiental y tiene como propósito coadyuvar al cumplimiento de las medidas establecidas y servir de instrumento para la toma de decisiones dentro de un marco de mejoramiento continuo en la eficiencia de las mismas medidas.

El monitoreo y seguimiento formará parte de los instrumentos de gestión ambiental y constituye un insumo para procesar los reportes del mismo sistema de gestión y los que se remitirán periódicamente a las autoridades ambientales.

Las acciones específicas del monitoreo y seguimiento se formulan a manera de fichas, aplicables a los recursos más vulnerables durante la actividad constructiva. Con base en lo que se formula en las fichas, se elaborarán reportes durante la ejecución de cada una de las etapas del proyecto. Una vez finalizada la etapa, se generarán los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) consolidados, los cuales tendrán como destino final la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA.

La selección de los indicadores que se plantean para cada uno de los programas de seguimiento y monitoreo cumple con los criterios de: pertinencia, descripción de la realidad, georreferenciación, escala, calidad de los datos, disponibilidad y accesibilidad de la información.7

11.1.2.1 Seguimiento y Monitoreo a los planes y programas

11.1.2.1.1 Medio Abiótico

Las fichas de manejo para el medio abiótico se han formulado con el fin de dar respuesta a los impactos ambientales potenciales a generarse sobre la geología, geomorfología, hidrogeología, calidad del agua y del aire en el área de influencia del proyecto, como que se indica a continuación:

Listado de programas y fichas de manejo para el medio abiótico

Código	Nombre de la ficha
SMF-01	Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica
SMF-02	Seguimiento y control al manejo de residuos de construcción y demolición - RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs
SMF-03	Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción
SMF-04	Seguimiento y monitoreo a medidas establecidas para conservación del paisaje

Código	Nombre de la ficha
SMF-05	Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales
SMF-06	Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas
SMF-07	Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido
SMF-08	Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto
SMF-09	Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo
SMF-10	Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa de constructiva
SMF-11	Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto
SMF-12	Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A. Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica SMF-01

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	**Identificación: SMF-01** **Seguimiento PMF -01**
Objetivos	
• Realizar seguimiento a los procesos erosivos y de remoción en masa que se generen o activen durante las actividades constructivas del proyecto. • Realizar seguimiento a otros fenómenos geológicos que se puedan generar o incrementar durante las fases de construcción.	
Metas	
• Realizar inspección y seguimiento a otros procesos morfodinámicos ocasionados o dinamizados por el proyecto en el 100 % de las zonas intervenidas y en caso de requerir la ejecución de medidas adicionales, generar en los siguientes quince días el plan de acción a implementar. • Realizar un seguimiento mensual al cumplimiento de planes de acción o medidas correctivas definidas en las inspecciones realizadas.	
Acciones a Ejecutar	
Inspección visual de los sitios descapotados y donde se realicen cortes y rellenos Al menos una vez al mes, durante la fase de construcción, un profesional capacitado (geólogo, geotecnista, o ingeniero civil) recorrerá las zonas intervenidas, hará la valoración visual de las mismas y evaluará la eficacia de las medidas de control adoptadas, confirmando si de acuerdo con las características geomecánicas de los materiales que constituyen los terrenos en los que se evidencien estos procesos, la pendiente y altura, aplicación de técnicas de estabilización adecuadas para cada particularidad, o si por el contrario se presentan situaciones de riesgo de deslizamiento, derrumbes o movimientos en masa. En caso de que se presenten situaciones no deseadas (activación o generación de procesos erosivos), se tomarán medidas puntuales y específicas, por ejemplo, construcción de trinchos, sellamiento de grietas, manejo de escorrentía, revegetalización, construcción de obras de estabilización, de acuerdo con la ficha del Plan de Manejo Ambiental –Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica. El personal del área ambiental deberá dentro de sus inspecciones periódicas a los frentes de obra, identificar los sitios que a su juicio estén generando riesgos y registrarlos en un Informe de inspección para solicitar posteriormente al ingeniero encargado del frente para que evalúe junto con el geotecnista las condiciones y ordene las acciones correctivas que aplique. Para cada uno de los seguimientos realizados se debe llevar un registro debidamente fechado y foliado, que incluya las observaciones realizadas por el profesional que se encuentra a cargo de monitorear el cumplimiento, el registro fotográfico de cada sitio, la situación identificada y las acciones a tomar, así como su seguimiento una vez se concluyan las acciones de manera efectiva.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica

Identificación: SMF-01

Seguimiento PMF -01

Inspección de los sitios con obras implementadas para la estabilización

La Inspección y el seguimiento se harán de manera visual, para lo cual se recorrerán las áreas donde se hayan realizado obras de geotecnia, llevando el correspondiente registro fotográfico, y anotando las observaciones en el formato asignado. El registro debe incluir: a) Número de identificación y localización del área que requiere restauración con abscisado y coordenada, b) Área a intervenir en m^2, c) Área restaurada en m^2, d) Técnica de estabilización adecuada (Si o No) y descripción de la técnica, e) Observaciones, f) Registro fotográfico. Esta actividad se realizará durante la construcción desde el primer mes y hasta que culminen las obras.

Lugar de Aplicación

Sitios de obras y construcción de accesos.

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Realizar la revisión periódica visual de los sitios intervenidos. Se debe mantener una constante revisión del área para identificar sitios inestables.	Informe de inspección de campo. Informe técnico de sitios intervenidos.	(Nº de sitios inspeccionados / Nº total de sitios intervenidos) *100.	Mensual
Seguimiento a las obras de estabilización que se están realizando. Se debe verificar que se implementen técnicas de estabilización adecuadas.	Informe de inspección de campo. Informe técnico de sitios intervenidos.	(Nº de sitios con obras adecuadas de estabilización / Nº de frente de obra que requieran estabilización) *100.	Mensual (construcción)

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Revisión periódica visual de los sitios intervenidos.		X		Continuo	36	Mes	Mensual
Seguimiento a las obras de estabilización que se requieran realizar.		X		Continuo	36	Mes	Mensual

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita – UVRP

Costos

Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales a los ya estimados en el plan de manejo ambiental

B. Seguimiento y control al manejo residuos de construcción y demolición - RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs SMF-02

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y control al manejo de residuos de construcción y demolición - RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs	**Identificación: SMF-02** **Seguimiento: PMF-02**

Objetivos

- Verificar las medidas tomadas para la disposición final en ZODMEs de los materiales sobrantes de las excavaciones.
- Realizar seguimiento al material vegetal a reutilizar en rellenos y terraplenes

Metas

- Realizar la Inspección y seguimiento a la adecuada disposición en ZODMEs del 100% del material resultante de descapote y excavación durante la construcción del proyecto de la UF 1

Acciones a Ejecutar

- Llevar un registro mensual del volumen de material resultante de excavación.
- Registro de la cantidad de volumen dispuesto en cada ZODMEs de acuerdo con su capacidad. Esta medición se puede realizar a partir del número de volquetas que ingresan a las ZODMEs.
- El personal ambiental junto con un profesional (ingeniero civil, geólogo, geotecnista) realizará inspecciones durante la etapa de construcción de la UF 1, acerca de la correcta disposición de los materiales sobrantes, para que no excedan el espesor diseñado para cada tipo de material en cada una de las capas a colocar.
- Cada dos meses con el apoyo de topografía se debe verificar el volumen de material sobrante dispuesto en ZODMEs.
- Para el seguimiento a la estabilidad geotécnica de las ZODMEs se debe verificar visualmente y con topografía las condiciones del talud (ángulo), de tal forma que este corresponda con el proyectado en los diseños.
- Se hará verificación periódica de la eficiencia de los sistemas de subdrenaje y de requerirse se ejecutarán pruebas geotécnicas de la compactación de los sobrantes de excavación.

Lugar de Aplicación

ZODME

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Seguimiento y verificación de la correcta disposición de materiales sobrantes durante la etapa de construcción	Informes o registros de topografía e ingeniería	Volumen de material dispuesto en ZODME/Volumen de material excavado	Mensual
Seguimiento a la estabilidad geotécnica	Informes o registros de topografía e ingeniería	Ángulo de inclinación medido de talud/ángulo diseño	Mensual
Seguimiento a la cantidad de materiales de excavación transportados	Informes o registros de topografía e ingeniería	Volumen de material de excavación transportado a ZODME/Volumen de material excavado	Mensual

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento y control al manejo de residuos de construcción y demolición - RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs	**Identificación: SMF-02**
	Seguimiento: PMF-02

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento al material que se transporta		X		Continuo	36	Mes	Mensual
Seguimiento a la correcta disposición		X		Continuo	36	Mes	Mensual

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A:Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita – UVRP

Costos

Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales al programa de manejo ambiental

C. Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción SMF – 03

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción	**Identificación: SMF-03**
	Seguimiento: PMF-03
Objetivo	
• Verificar que se realice el mantenimiento para la correcta operación de maquinaria y equipos requeridos en la construcción de la vía UF1. • Verificar que la adquisición de materiales de construcción se haga en un sitio autorizado con licencia ambiental vigente.	
Metas	
• Cumplir con el 100% de mantenimientos programados para la maquinaria y equipos del proyecto • Adquirir el 100% de los materiales de construcción en sitios que cuenten con la licencia ambiental vigente	
Acciones a Ejecutar	
• Inventario de maquinaria, equipos y vehículos de transporte de materiales. • Revisión de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados a los vehículos y maquinaria de la obra. • Previo al inicio de las actividades constructivas se exigirá la revisión técnico-mecánica a los vehículos, maquinaria y equipos que excedan, a la fecha de inicio de las actividades constructivas, los seis (6) años de uso, contados a partir de la matrícula (Decreto 0019 de 2012). • Se realizarán inspecciones a toda la maquinaria, equipo y vehículos, asignados al desarrollo del proyecto, para comprobar el correcto funcionamiento de: - Equipos de control ubicados en tableros (manómetros, tacómetros, velocímetro, voltímetros, entre otros). - Máquina, equipos y vehículos, detectando posibles fugas, y piezas o conducciones en mal estado, escape de agua, de aire, de combustibles, de lubricantes, líquido de frenos, hidráulico, etc. - Neumáticos, en cuanto a presión y cortes en los mismos. - Parabrisas, espejos y retrovisores, antes de poner en marcha la máquina, equipo y vehículos, retirando todo lo que pueda dificultar la visibilidad. - Motor, libre de toda clase de elementos ajenos al mismo. - Niveles de aceite, agua, combustible y líquido de frenos. - Funcionamiento de las luces y del pito de reversa. - Extintores multipropósito debidamente cargados y vigentes. - Cabina de conducción libre de objetos (como herramientas) - Kit antiderrames para los equipos que los requiera - Lavado y limpieza general. - Revisar el estado y tensión de las correas. - Limpieza de filtros de aire. - Limpiar los bornes y revisar el nivel electrolítico de las baterías.	
Lugar de Aplicación	
Frentes de obra	
Seguimiento y Monitoreo	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción	Identificación: SMF-03
	Seguimiento: PMF-03

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Seguimiento a las condiciones técnico-mecánicas	Certificados técnico-mecánicos de los vehículos	Número de equipos y maquinaria que cuenta con certificado técnico mecánico al día / total de equipo y maquinaria	Anual
Seguimiento al mantenimiento de la maquinaria	Reportes de mantenimiento	Número de mantenimiento en maquinaria y vehículos realizado/ Número de mantenimiento de maquinaria y vehículos programados	Mensual
Seguimiento a la adquisición de materiales	Facturas de compra de materiales	Número de facturas de adquisición de materiales en sitios autorizados con licencia ambiental/ Número de facturas de adquisición de materiales	Mensual

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Verificación técnico-mecánica de los vehículos		X		Continuo	36	Mes	
Seguimiento al mantenimiento de equipo y maquinaria		X		Continuo	36	Mes	
Seguimiento a la adquisición de mateirales de construcción de sitios autorizados con licencia ambiental vigente		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita – UVRP

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales a los ya estimados en el programa de manejo ambiental			

D. Seguimiento y monitoreo a medidas establecidas para conservación del paisaje SMF-04

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y control a medidas establecidas para conservación del paisaje	**Identificación: SMF-04** **Seguimiento PMF- 04**

Objetivo

- Monitorear las acciones encaminadas a minimizar el cambio visual por las actividades de adecuación y construcción del proyecto con relación al paisaje

Metas

- Verificar la reconformación y revegetalización del 80% de las áreas intervenidas
- Verificar la disposición adecuada de materiales sobrantes de excavación.
- Inspeccionar el retiro total de elementos discordantes del paisaje como equipos, maquinaria e infraestructura temporal.

Acciones a Ejecutar

- Verificar el porcentaje de revegetalización en las áreas establecidas.
- Inspeccionar que los materiales sobrantes de excavación sean llevados a ZODME o a sitios autorizados y con licencia ambiental vigente.
- Comprobar que al finalizar las actividades sean retirados todos los equipos, maquinaria y demás elementos que afecten el paisaje.

Lugar de Aplicación

Área de intervención

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Eficacia de la revegetalización	Programa de revegetalización y Registro fotográfico	Áreas revegetalizadas/ Total de área propuesta a revegetalizar * 100	Mensual
Verificar el retiro total de infraestructura y maquinaria de los frentes de obra	Inventario de infraestructura y equipos	No aplica	Único (etapa desmantelamiento)

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Verificación de las áreas revegetalizadas		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	**Mensual**
Inspección de disposición de material en Zodmes y/oo sitios autorizados		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	**Mensual**
Verificación del retiro de infraestructura y maquinaria en frentes de obra			**X**	Temporal	**2**	Mes	**Única vez**

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y control a medidas establecidas para conservación del paisaje	**Identificación: SMF-04** **Seguimiento PMF- 04**
Unión Vial Río Pamplonita – UVRP	
Costos	
Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales a los ya estimados en el plan de manejo ambiental	

E. Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales. SMF-05

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.	**Identificación: SMF-05**
	Seguimiento: PMF-05

Objetivos

Implementar un programa de seguimiento al manejo y entrega a terceros de los residuos sólidos industriales, domésticos, con el fin de identificar la alteración de la calidad medioambiental durante la construcción del proyecto y permitir el establecimiento de las medidas de control y/o corrección dado el caso.

Metas

Realizar una inspección mensual de las medidas previstas para el manejo y entrega de residuos sólidos.
Llevar un control o registro mensual de la cantidad de residuos sólidos generados por tipo de residuo, especificando su disposición final.

Acciones a Ejecutar

1) **Seguimiento a la reducción y clasificación en la fuente en la etapa de construcción y de abandono**

Se verificará y registrarán las estrategias de reducción y separación en la fuente en los diferentes frentes de trabajo e instalaciones temporales. En caso de evidenciarse una inadecuada separación y clasificación se implementarán como medidas correctivas; la separación de acuerdo con el procedimiento y la capacitación al personal responsable de esta actividad.

2) Seguimiento a la recolección y almacenamiento temporal en la etapa constructiva

Se realizará verificación mensual por parte del área ambiental de los siguientes aspectos:

- Registros periódicos de los volúmenes de residuos recolectados, almacenados y entregados por cada uno de los frentes de obra e instalaciones temporales.
- Instalación de recipientes de recolección adecuados y debidamente rotulados.
- Manejo adecuado y protección frente a agentes atmosféricos de los contenedores de residuos sólidos en frentes de obra e infraestructura temporal y permanente en caso de existir.
- Disposición suficiente de bolsas de basura o recipientes plásticos marcados en los diferentes frentes de obra
- Registros de la ejecución del programa de capacitación sobre el manejo integral de residuos sólidos, donde se esté enfatizando sobre el principio de las tres erres, es decir, Reutilizar, Reducir y Reciclar.
- Señalización adecuada de los sitios donde se almacenan temporalmente los residuos.
- Estado de orden y limpieza de las zonas de trabajo

3) Seguimiento a la disposición final de los residuos, tanto en la etapa de construcción, como de desmantelamiento

- Se verificarán las actas de entrega de los residuos a terceros, en las cuales se indicará: empresa, fecha de entrega, sitio de entrega, tipo de residuo y cantidad.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.

Identificación: SMF-05

Seguimiento: PMF-05

- Se verificará el cumplimiento de las medidas para el manejo, almacenamiento y traslado de los residuos peligrosos.

Lugar de Aplicación

Frentes de obra
Instalaciones permanentes y temporales

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Realizar el seguimiento a las medidas implementadas en los sitios de almacenamiento temporal y frentes de obra. Es importante garantizar el adecuado almacenamiento de los residuos, evitando afectaciones al ambiente, trabajadores y comunidad.	Informe de inspección ambiental en frentes de obra.	(# de puntos de almacenamiento temporal manejados adecuadamente / # de sitios de almacenamiento temporal existentes) *100	Mensual
Realizar el seguimiento al aprovechamiento y/o disposición final de los residuos generados en frentes de obra. Es importante garantizar el aprovechamiento del mayor porcentaje posible de residuos.	Informe de inspección ambiental en frentes de obra. Actas de entrega de residuos.	(Volumen de residuos entregado a terceros para manejo y disposición/ volumen de residuos sólidos por tipo generado) *100	Semanal

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a la recolección, almacenamiento temporal y transporte en la etapa de construcción		X	X	Continuo	36	Mes	Semanal
Seguimiento a la disposición final de los residuos en la etapa de construcción		X	X	Continuo	36	Mes	Semanal

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita – UVRP

Costos

Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales al programa de manejo ambiental

F. Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas SMF-06

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas	**Identificación: SMF-06**
	Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

Objetivos

Verificar la calidad ambiental de los cuerpos de agua susceptibles de afectación por captaciones y vertimientos con el fin de identificar la alteración o no del recurso hídrico.

Verificar la correcta implementación de las medidas formuladas para la protección en cruces con cuerpos de agua.

Verificar la correcta implementación de las medidas formuladas para la protección del recurso hídrico.

Metas

No degradar la calidad del recurso hídrico en fuentes susceptibles de afectación (captaciones y vertimientos) o intervenidas por el proyecto como cruces en cuerpos de agua

Acciones a Ejecutar

- Presentar mensualmente los registros de los caudales diarios captados.
- Presentar mensualmente los registros de los caudales diarios del vertimiento.
- Presentar cada semestre la programación de los monitoreos requeridos (calidad de agua), en cuerpos de agua susceptibles a afectación por captación y vertimientos, incluyendo parámetros y periodicidad.
- Presentar cada trimestre la programación de los monitoreos requeridos (calidad de agua), en el efluente de los vertimientos.
- Presentar mensualmente los informes de instalación y mantenimiento con registro fotográfico de los filtros o barreras para sedimentos de cada una de las obras en cruces a corrientes hídricas superficiales.
- Presentar mensualmente los volúmenes de ARnD producidas en las áreas de lavado.
- Presentar mensualmente las cadenas de custodia de los volúmenes a verter en puntos de vertimiento.
- Verificar que el 100% de las fuentes hídricas intervenidas por el proyecto cuenten con el respectivo permiso de ocupación de cauce.

Monitoreo al efluente de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales

Se debe realizar seguimiento a tres (3) efluentes. El V10 se encuentra localizado en 1159590,60 E 1307798,65 N, vertiendo sobre el río Pamplonita un caudal de 0,6 l/s. Por otra parte, el V13-1 se localiza sobre la quebrada San Antonio, en las coordenadas 1159173,78 E, 1309627,90 N y el V13-2 se localiza en la quebrada San Antonio en las coordenadas 1159161,94E, 1309618,69N; y los caudales estimados son de 0,7 L/s en el V13-1 y de 23,0 L/s en el V13-2.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas

Identificación: SMF-06

Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

El efluente de ARnD deberá contar mínimamente con las siguientes características fisicoquímicas, con el fin de dar cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015 para el vertimiento de aguas residuales en cuerpos hídricos.

Tabla F.1 Parámetros físicos y químicos y sus valores límites máximos permisibles a monitorear al efluente

PARÁMETROS	UNIDADES	Valores Límites Máximos Permisibles
GENERALES		
pH	Unidades de pH	6,00-9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Mg/L O_2	150,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	Mg/L O_2	50,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	50,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	1,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L	Análisis y Reporte
Fenoles Totales	mg/L	0,20
Formaldehido	mg/L	Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
HIDROCARBUROS		
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	10,00
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L	Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE FÓSFORO		
Ortofosfatos ($P\text{-}PO_4^{3-}$)	mg/L	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO		
Nitratos ($N\text{-}NO_3$)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitritos ($N\text{-}NO_2^-$)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal ($N\text{-}NH_3$)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte
IONES		
Cianuro Total (CN^-)	mg/L	0,10
Cloruros (Cl^-)	mg/L	250,00

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO		
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas	**Identificación: SMF-06**	
	Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07	
Fluoruros (F^-)	mg/L	5,00
Sulfatos (SO_4^{2-})	mg/L	250,00
Sulfuros (S^{2-})	mg/L	1,00
METALES Y METALOIDES		
Aluminio (Al)	mg/L	Análisis y Reporte
Antimonio (Sb)	mg/L	0,30
Arsénico (As)	mg/L	0,10
Bario (Ba)	mg/L	1,00
Berilio (Be)	mg/L	Análisis y Reporte
Boro (Bo)	mg/L	Análisis y Reporte
Cadmio (Cd)	mg/L	0,01
Cinc (Zn)	mg/L	3,00
Cobalto (Co)	mg/L	0,10
Cobre (Cu)	mg/L	1,00
Cromo (Cr)	mg/L	0,10
Estaña (Sn)	mg/L	2,00
Hierro (Fe)	mg/L	1,00
Litio (Li)	mg/L	Análisis y Reporte
Manganeso (Mn)	mg/L	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg/L	0,002
Molibdeno (Mo)	mg/L	Análisis y Reporte
Níquel (Ni)	mg/L	0,10
Plata (Ag)	mg/L	0,20
Plomo (Pb)	mg/L	0,10
Selenio (Se)	mg/L	0,20
Titanio (Ti)	mg/L	Análisis y Reporte
Vanadio (V)	mg/L	1,00
OTROS PARÁMETROS PARA ANÁLISIS Y REPORTE		
Acidez Total	Mg/L $CaCO_3$	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	Mg/L $CaCO_3$	Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	Mg/L $CaCO_3$	Análisis y Reporte
Dureza Total	Mg/L $CaCO_3$	Análisis y Reporte
Color Real (medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm	m^{-1}	Análisis y Reporte

Fuente: Resolución 631 de 2015

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas	**Identificación: SMF-06**
	Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

Dichos parámetros (Tabla F.1) serán objeto de seguimiento a través de monitoreos trimestrales a los efluentes de los tratamientos. El laboratorio que realizará la toma y análisis de resultados deberá contar con acreditación vigente del IDEAM.

Lineamientos Generales que aplican para la captación y los vertimientos

- Se llevará una bitácora con el registro del volumen de ARnD entregado en el punto de vertimiento, el cual no deberá exceder el caudal ni el volumen de vertimiento previsto. Así mismo se debe registrar el volumen captado, con hora y fecha.
- Cada entrega de ARnD deberá registrarse con una cadena de custodia donde el operario registre el volumen entregado en el punto de vertimiento o el volumen vertido.
- Los puntos de captación y vertimientos, en caso de requerirse, deberán ser adecuados para asegurar la movilidad de los operarios, mínimamente las adecuaciones deberán evitar la detonación de procesos erosivos de la margen del río.

Seguimiento a fuentes hídricas intervenidas por el proyecto

Con el fin de realizar seguimiento a las medidas propuestas para las fuentes hídricas intervenidas por el proyecto, ya sea por captación y/o vertimiento, se deberá realizar un monitoreo de caracterización del agua y del recurso hidrobiológico, previo al inicio de las actividades constructivas y durante las mismas de manera periódica cada seis meses. Lo anterior con el propósito de hacer seguimiento a las condiciones de dichos cuerpos de agua, también con el propósito de tener vigilancia y supervisión para los puntos de agua que sirven como suministro para las comunidades aledañas.

Se deberá realizar un monitoreo de caracterización del agua previo al inicio de las actividades constructivas en aquellas fuentes de agua que son objeto de intervención por ocupación de cauce, captación y vertimiento. Los parámetros por monitorear son los siguientes:

Tabla F.2 Parámetros a monitorear en fuentes intervenidas por el proyecto

PARÁMETRO	MÉTODO
Físicos	
Conductividad	SM 2510 B
Temperatura Muestra	SM 2550 B
pH	SM 4500 O C
Químicos	
Acidez	SM 2310 B
Alcalinidad total	S.M 2320 B
Arsénico total	SM 3030K - EPA 200-8- ICM/MS

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas	**Identificación: SMF-06**
	Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

Bario total	SM 3030 E 3111 D
Cadmio total	SM 4040 E, 3111 B
Capacidad buffer	TITULOMETRICO
Cobre total	SM 303 E, 3111 B
Cobalto total	SM 3030 E, 3111 B
Color real	SM 2120 C
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B
DBO_5 (demanda bioquímica de oxigeno)	SM 5210 B, ASTM D-888-12 Método C
DQO (demanda química de oxígeno)	SM 5220 C
Dureza cálcica	SM 3500-Ca B
Dureza total	SM 2340 C
Fenoles totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D
Fósforo total	S.M 4500 - P B, E
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Numeral 4, Método C
Mercurio orgánico	SM 3112 B
Mercurio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno orgánico	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 B, C
Níquel total	SM 3030 E, 3111 B
Plata total	SM 3030 E. 3111 B
Plomo total	SM 3030 E, 3111 B
Selenio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos suspendidos inorgánicos	SM 2540 D

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas

Identificación: SMF-06

Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Turbiedad	SM 2130 B
Zinc total	SM 3030 E, 3111 B
Sólidos disueltos aprox.	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	SM 2540 F
Oxígeno disuelto	SM 4500 C
Bacteriológicos	
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado
Coliformes totales	SM 9223 B

Fuente: Corporación integral del Medio Ambiente – CIMA, 2018

Los puntos propuestos para la medición de los parámetros expuestos en la Tabla F.2 se muestran a continuación:

ID Ocupación	Corriente hídrica	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Intervención
		Este	Norte	
OC_00+100	NN-25	1159615,94	1307972,55	Ocupación de cauce
OC_56+325	NN-25-1	1159707,51	1308028,26	Ocupación de cauce
OC_56+840	NN-27	1159700,99	1308473,13	Ocupación de cauce
OC_57+030	NN-27-1	1159649,87	1308639,95	Ocupación de cauce
OC_V156	Sabanetas-14	1155899,32	1311068,14	Ocupación de cauce
P6-Quebrada San Antonio (Punto de vertimiento)	Quebrada San Antonio	1159173,33	1309628,47	Vertimiento (aguas industriales y de infiltración)
P6-Quebrada San Antonio (Punto de vertimiento – Aguas arriba)	Quebrada San Antonio	1159086,94	1309589,43	Vertimiento (aguas industriales y de infiltración)
P6-Quebrada San Antonio (Punto de vertimiento – Aguas abajo)	Quebrada San Antonio	1159264,74	1309655,57	Vertimiento (aguas industriales y de infiltración)
P95-Vertimiento (Punto de vertimiento)	Rio Pamplonita	1159602,80	1307815,75	Vertimiento y captación

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO				
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas			**Identificación: SMF-06**	
			Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07	
P95-Vertimiento (Punto de vertimiento – Aguas arriba)	Rio Pamplonita	1159529,42	1307768,29	Vertimiento
P95-Vertimiento (Punto de vertimiento – Aguas abajo)	Rio Pamplonita	1159722,89	1307873,27	Vertimiento

Fuente: Aecom – Concol, 2018

*Nota: *¨Los puntos P1-UF1, P2-UF1 y P4-UF1 se encontraron secos en el monitoreo de caracterización, por tanto, no se muestran resultados para valor de línea base.*

Lineamientos generales para los monitoreos

El laboratorio que realizará la toma y análisis de resultados deberá contar con acreditación vigente del IDEAM.
La toma de muestras deberá siempre realizarse en la misma ubicación,
De haber necesidad de modificar la ubicación de la toma de muestras deberá previamente justificarse la razón mediante informe, también deberá incluirse la nueva ubicación.
Los resultados de los muestreos fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos serán interpretados por un profesional del área, quien hará las observaciones o recomendaciones pertinentes. Este análisis se fundamentará en el cambio de las condiciones de calidad de acuerdo con los eventos climáticos y a la intervención del proyecto sobre el recurso.
Se realizará un análisis comparativo de los valores encontrados con los valores admisibles, expuestos en la reglamentación colombiana vigente, a fin de establecer las alteraciones y calidad del recurso. La medición de los parámetros la realizará un laboratorio debidamente certificado por el IDEAM.
Los monitoreos para puntos de vertimiento deberán realizarse aguas arriba y aguas abajo del punto de intervención de la corriente.

Seguimiento del manejo implementado en corrientes hídricas y cruces con cuerpos de agua
Se debe verificar que el sitio de intervención (ocupación de cauce) sea el autorizado por la autoridad ambiental.
Durante el proceso constructivo de las obras sobre cuerpos de agua, se deberá realizar una inspección semanal verificando en cada caso el estado y funcionamiento de la medida implementadas (barrera sedimentadora, cunetas perimetrales en tierra, barreras de protección, etc).
Antes, durante y después de realizada la intervención, según sea el caso, se deberá verificar la implementación de todas las medidas de manejo ambiental direccionadas a la prevención y minimización de los impactos sobre el cuerpo de agua, incluyendo el control de la maquinaria utilizada.

Seguimiento a áreas de lavado

Se realizará seguimiento del manejo de las aguas aceitosas generadas en los talleres de mantenimiento de maquinaria, verificando si estas se manejan en coherencia con la Ficha PMF – 06 (Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales).
Se verificará el registro de limpieza.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas	**Identificación: SMF-06**
	Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07

Se harán inspecciones periódicas con el fin de verificar el almacenamiento y correcta disposición de sobrantes de pinturas, solventes, aditivos para concreto, pegantes, resinas y en general, cualquier producto que por su calidad o composición resulte necesariamente tóxico y/o perjudicial para el ambiente.

Lugar de Aplicación

Corrientes de agua susceptibles de afectación.

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Realizar un seguimiento a la calidad ambiental del agua de los cuerpos susceptibles de intervención. Es necesario realizar un seguimiento a través de monitoreos para tener una trazabilidad de los posibles cambios en el recurso hídrico a causa del proyecto, evidenciando la efectividad de las medidas de manejo implementadas y el cumplimiento de la norma en cuanto a parámetros y límites exigidos.	Reporte e informe de resultados de laboratorio de muestreo tomado en corrientes hídricas. Informe técnico de fuentes intervenidas en el periodo. Límites de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015	(Número de puntos monitoreados / número de monitoreos programados) *100 (Número de parámetros monitoreados que cumplen con la normatividad ambiental de acuerdo con Resolución 631 de 2015/ número total de parámetros monitoreados) *100	Semestral y Trimestral
Es necesario comprobar la adecuada y oportuna implementación de las medidas de protección para evitar afectaciones por las actividades constructivas en corrientes.	Formatos de verificación en campo. Informe técnico de fuentes intervenidas en el periodo.	(No. de cuerpos de agua revisados que cuenten con obras de protección durante la intervención / No. de cuerpos de agua intervenidos con obras de cruce) *100	Semanal

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Monitoreo del efluente de los sistemas de tratamiento de aguas		**X**		Periódico	**36**	Mes	Trimestral

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO							
Subprograma: Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas					**Identificación: SMF-06**		
					Seguimiento: PMF- 06 PMF- 07		
Monitoreos a fuentes hídricas intervenidas por el proyecto		**X**		Periódico	**36**	Mes	Semestral
	X			Temporal	**1**	Mes	
Seguimiento del manejo implementado en corrientes hídricas y cruces con cuerpos de agua.		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Seguimiento							
***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono							
Responsable de la Ejecución							
Unión vial Río Pamplonita							

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Puntos de monitoreo, medidos aguas arriba y aguas abajo, 1 vez en la etapa pre-constructiva y 2 veces al año durante 3 años (etapa constructiva)	-	-	51.060.186,24
2 Puntos de monitoreo (efluentes de la PTAR), 4 veces al año durante 3 años (etapa constructiva)	-	-	36.103.477,20
Total			COP 87.163.663,44

G. Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido. SMF-07

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido	**Identificación: SMF-07**
	Seguimiento: PMF- 09
Objetivos	
• Implementar el protocolo de monitoreo para emisiones atmosféricas producidas por las fuentes fijas y móviles identificadas en el Proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1, Variante Pamplona. • Llevar un registro del control de certificado de emisiones y técnico mecánica en los vehículos	
Metas	
• Realizar un seguimiento mensual al cumplimiento de planes de acción o medidas correctivas definidas en las inspecciones realizadas. • Realizar monitoreos de calidad de aire y ruido semestrales en las áreas de intervención del proyecto. • Llevar un registro mensual del control de emisiones en vehículos, cuando aplique (Decreto 19 de 2012 o aquél que lo sustituya, modifique o derogue).	
Acciones a Ejecutar	
Seguimiento de las actividades que generan ruido y emisiones atmosféricas - Ruido • Verificación y seguimiento de la utilización de silenciadores, de la prohibición de utilizar cornetas o pitos. • Verificación de la revisión de motores y equipos de obra y vehículos de carga • Verificación del cumplimiento del control de operación de maquinaria en vecindad a centros institucionales, educativos o de salud • Verificación de los horarios de operación de maquinaria en cercanía a centros poblados. En caso de ser actividades especiales se debe verificar el correspondiente permiso. • En caso de presentarse quejas de la comunidad por el incremento de los niveles de presión sonora, en especial el incremento en los niveles de ruido producto de las detonaciones por actividades de construcción del túnel, se realizará seguimiento, mediciones por medio de monitoreos y se determinarán las medidas necesarias para disminuir los niveles de ruido ocasionados por la obra. • En caso de que se excedan los niveles de ruido permitidos se deberá instalar barreras difractoras de ruido. - Emisiones de material particulado y SO_2 • Verificación de certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes. Sujeto al artículo 202 del Decreto 19 de 2012, o aquél que lo sustituya, modifique o derogue. • Seguimiento de las medidas para el control de dispersión de partículas (aislamiento de acopios, humectación y/o protección de vías de acceso) • Mantenimiento de los vehículos y la maquinaria, sincronización de los motores.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido	**Identificación: SMF-07** **Seguimiento: PMF- 09**

- En caso de presentarse quejas de la comunidad en algún punto de la vía por el incremento de las emisiones; se aplicarán las medidas correctivas como aumento de humectaciones y de ser necesario se realizará un monitoreo para el seguimiento de éstas, comparándolos con los obtenidos en la línea base.

Se debe realizar el seguimiento al programa de educación ambiental para todas las personas vinculadas por el proyecto.

En caso de realizarse monitoreos de aire o ruido, éstos serán realizados a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de esta.

Lugar de Aplicación

Frentes de obra
Vías de acceso al proyecto
Áreas de acopio de materiales y las áreas de disposición de maquinaria, equipos y vehículos
Áreas determinadas para el mantenimiento de equipos y vehículos.

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Realizar el seguimiento al estado de los vehículos que se utilizan en el proyecto. Es importante este seguimiento con el fin de garantizar la tranquilidad de la comunidad en cuanto a niveles de ruido, y la protección de la salud de los trabajadores del proyecto.	Certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes Informe del estado de los vehículos en obra	(# de vehículos con certificado técnico mecánico aprobado y vigente/ # de vehículos utilizados que requieran) *100 / # (Planes de acción generados e implementados/planes de acción requeridos) *100	Mensual
Realizar el seguimiento al estado de los vehículos que se utilizan en el proyecto. Es importante garantizar el correcto funcionamiento de los vehículos y maquinaria evitando el aporte descontrolado de emisiones al ambiente.	Certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes	(# de vehículos con certificado de gases vigente y aprobado / # de vehículos operando que requieran) *100 (# de vehículos con mantenimiento al día en el proyecto / # de vehículos utilizados en el proyecto que requieran) *100	Mensual
Realizar un seguimiento de la calidad ambiental, respecto a la afectación por emisiones atmosféricas y aumento	Reporte e informe de resultados de laboratorio de muestreo tomado.	(Número de monitoreos realizados / número monitoreos programados) *100	Semestral

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO

Subprograma: Seguimiento al manejo y control de fuentes de emisión y ruido

Identificación: SMF-07

Seguimiento: PMF- 09

en los niveles de presión sonora en el área de estudio Es necesario realizar un seguimiento a los monitoreos para tener una trazabilidad de los posibles cambios en la calidad del aire y los niveles de ruido a causa del proyecto, evidenciando la efectividad de las medidas de manejo implementadas y el no sobrepaso de las condiciones de línea base.	Reporte de parámetros que aumentan respecto a línea base	(Número de parámetros de calidad de aire que no sobrepasan el resultado de línea base/Número de parámetros de calidad de aire monitoreados. (Número de parámetros de ruido ambiental que no sobrepasan el resultado de línea base/Número de parámetros de ruido monitoreados.	

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Control de ruido		X		Continuo	36	Mes	
Control de emisiones atmosféricas		X		Continuo	36	Mes	
Atención a la comunidad		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita- UVRP

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Monitoreo Calidad del Aire y ruido*			184.032.000,00
Total			184.032.000,00 COP

*Valores para monitoreo en época de lluvia (monitoreo que corresponde a 36 días. Si el monitoreo se realiza en época seca correspondía a 18 días y el costo sería inferior) y ruido.
Corresponde a: 3 estaciones de calidad del aire y 3 puntos de ruido., medidos 2 veces al año durante 3 años

H. Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto. SMF-08

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto	**Identificación: SMF-08**
	Seguimiento: PMF- 11

Objetivos

- Registrar el estado de las vías a utilizar antes de la construcción de la variante Pamplona, UF1.
- Realizar la adecuación y restitución de las vías de acceso al proyecto
- Hacer entrega de las vías de acceso bajo los criterios establecidos al inicio de la construcción de la vía, o en mejores condiciones.

Metas

- Hacer entrega a conformidad de las vías usadas por el proyecto, de manera que el 100% de la longitud vial se encuentre en igual o mejor estado que el registrado antes de la construcción.

Acciones a Ejecutar

Verificación y registro de las vías existentes

El seguimiento se hará de manera visual, para lo cual se recorrerán las áreas donde se hayan realizado obras de geotecnia, llevando el correspondiente registro fotográfico, y anotando las observaciones en el formato asignado.

Después que el proyecto vial obtenga la licencia ambiental, el contratista hará una nueva evaluación del estado actual de las vías que serían usadas por el proyecto, realizando un registro digital (video y/o fotografía) de cada una de ellas; describiendo las diferentes obras de rehabilitación y mejorando las condiciones iniciales para cada una de las vías.

Revisión periódica de las obras de adecuación, rehabilitación y mantenimiento de las vías de acceso al proyecto

El personal encargado de esta actividad (Geólogo, Ing. Civil, geotecnista y/o residente ambiental) deberá llevar un registro de las revisiones que se hagan durante el periodo que se usen las vías de acceso al proyecto. La primera revisión hará la valoración visual de las mismas y evaluará la eficacia de las medidas de control adoptadas, en el caso que estas medidas no hayan dado el resultado esperado, se deberá restringir el acceso a éstas hasta que no se solucionen las contingencias en la vía.

Entrega vías de acceso

Se realizarán las visitas a las vías de acceso que se usaron en la construcción del corredor vial para establecer el estado de entrega de estas después del uso del proyecto, se hará en compañía de los funcionarios encargados por la entidad municipal quien se encargará de administrarlas. El contratista entregará a esta entidad las vías en igual o mejor estado de cómo fueron recibidas antes de iniciar las adecuaciones, rehabilitaciones y mantenimientos que fueran necesarios.

Lugar de Aplicación

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO

Subprograma: Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto	**Identificación: SMF-08**
	Seguimiento: PMF- 11

Vías terciarias, secundarias y primarias utilizadas por el proyecto vial para tránsito de maquinaria, vehículos, materiales, equipos y personal hasta los diferentes sitios de construcción de la vía.

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Realizar la verificación del estado inicial de las vías de acceso a los frentes de trabajo antes de iniciar actividades. Es importante hacer el seguimiento a dicha verificación para garantizar la revisión de la totalidad de las vías a usar, su estado y evitar posibles conflictos.	Informe de verificación en campo.	(# de vías de acceso verificadas / # total de vías de acceso a usar por el proyecto) *100	Una vez, previo al inicio de actividades.
Realizar la verificación de la revisión periódica de los sitios que requerirán obras de adecuación, rehabilitación y mantenimiento en las vías de acceso al proyecto. Es importante ya que se debe garantizar que no haya un deterioro.	Informe de verificación en campo.	(# de sitios con rehabilitación, adecuación y mantenimiento adecuado / # de sitios que requieran rehabilitación, adecuación y mantenimiento) *100	Mensual
Realizar la verificación de la entrega de las vías utilizadas para acceso a los frentes de trabajo. Se debe verificar que se entreguen en las mismas o mejores condiciones que las iniciales, antes del proyecto.	Informe de verificación en campo.	(# de vías entregadas a conformidad / # total de vías usadas por el proyecto) *100	Una vez, posterior a la terminación de actividades.

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Verificación del estado inicial de las vías de acceso al proyecto.		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Revisión periódica de las obras de adecuación, rehabilitación y mantenimiento de las vías de acceso al proyecto.		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Entrega vías de acceso			**X**	Continuo	**2**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto	**Identificación: SMF-08**
	Seguimiento: PMF- 11
Responsable de la Ejecución	
Unión Vial Río Pamplonita – UVRP	
Costos	
Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales al programa de manejo ambiental	

I. Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo – SMF-09

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo	**Identificación: SMF-09** **Seguimiento PMF -08**

Objetivos

- Realizar seguimiento y monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico subsuperficial y subterráneo.
- Verificar la no afectación en cada punto de agua, considerando las estrategias para su manejo y conservación.
- Verificar la Implementación de las mejores medidas en los puntos de agua para proteger su caudal y su calidad.

Metas

- Prevenir o mitigar la alteración de la calidad y oferta del recurso hídrico durante la ejecución del proyecto a través de la inspección y seguimiento mensual y/o trimestral del recurso hídrico subsuperficial y subterráneo mediante la red de monitoreo diseñada.
- Presentar periódicamente los monitoreos de caudal y calidad en los puntos de monitoreo seleccionados según el cronograma.
- Definir estrategias de contingencia en caso de requerirse por afectaciones no subsanadas.
- Orientar la implementación de las obras asociadas a las medidas de manejo.

Acciones a Ejecutar

A partir de la red de monitoreo diseñada se planteó realizar monitoreo de caudal, nivel de agua, parámetros fisicoquímicos y parámetros hidrogeoquímico y bactereológicos, clasificados de la siguiente manera.

- Tipo de puntos y tipo de mediciones (monitoreo tipo A):

A continuación, se describen los tipos de puntos y de mediciones que deben llevarse a cabo en los puntos de agua seleccionados por el monitoreo de tipo A. (Ver Tabla I.1)

Tabla I.1 Tipo de punto de control y mediciones relacionados con el monitoreo tipo A de los puntos de agua seleccionados

Medición	Piezómetro	Curso de agua	Manantial	Flujo subsuperficial	Resurgencia
Caudal		X	X	X	X
Nivel de agua	X				
Parámetros Fisicoquímicos	X	X	X	X	X

Fuente: Aecom-Concol, 2018

En la Tabla I.2 se presentan los puntos a monitorear y el tipo de monitoreo a realizar

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo

Identificación: SMF-09

Seguimiento PMF -08

Tabla I.2 Puntos de agua que integran la red de monitoreo

ID Pto de Agua	Tipo de Punto	Tipo de Monitoreo	
		A	B
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA02	Manantial	OK	OK
UF1-PA03	Manantial	OK	
UF1-PA04	Manantial	OK	
UF1-PA05	Flujo subsuperficial	OK	OK
UF1-PA06	Manantial	OK	
UF1-PA07	Manantial	OK	OK
UF1-PA08	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA09	Resurgencia	OK	OK
UF1-PA10	Flujo subsuperficial	OK	OK
UF1-PA12	Resurgencia	OK	
UF1-PA13	Resurgencia	OK	OK
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA17	Resurgencia	OK	OK
UF1-PA18	Flujo Subsuperficial	OK	OK
UF1-PA19	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA20	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA21	Resurgencia	OK	
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA23	Interflujo	OK	
UF1-PA24	Resurgencia	OK	
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA30	Resurgencia	OK	
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	OK	
UF1-PA32	Resurgencia	OK	
UF1-PA33	Resurgencia	OK	
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	OK	
UF1_PZ01_S14A	Piezómetro	OK	
UF1_PZ02_S15A	Piezómetro	OK	
UF1_PZ03_S15	Piezómetro	OK	
UF1_PZ04_S16	Piezómetro	OK	
UF1_PZ05_S17	Piezómetro	OK	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	
Subprograma: Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo	**Identificación: SMF-09**
	Seguimiento PMF -08

	UF1_PZ06_S19	Piezómetro	OK	
	UF1_PZ07_S21A	Piezómetro	OK	
	UF1_PZ08_S21	Piezómetro	OK	

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Nota: Las fuentes superficiales se monitorearán según lo especificado en la ficha SMF-08

Por otro lado, los tipos de mediciones a realizar en los puntos de control identificados en la Tabla I.1 para monitoreo Tipo A, son las siguientes:

- **Caudal:** se debe medir en los puntos de agua y cursos de agua superficial, con el fin de controlar las oscilaciones estacionales y correlacionar las eventuales disminuciones con las actividades constructivas del proyecto.
- **Nivel de la napa (eventual)**: se mide en los piezómetros con el fin de controlar las oscilaciones estacionales del nivel piezométrico y correlacionar las eventuales disminuciones especialmente en correspondencia con los cortes o taludes más altos del proyecto.
- **Parámetros fisicoquímicos**: Se tomarán medidas de control en todos los puntos de monitoreo relacionadas con la conductividad eléctrica del agua, la temperatura y el pH.

- Tipo de puntos y tipo de mediciones (monitoreo tipo B):

El monitoreo tipo B se hace en afloramientos y en cursos de aguas superficiales. Los parámetros seleccionados, de hidrogeoquímico y bactereológicos, corresponden con los indicados en la Tabla de resolución 751 de marzo del 2017, emitida por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, los cuales se presentan en la Tabla I.3

Tabla I.3 Parámetros del monitoreo tipo B

Caracterización Física	**Componente Agua**
	Temperatura (ºC).
	Sólidos suspendidos totales (mg/L), disueltos totales (mg/L), sedimentables (ml/L-h).
	Conductividad eléctrica (uS/cm).
	Potencial de Hidrógeno - pH (unidades de pH).
	Turbiedad (UNn.
Caracterización Química	**Componente Agua**
	Oxígeno disuelto (0D) (mo/L 0_2).
	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L 0_2).
	Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días ($DB0_5$) 'mg/L 0_2).
	Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK).
	Fósforo Total (mg/L P).

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO

Subprograma: Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo

Identificación: SMF-09

Seguimiento PMF -08

	Grasas y aceites (mg/L).
	Alcalinidad Total (mg/L $CaC0_3$) y Acidez Total (mg/L $CaC0_3$).
	Dureza Cálcica (mg/L $CaC0_3$) y Dureza Total (mg/L $CaC0_3$).
	Fenoles Totales (mg/L).
	Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Zinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio) (mg/L). *
Caracterización Biológica	**Componente Agua**
	Coliformes totales (NMP/100 ml).
	Coliformes fecales (NMP/100 ml).

.

Lugar de Aplicación

27 puntos de agua subsuperficial, 8 piezómetros y 7 curso de aguas superficiales, en la UF1

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Medición de caudal para los puntos establecidos.	Informe de medición de campo. Informe de sitios a monitorear.	(Nº de sitios monitoredos / Nº total de sitios propuestos para monitoreo) *100.	Mensual o trimestral (construcción) Semestral (operación
Nivel de la Napa o Nivel Piezométrico.	Informe de medición de campo. Informe de sitios a monitorear.	(Nº de sitios monitoredos / Nº total de sitios propuestos para monitoreo) *100.	Mensual (construcción) Semestral (operación
Medición parámetros fisicoquímicos	Informe de medición de campo. Informe de sitios a monitorear	(Nº de sitios monitoredos / Nº total de sitios propuestos para monitoreo) *100	Mensual o trimestral (construcción) Semestral (operación
Medición parámetros hidrogeoquímico y bactereológicos	Informe de medición de campo. Informe de sitios a monitorear	(Nº de sitios monitoredos / Nº total de sitios propuestos para monitoreo) *100	Una vez (construcción Una vez (Operación)

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Medición de caudal para los puntos establecidos.	X	X	X	Continuo	36	Mes	Mensual
Nivel de la Napa o Nivel Piezométrico.	X	X	X	Continuo	36	Mes	Mensual
Medición parámetros fisicoquímicos	X	X	X	Continuo	36	Mes	Mensual

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO							
Subprograma: Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo					**Identificación: SMF-09**		
					Seguimiento PMF -08		
Medición parámetros hidrogeoquímico y bactereológicos	**X**	**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	**Mensual**
***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono							
Responsable de la Ejecución							
Unión Vial Río Pamplonita – UVRP							
Costos							

Medida	**Costo Total**
Monitoreo de 6 Piezómetros en Túnel	$124,502,913
3 Monitoreos Tipo B en 8 puntos seleccionados	$117,818,150
15 Monitoreos Tipo A en 25 puntos seleccionados	$192,497,483
Total	**$434,818,545**

J. Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva SMF-10

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva	**Identificación: SMF-10**
	Seguimiento: PMF- 10

Objetivos

- Revisar el cumplimiento de las medidas estipuladas en la ficha de manejo PMF-10 acerca de la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva

Metas

- Verificar que el 100% de los frentes de obra cuenten con la adecuada señalización para tránsito de maquinaria y vehículos.
- Verificar que el 100% de las medidas de manejo establecidas en la ficha PMF-10 sean desarrolladas.

Acciones a Ejecutar

- Verificar la implementación y mantenimiento de señales temporales en los frentes de obra, de acuerdo con las especificaciones en tamaño y materiales planteadas en la ficha de manejo PMF-10. Se hará una lista de chequeo para la verificación de cada una de las señales requeridas durante la ejecución de las obras constructivas y el tamaño que debe tener.
- Verificar el correcto funcionamiento de la alarma de reversa y sistema de luces en todos los vehículos y maquinaria por medio de chequeos preoperacionales periódicos de forma visual.
- Verificar el adecuado manejo del flujo peatonal en la intersección del proyecto con estas rutas, como es el caso del sendero ecológico laguna Borrero.
- Verificar el desempeño del personal de señalización (paleteros).
- Verificar los procesos de capacitación previstos para estos trabajadores.
- Verificar la distribución del personal de señalización en las zonas requeridas, como entrada y salida de zona de obra, sitio de acopio e intersección con sendero peatonal y las demás que apliquen.
- Verificar el cumplimiento del plan de manejo de transito establecido por el concesionario para la Unidad Funcional 1.

Se presentarán informes semanales del cumplimiento en el control de accidentalidad vial durante la etapa constructiva discriminado cada frente de trabajo. En él se propondrán recomendaciones, para corregir, revisar o implementar soluciones, frente a las no conformidades identificadas en el seguimiento a cada una de las actividades del programa.

Lugar de Aplicación

Frentes de obra e intersecciones viales en el área de intervención del proyecto

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Seguimiento al control de la accidentalidad vial	Informes de señales implementadas	N° de señales instaladas por frente de obra/ N° de	Semanal

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO			
Subprograma: Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva			**Identificación: SMF-10** **Seguimiento: PMF- 10**
durante la etapa constructiva	Lista de chequeo de señales implementadas Cantidad de máquinas por frente de obra Listado de senderos peatonales que sea interceptados por zonas de obra	señales requeridas por frente de obra N° de equipos de construcción con funcionamiento de alarma en reversa y sistema luces/N° total de equipos de construcción a emplear N° de senderos peatonales interceptados por zonas de obra que estén señalizados y cuenten con manejo del flujo peatonal/N° de senderos peatonales interceptados por zonas de obra	

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a la implementación y mantenimiento de señales		X		Continuo	36	Mes	
Seguimiento al manejo de flujo peatonal en sitios de intercepción con zonas de obra		X		Continuo	36	Mes	
Seguimiento al control de la accidentalidad vial		X		Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita- UVRP

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales a los ya estimados en el plan de manejo ambiental			

K. Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto. SMF-11

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto	**Identificación: SMF-11** **Seguimiento: PMF- 12**

Objetivos

- Realizar seguimiento a las medidas de manejo propuestas en la ficha PMF-12 Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto.

Metas

- Verificar que el 100% de las instalaciones temporales sean desmanteladas cuando no se haya llegado a un acuerdo para ceder la infraestructura.
- Verificar que todas las zonas donde se ubique la infraestructura temporal después del desmantelamiento presenten las mismas o mejores condiciones previas a la instalación.

Acciones a Ejecutar

Localización

- Verificar que las instalaciones temporales y sus respectivas localizaciones cumplan con las recomendaciones estipuladas en la ficha de manejo PMF-12.

Funcionamiento

- Verificar que las áreas de distribución internas cuenten con las debidas señales informativas como salidas de emergencia, ubicación de extintores, almacén, uso de elementos de protección personal y todas aquellas que se requieran en pro de la prevención de accidentes.
- Verificar la instalación y ubicación de equipos para el control de incendios, instalación de ducha para emergencias, materiales de primeros auxilios y todo aquello estipulado por el programa de Higiene
- y Salud Ocupacional del Concesionario.

Desmantelamiento

- Verificar que después del desmantelamiento, la zona quede en las mismas condiciones que presentaba previo a la instalación de la infraestructura temporal.
- Verificar que, de no llegar a un acuerdo respecto a cesión de infraestructura, todas las instalaciones queden desmontadas.
- Verificar que las áreas de instalaciones temporales queden libres de cualquier elemento que potencialmente represente peligro como el caso de canecas metálicas, elementos metálicos o líquidos corrosivos.

Lugar de Aplicación

Zonas de ubicación de instalaciones temporales

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Seguimiento a las medidas de instalación	Informe de campo de las características de las áreas de	N° de recomendaciones a las instalaciones temporales atendidas/N°	Mensual

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO			
Subprograma: Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto		**Identificación: SMF-11**	
		Seguimiento: PMF- 12	
de infraestructura temporal	instalación de infraestructura temporal	de recomendaciones a las instalaciones temporales propuestas	
Seguimiento a las medidas de funcionamiento de infraestructura temporal	Informe de inspección ambiental en instalaciones temporales	N° de áreas de distribución interna señalizadas/N° de áreas de distribución totales N° de equipos para el control de emergencias instalados /N° de equipos para el control de emergencias estipulados por el programa de Higiene y Salud Ocupaciones de la concesión	Mensual
Seguimiento a las medidas de desmantelamiento de infraestructura temporal	Informe de verificación en campo	N° de áreas temporales desmanteladas donde se hayan verificado las condiciones de entrega/ N° de áreas temporales desmanteladas	Semestral

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto		X	X	Continuo	36	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita- UVRP

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Esta ficha de seguimiento no representa costos adicionales a los ya estimados en el plan de manejo ambiental			

L. Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras. SMF-12

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO	
Subprograma: Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras	**Identificación: SMF-12**
	Seguimiento: PMF- 13

Objetivos

- Realizar seguimiento al transporte, almacenamiento y uso de explosivos a utilizar en el proyecto.
- Realizar seguimiento al personal que manipula los explosivos
- Realizar seguimiento a las condiciones de seguridad y ambientales de las instalaciones temporales de almacenamiento de explosivos.

Metas

- Realizar inspección una vez por semana a las zonas de almacenamiento de explosivos.
- Verificar que el 100% del personal encargado de la manipulación de los explosivos sea dotado con los elementos de trabajo requeridos previo inicio de actividades.
- Realizar un seguimiento mensual al cumplimiento de planes de acción o medidas correctivas definidas en las inspecciones realizadas.

Acciones a Ejecutar

Verificación del buen estado de vehículos de transporte

Se realizará un seguimiento periódico y constante a los vehículos encargados del transporte de elementos explosivos de tal manera que cumpla con la normatividad vigente.

Se llevará un registro por parte del personal de mantenimiento que registre cada uno de los equipos, fecha y tipo de mantenimiento realizado, además se deberá contar con una programación, con el objetivo de identificar alguna falla mecánica u otra de mayor magnitud.

Manipulación de Materiales

Se realizará seguimiento y verificación de las competencias, uso de elementos de protección personal y destrezas del personal que manipule elementos explosivos. El alcance del seguimiento a las destrezas del personal verificará que los elementos explosivos sólo sean manipulados por expertos, ya sea por experiencia a través de los años o por formación directa, como los ingenieros químicos.

Seguimiento a las condiciones de seguridad y ambientales de las instalaciones temporales de almacenamiento de explosivos

Durante la etapa de construcción se hará la verificación de la disposición de residuos sólidos y líquidos se hará con las fichas de seguimiento SMF – 05 y SMF – 06.

La interventoría ambiental del proyecto verificará, en el sitio de almacenamiento del explosivo, la adecuada señalización, elementos de control de incendios y de primeros auxilios con una periodicidad mínima mensual, a fin de garantizar su correcta ubicación y disponibilidad.

Lugar de Aplicación

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO			
Subprograma: Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras			**Identificación: SMF-12** **Seguimiento: PMF- 13**
Túnel, sitios de acopio de materiales en las instalaciones de infraestructura temporal.			
Seguimiento y Monitoreo			
Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Realizar el seguimiento al estado de los vehículos que se utilizan en el proyecto. Es importante este seguimiento con el fin de garantizar la tranquilidad de la comunidad en cuanto a niveles de ruido, y la protección de la salud de los trabajadores del proyecto.	Certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes Informe del estado de los vehículos en obra	(# de vehículos con certificado técnico mecánico aprobado y vigente/ # de vehículos utilizados) *100 / # (Planes de acción generados e implementados/planes de acción requeridos) *100	Mensual
Realizar el seguimiento al estado de los vehículos que se utilizan en el proyecto. Es importante garantizar el correcto funcionamiento de los vehículos y maquinaria evitando el aporte descontrolado de emisiones al ambiente.	Certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes	(# de vehículos con certificado de gases vigente y aprobado / # de vehículos operando) *100 (# de vehículos con mantenimiento al día en el proyecto / # de vehículos utilizados en el proyecto) *100	Mensual
Realizar un seguimiento de la calidad ambiental, respecto a la afectación por emisiones atmosféricas y aumento en los niveles de presión sonora en el área de estudio Es necesario realizar un seguimiento a los monitoreos para tener una trazabilidad de los posibles cambios en la calidad del aire y los niveles de ruido a causa del proyecto, evidenciando la efectividad de las medidas de manejo implementadas y el cumplimiento de la norma en cuanto a	Reporte e informe de resultados de laboratorio de muestreo tomado. Reporte de parámetros que aumentan respecto a línea base	(Número de monitoreos realizados / número monitoreos programados) *100 (Número de parámetros monitoreados por encima de los resultados de línea base / número total de parámetros monitoreados) *100	Semestral

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO FÍSICO								
Subprograma: Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras							**Identificación: SMF-12**	
							Seguimiento: PMF- 13	
parámetros y límites exigidos.								
Cronograma de Ejecución								
Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**	
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**		
Control de ruido		**X**		Continuo	**36**	Mes		
Control de emisiones atmosféricas		**X**		Continuo	**36**	Mes		
Atención a la comunidad		**X**		Continuo	**36**	Mes		
***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono								
Responsable de la Ejecución								
Unión Vial Río Pamplonita- UVRP								
Costos								
Descripción	**Unidad de medida**			**Vlr. Unitario**			**Vlr. Total**	
Monitoreo Calidad del Aire y ruido*							184.032.000,00	
Total							184.032.000,00 COP	
*Valores para monitoreo en época de lluvia (monitoreo que corresponde a 36 días. Si el monitoreo se realiza en época seca correspondía a 18 días y el costo sería inferior) y ruido. Corresponde a: 3 estaciones de calidad del aire y 3 puntos de ruido., medidos 2 veces al año durante 3 años								

11.1.2.1.2 Medio Biótico

A continuación, se relacionan las fichas de seguimiento y monitoreo del medio biótico:

Listado de fichas de seguimiento y monitoreo del medio biótico

Programas de seguimiento y monitoreo al manejo del suelo	
Código	**Nombre de la ficha**
SMB-01	Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, manejo del aprovechamiento forestal y revegetalización de áreas intervenidas.
Programa de seguimiento y monitoreo a la conservación de especies vegetales y faunísticas y a la protección y conservación de hábitats	
Código	**Nombre de la ficha**
SMB-02	Seguimiento y monitoreo a los programas conservación de especies faunísticas, protección y conservación de hábitats

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

M. Seguimiento y monitoreo a los programas de manejo del suelo. SMB-01

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, aprovechamiento forestal y Revegetalización de áreas intervenidas	**Identificación: SMB-01**
	Seguimiento: PMB-01; PMB-02; PMB-03; PMB-04
Objetivos	
• Brindar las herramientas que permitan realizar la trazabilidad a las medidas de manejo propuestas para el manejo del suelo, dentro de los subprogramas de; Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote (PMB-01), Manejo de Flora (PMB-02), Manejo del aprovechamiento forestal (PMB-03) y Revegetalización de áreas intervenidas (PMB-04)	
Metas	
• Evitar la intervención de las coberturas vegetales presentes en las áreas aledañas al proyecto, en un porcentaje del 100% • Disponer adecuadamente el 100% de la capa vegetal y el suelo orgánico obtenido por las actividades del proyecto • Aprovechar el 70% del material orgánico producto del descapote para la posterior restauración de áreas intervenidas por el proyecto • Garantizar que la supervivencia de las especies de flora reubicadas sea igual o mayor al 60%. • Rescatar 70% las especies de flora que se encuentran bajo alguna amenaza • Cumplir con la disposición del 100% del volumen forestal extraído. Así como disponer adecuadamente el 100% de los residuos vegetales generados en el aprovechamiento forestal.	
Acciones a Ejecutar	
Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote: Por medio de GPS se corroborarán las coordenadas y el área autorizada para este fin, con el objetivo de evitar intervenciones innecesarias y no aprobadas. Se reportará en los Informes de Cumplimiento Ambiental las labores previas a las labores de desmonte y descapote; así mismo el volumen de descapote removido, su disposición y uso final. en lo posible que haya sido usado en las actividades de revegetalización, restauración, cumpliendo con el porcentaje de cumplimiento estipulado para el indicador, que corresponde al 100%. Se deberá dejar registro fotográfico y acta de cumplimiento y seguimiento a las actividades de forma mensual. **Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo de flora:** Se incluirá en el Informe de Cumplimiento ambiental las fuentes de verificación de las jornadas de educación ambiental dirigidas a personal vinculado y a la comunidad asentada en el área de estudio con el abordaje de los temas relacionados en la ficha de manejo de flora PMB-02. Las áreas a intervenir deben corresponder a los ecosistemas susceptibles de intervención y que estos estén claramente demarcados y delimitados, de forma que no se afecten ecosistemas aledaños. Se deberá verificar la realización de las labores de búsqueda de nidos y madrigueras en la vegetación a remover, dichas actividades previas al inicio de las labores de tala.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DEL SUELO

Subprograma: Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, aprovechamiento forestal y Revegetalización de áreas intervenidas	Identificación: SMB-01
	Seguimiento: PMB-01; PMB-02; PMB-03; PMB-04

En cuanto al rescate y reubicación de especies de importancia ecológica en estado brinzal, se realizará el seguimiento tanto en la etapa de rescate, verificando que las especies listadas en la Tabla M.1, sean rescatadas en un 70% y garantizar la supervivencia de estos individuos en un 60%

Tabla M.1 Listado de especies con alguna categoría de amenaza

Especie	MADS (1912/2017)	UICN	Veda Nacional	Endemismo
Juglans neotropica	EN	EN	Resolución 316 de 1974	Nativa
Oreopanax gargantae				Endémica

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Se deberá llevar seguimiento al registro de las acciones de traslado de especies endémicas o en peligro y la copia de estos deberá incluirse en los informes periódicos (mensuales) que se realicen durante las etapas de ejecución, los cuales deben incluir registro fotográfico.

Se debe garantizar el cumplimiento de las actividades definidas en el Subprograma de manejo de flora PMB-02 en cuanto al procedimiento de bloqueo y traslado de los individuos. De igual forma, es responsabilidad del concesionario, hacer el seguimiento de las actividades que prevengan y mitiguen el impacto sobre las especies epífitas y las especies con algún grado de amenaza o que se encuentren en categorías Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico de acuerdo con la Resolución 1912 de 2017 y la Lista Roja de la UICN, así como las que se encuentren en los Apéndices de CITES.

Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo del aprovechamiento forestal:

El volumen del aprovechamiento a remover sea estrictamente el autorizado en la licencia ambiental, para tal fin el Concesionario deberá entregar el registro de cada uno de los individuos censados y los individuos removidos, con el objeto de verificar los cálculos del aprovechamiento forestal. Se llevará un registro para cada uno de los individuos intervenidos incluyendo como mínimo datos como especie, altura total, altura comercial, diámetro (DAP Diámetro a la altura de 1.3 m con respecto al suelo), coordenadas y cobertura vegetal. Así como el reporte de disposición de residuos vegetales.

Se verificará mediante observación ocular que el apeo de los árboles se realice como se especifica en la Ficha PMB-03, del PMA del presente estudio; se verificará que antes del apeo, los árboles se hayan limpiado manualmente en el contorno, con el fin de liberarlos de rastrojos, lianas u otros elementos que dificulten la tarea del operador; igualmente se verificará que el apeo se realice con motosierras de potencias y tamaños de espada de acuerdo con el tamaño de los fustes.

Se deberá verificar el cumplimiento de las medidas de protección y seguridad del personal encargado de las actividades del aprovechamiento forestal.

Se verificará que las zonas de escape estén libres de cualquier elemento que pueda obstruir la circulación del personal y que la dirección de caída del árbol sea la más adecuada, es decir que no dañe la vegetación aledaña existente. Además, se verificará que el corte se haga adecuadamente como se especifica en la Ficha PMB-03.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DEL SUELO	
Subprograma: Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, aprovechamiento forestal y Revegetalización de áreas intervenidas	**Identificación: SMB-01** **Seguimiento: PMB-01; PMB-02; PMB-03; PMB-04**

Igualmente se deberá realizar el seguimiento a la disposición del material vegetal sobrante.

Cuando el contratista requiera material vegetal que no sea de aprovechamiento forestal, este deberá ser comprado en sitios que cuenten con el salvoconducto y permiso ambiental vigente.

Se deberá llevar un registro con las coordenadas y áreas de los lugares dispuestos para la ubicación de los desechos vegetales previamente picados, junto con la cantidad en volumen por sitio.

Seguimiento y monitoreo a las actividades de revegetalización de áreas intervenidas

Se deberá asegurar que las actividades de revegetalización sean llevadas a cabo inmediatamente después de la reconformación de las áreas intervenidas y garantizar en lo posible que el proceso de revegetalización sea exitoso. Se deberá realizar un acta mensual de cumplimiento donde se especifiquen las áreas intervenidas, el porcentaje de revegetalización, porcentaje de éxito y registro fotográfico.

Lugar de Aplicación

Área de intervención de las actividades del proyecto, Unidad Funcional 1

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Material orgánico: Este indicador informa sobre del volumen de material orgánico descapotado y su respectiva disposición. Su control permite llevar control sobre las áreas a afectar y el manejo adecuado del recurso suelo.	Formato de registro por área del volumen de material removido, Formato de registro por área de volumen dispuesto	(Volumen (m^3) de material orgánico acopiado / Volumen (m^3) de material orgánico removido) * 100	Semanal
Material de descapote utilizado en procesos de obra: permite llevar el control de la disposición y utilización del recurso suelo.	Formato de registro por área del volumen de material removido Formato de registro por volumen de material empleado	(Volumen (m^3) material de descapote utilizado/ Volumen (m^3) material total de descapote) *100	Mensual
Área intervenida: Este indicador informa sobre la superficie afectada por la ejecución del proyecto.	Formato de registro del % por área intervenida	(Área (Ha) intervenida / Área (Ha) prevista de intervención (planos de diseño) *100	Mensual
Individuos aprovechados: No de árboles aprovechados en el área de intervención aprobada.	Formato de registro de tala por área intervenida	(Nº Individuos aprovechados /Nº Individuos inventariados) *100	Mensual

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DEL SUELO			
Subprograma: Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, aprovechamiento forestal y Revegetalización de áreas intervenidas		**Identificación: SMB-01**	
		Seguimiento: PMB-01; PMB-02; PMB-03; PMB-04	
Volumen de madera aprovechado: Permite llevar control sobre el volumen de madera aprovechado y a la vez controlar que este no supere el valor autorizado por la autoridad ambiental.	Formatos de aprovechamiento forestal	Volumen forestal (m^3) aprovechado/ Volumen forestal (m^3) autorizado para aprovechamiento) *100	Mensual (durante la fase de despeje de cobertura vegetal)
Áreas revegetalizadas: Permite cuantificar las áreas que han sido revegetalizadas posterior a la intervención de infraestructura asociada a Zodmes.	Formato de áreas revegetalizadas, y métodos empleados/ Registro fotográfico.	Áreas revegetalizadas (m2) / Áreas intervenidas por infraestructura asociada y Zodmes (m2)) * 100	Mensual
Número de jornadas educativas: Permite medir los esfuerzos por capacitar a los trabajados de la obra sobre la importancia de la flora y la legislación vigente al respecto.	Registro de asistencia	(Número de jornadas educativas ambientales realizadas/Número de jornadas programadas) *100	Mensual
Número de individuos de flora rescatada: permite tener un control numérico sobre el número de árboles trasladados	Formatos de censos forestales, Formatos de inventarios de epífitas, formatos de especies rescatadas	(Nº de individuos de flora rescatada / Nº de individuos en categoría de amenaza VU, EN y vedadas encontradas) * 100	Mensual
Nº de individuos sobrevivientes a los procesos de traslado: permite medir la eficacia del proceso de traslado. Este indicador permite determinar si el proceso de traslado es exitoso o si debe tomarse medidas con respecto a los procedimientos utilizados	Formatos de traslado, Formatos de monitoreo de los individuos trasladados	Nº de individuos sobrevivientes / Nº de individuos trasladadas) * 100 Este indicador debe ser igual o superior al 60%	Depende de la necesidad detectada en la etapa de ejecución del proyecto

Cronograma de Ejecución							
Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MANEJO DEL SUELO							
Subprograma: Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, Manejo de Flora, aprovechamiento forestal y Revegetalización de áreas intervenidas					**Identificación: SMB-01**		
					Seguimiento: PMB-01; PMB-02; PMB-03; PMB-04		
Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo de flora		**X**		Continuo	**36**	Mes	
Seguimiento y monitoreo a las actividades de manejo de aprovechamiento forestal		**X**		Continuo	**36**	Mes	
***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono							
Responsable de la Ejecución							
Unión Vial Rio Pamplonita							
***Costos**							
***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**							

N. Seguimiento y monitoreo a los programas de conservación de especies faunísticas y protección y conservación de Hábitats SMB-02

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO A LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES FAUNÍSTICAS Y PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	
Subprograma: Seguimiento y Monitoreo a los programas de conservación de especies faunísticas, protección y conservación de hábitats	**Identificación: SMB-02** **Seguimiento: PMB-05**
Objetivos	
• Verificar las medidas para minimizar las afectaciones sobre la fauna silvestre residente en el área de influencia como para el área de afectación del proyecto. • Supervisar y verificar que los bosques y áreas semi naturales presentes en el área de influencia que no hacen parten del área de intervención, no sean afectadas por las actividades del proyecto. • Verificar la realización de los talleres de educación ambiental al personal vinculado al proyecto. • Realizar seguimiento de las poblaciones faunísticas presentes en el área de influencia.	
Metas	
• Realizar el seguimiento, supervisión y verificación del 100 % de las actividades propuestas para la conservación faunística y protección y conservación de hábitats.	
Acciones a Ejecutar	
➢ **Seguimiento de cumplimiento para la fauna durante la etapa constructiva** • Se verificará que los trabajadores contratados estén informados y conozcan acerca de las especies de fauna amenazadas, endémicas y casi endémicas presentes en el área de influencia del proyecto, para su cuidado y protección. Así como zonas de protección especial (Bosques y área semi-naturales), normatividad vigente relacionada y otros temas que se puedan brindar durante el desarrollo de las actividades, como fuentes y reservorios de servicios ecosistémicos de uso general. • Se deben identificar las zonas en las cuales se instalarán las señales informativas y preventivas de frecuencia de avistamiento de fauna y se debe verificar la instalación de la señalización de conformidad a la normatividad estipulada por el INVIAS, de conformidad a la ficha PMB-05. • Se deberá diligenciar y llevar un registro de las actividades de ahuyentamiento, captura y/o reubicación diario durante el periodo en que éstas sean efectuadas, referenciando el lugar, metodología utilizada, registro fotográfico y descripción de cada uno de los especímenes encontrados en las áreas de trabajo (ahuyentados, rescatados y/o reubicados); este registro deberá tener en cuenta la siguiente información: fecha del reporte, unidad o persona hace el reporte, nombre común y científico del animal, sitio de hallazgo y georreferenciación, descripción del estado en que se encontró (herido, buen estado), destino final (traslado al CAV o área de reubicación), de conformidad a la ficha PMB-05. Se deberá llevar un registro con las coordenadas y áreas de los lugares dispuestos para la liberación de los ejemplares reubicados, verificando que la reubicación de los ejemplares se realizará dependiendo de los ambientes específicos para cada grupo taxonómico y/o especie, y considerando su conducta territorial.	
Lugar de Aplicación	
Corredor vial de la UF1, área de ZODMES y demás sectores que requieran intervención, así como el AI.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO A LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES FAUNÍSTICAS Y PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS			
Subprograma: Seguimiento y Monitoreo a los programas de conservación de especies faunísticas, protección y conservación de hábitats			**Identificación: SMB-02** **Seguimiento: PMB-05**
Objetivos			
Seguimiento y Monitoreo			
Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Educación ambiental. Permite medir el cumplimiento de las jornadas programadas	Registro de actividades, listas de asistencia	(Número de jornadas realizadas/Número de jornadas programadas) *100 Este indicador debe ser igual a 100/	Mensual
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Permite evaluar la eficiencia de la reubicación de individuos rescatados	Informe mensual, formatos de registro	(Número de individuos reubicados/Número de individuos rescatados) *100 Este indicador debe ser igual a 80%	Mensual
	Registros fotográficos	(Número de jornadas realizadas/Número de jornadas programadas) *100. Este indicador debe ser igual a 100%	Mensual
Señalización. Permite evaluar la eficiencia de la señalización y reductores de velocidad	Informe mensual, formatos de registro, Registros fotográficos y georreferenciación	(Número de señales ubicadas /Número de sitios de paso recurrente de fauna) *100	Trimestral

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Educación ambiental		X		Continuo	36	Mes	Trimestral
Señalización		X		Continuo	36	Mes	Mensual
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna		X		Temporal	36	Mes	Mensual

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Rio Pamplonita

Costos

Descripción	Unidad de medida	Vlr. Unitario	Vlr. Total
***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha PMB-05**			

11.1.2.1.3 Medio Socioeconómico

A continuación, se presentan las fichas de seguimiento y monitoreo para el medio socioeconómico, las cuales tienen como objetivo el control de los procedimientos y resultados del Plan de Manejo Ambiental para el Medio Socioeconómico y cultural, su eficacia, eficiencia, efectividad y calidad en cuanto al cumplimiento de metas, a través de los indicadores de gestión en cada uno de los subprogramas propuestos.

Listado de fichas de seguimiento y monitoreo del medio socioeconómico

Código	Medio socioeconómico
SGS–01	Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario
SGS–02	Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto
SGS–03	Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria
SGS–04	Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional
SGS–05	Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto
SGS–06	Seguimiento al subprograma de Cultura Vial
SGS–07	Seguimiento al subprograma de Afectación a Terceros
SGS–08	Seguimiento al subprograma de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

O. Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario. SGS – 01

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA COMPENSACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario	**Identificación: SGS-01**
Objetivos	
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-01 del Plan de Manejo Ambiental. • Verificar que la participación social sea efectiva y que la información suministrada a la comunidad y autoridades sea clara y oportuna. • Identificar oportunamente el surgimiento de inconformidades en la comunidad por deficiencias o incumplimiento de lo propuesto en la Ficha PGS-01 • Formular las acciones y verificar que se apliquen oportunamente los correctivos ante la ocurrencia de efectos.	
Metas	
• Controlar, hacer seguimiento y proponer los correctivos que se requieran para el cumplimiento del 100 % de las acciones propuestas en la Ficha PGS-01.	
Acciones a Ejecutar	
El seguimiento y monitoreo al Programa de Atención al Usuario se realizará utilizando los siguientes mecanismos: Apertura y cumplimiento de la prestación del servicio en los términos definidos en la ficha PGS-01; esto se realizará mediante visitas no anunciadas a la Oficina de Atención al Usuario, para verificar el cumplimiento de su horario y la disponibilidad para atender a la comunidad. Se adelantará el seguimiento al trámite y solución de las PQRS allegadas por los diferentes medios a la oficina de atención al usuario, verificando el diligenciamiento oportuno y completo de los soportes de registro de PQRS, como de la atención suministrada (formatos, registros fotográficos, cartas de respuesta, entre otros). Se verificará que las oficinas fija y satélite cuenten con el equipamiento mínimo requerido, dicha gestión será cotejada a través de una lista de chequeo que se diligenciará en el momento de la visita de inspección. Se verificará que la oficina de Atención al Usuario cuente con material de divulgación sobre los mecanismos para la inscripción de perfiles de mano de obra calificada y no calificada y se revisará el oportuno y adecuado diligenciamiento de la base de datos para la mano de obra calificada y no calificada que desea ingresar al proyecto. Dicho seguimiento se efectuará de manera periódica, mínimo cada tres meses, con la presentación de informes que serán incorporados en los informes de avance y cumplimiento ambiental. A partir del análisis de esta información se presentarán las recomendaciones de manejo pertinentes relacionadas con los asuntos o situaciones que presentan el mayor número de PQRS, el tipo de petición más frecuente, o las sugerencias de los usuarios orientados a mejorar el servicio y a racionalizar el empleo de recursos. En caso de existan PQRS sin respuesta de manera extra temporal a los tiempos previstos, se harán las recomendaciones para su atención inmediata.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA COMPENSACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario | **Identificación: SGS-01**

Lugar de Aplicación

Unidades Territoriales Mayores y Menores del área de influencia del proyecto: “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona"

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Permite establecer la eficacia de respuesta de las PQRS	Informes cada tres meses, documentos soportes de recepción y atención de PQRS	N° de PQRS atendidas y respondidas / N° de PQRS recepcionadas *100	Trimestral
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos	Informe Trimestral, documentos soporte de actividades	N° de indicadores cumplidos / N° de indicadores propuestos * 100	Trimestral
Permite establecer la efectividad de las acciones implementadas por el programa	Informe de cumplimiento	N° acciones desarrolladas / N° acciones programadas * 100	Trimestral

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento al programa de Atención al Usuario		X	X	Continuo	36	Mes	N/A
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		X	X	Continuo	36	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono

****Temporalidad:**

-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.

-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.

-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Profesional social**	Unitario	48	$3.500.000	$243.600.000
Auxiliar social***	Unitario	36	$1.600.000	$ 83.520.000
Equipo de cómputo con impresora	Unitario	2	$2.500.000	$5.000.000
Escritorios y sillas para profesionales sociales	Unitario	2	$300.000	$600.000
Papelería	Global	48	$500.000	$24.000.000

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA COMPENSACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO				
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario			**Identificación: SGS-01**	
Servicio de internet	Unitario	48	$100.000	$4.800.000
Equipos celulares con cámara fotográfica y plan de datos	Unitario	84	$100.000	$8.400.000
Alquiler camioneta	Unitario	48	$7.500.000	$360.000.000
Total				$729.920.000
***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.** ****El profesional social estará durante las tres (3) etapas del proyecto.** *****El auxiliar social estará durante la etapa constructiva del proyecto.**				

P. Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. SGS-02

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto.	**Identificación: SGS-02**
Objetivos	
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-02. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del programa.	
Metas	
• Controlar, hacer seguimiento y proponer los correctivos que se requieran para el cumplimiento del 100 % de las acciones propuestas en la Ficha PGS-02.	
Acciones a Ejecuta-	
El seguimiento y monitoreo al programa de educación y capacitación se realizará a través de las siguientes acciones: - Elaboración y aplicación de un instrumento que permita conocer la percepción de los trabajadores sobre la pertinencia de las temáticas tratadas. Así mismo, sobre la claridad en la exposición y metodología utilizada. - Verificación de las capacitaciones a trabajadores ejecutadas, asegurando que hayan recibido las temáticas programadas. - Revisión de los soportes de las actividades realizadas. Para esta actividad se elaborará un consolidado de las capacitaciones ejecutadas, con fechas de realización, número de asistentes, temas tratados las actas de capacitación e inducción realizadas, listados de asistencia, registros fotográficos correspondientes. - Seguimiento a las quejas e inquietudes relacionadas con conductas de los trabajadores del proyecto, a partir de las PQRS registradas en la Oficina de Atención al Usuario y la oficina satélite. - Se implementará una herramienta de seguimiento a manera de formato, que sea pertinente en razón al sistema de Gestión Integral de Calidad y Seguridad Industrial o los propuestos por la Interventora Social, en los cuales se dé cuenta de la realización de las actividades en cada uno de los Programas. - Definición de acciones correctivas Las actividades por realizar son: • Verificación de cualquier irregularidad que se presente en la interacción entre los trabajadores y el entorno ambiental y social del proyecto, para evitar la ocurrencia de conflictos internos o con la población local.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. | **Identificación: SGS-02**

- Seguimiento a PQRS presentadas por las comunidades, allegadas a la Oficina de Atención al usuario.

Lugar de Aplicación

Todos los frentes de obra del proyecto: Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto.	Informe de cumplimiento, soportes de actividades de capacitación realizada	N° de indicadores cumplidos / N° de indicadores propuestos dentro del Programa * 100	Mensual
Permite establecer el porcentaje de PQRS relacionadas con conductas socio ambientales inadecuadas de los trabajadores revisadas.	Informe de cumplimiento, soportes de atención a PQRS	N° Total PQRS atendidas de la comunidad sobre prácticas socio-ambientales por conductas socio ambientales inadecuadas de trabajadores revisadas/ N° total PQRS de la comunidad por prácticas socio ambientales inadecuadas de trabajadores * 100	Mensual

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a las actividades formuladas dentro del subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto		X	X	Continuo	36	Mes	N/A
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		X	X	Continuo	36	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO				
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto.			**Identificación: SGS-02**	
Costos*				
Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Vlr. Unitario**	**Vlr. Total**
***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**				

Q. Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria. SGS – 03

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria	**Identificación: SGS-03**
Objetivos	
• Verificar el cumplimiento adecuado y oportuno de las acciones propuestas en la Ficha PGS-03 • Formular las acciones y verificar que se apliquen oportunamente los correctivos ante la ocurrencia de desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del programa.	
Metas	
• Controlar, hacer seguimiento y proponer los correctivos que se requieran para el cumplimiento al 100 % de las acciones propuestas en la Ficha PGS-03 del componente socio económico.	
Acciones a Ejecutar	
El seguimiento al programa de información y participación comunitaria se realizará utilizando los siguientes mecanismos: • **Verificación de acciones de información e implementación de herramientas y canales de comunicación establecidos para el proyecto.** Se realizará la verificación de la entrega oportuna de los soportes establecidos en la Ficha PGS-03 para mantener informada a la comunidad y autoridades del área de influencia de la UF 1 (volantes, afiches, cartas informativas, espacios radiales, pautas informativas en televisión, avisos de prensa, entre otros). Se registrará el uso de estos mecanismos de información y se llevará un control de la frecuencia y efectividad de los espacios radiales, pautas informativas en televisión y avisos de prensa de los medios masivos a nivel regional y nacional. • **Verificación de convocatoria** Por medio de los registros de convocatoria como cartas, listados de entrega de invitaciones, llamadas telefónicas, avisos publicitarios, cuñas radiales, afiches y volantes. • **Verificación de la realización de reuniones** Mediante la verificación de registros de asistencia, actas de reunión, registro fotográfico y acompañamiento al desarrollo de los encuentros.	
Lugar de Aplicación	
Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"	
Seguimiento y Monitoreo	

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria			**Identificación: SGS-03**
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del Programa de Información y Participación Comunitaria	Informe de cumplimiento, documentos soporte de actividades	N° de indicadores cumplidos / N° de indicadores propuestos *100	Mensual
Permite establecer la efectividad de las acciones implementadas por el programa	Informe de cumplimiento	N° acciones desarrolladas / N° acciones programadas * 100	Mensual

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Seguimiento al Programa de Información y Participación Comunitaria		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

R. Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional. SGS – 04

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional		**Identificación: SGS-04**	
Objetivos			
• Verificar el cumplimiento adecuado y oportuno de las acciones propuestas en la Ficha PGS-04 del Plan de Manejo Ambiental. • Identificar y proponer oportunamente los correctivos del caso o determinar alternativas cuando se presenten desviaciones en los objetivos esperados en la ficha de manejo PGS-04.			
Metas			
• Controlar y hacer seguimiento a las acciones propuestas en la ficha PGS-04 del Plan de Manejo Ambiental.			
Acciones a Ejecutar			
Las actividades propuestas para este programa se verificarán así: - Revisión de cumplimiento de las acciones establecidas para identificar el 100% de las capacitaciones y sensibilizaciones a organizaciones sociales de las unidades territoriales menores de la UF 1 acerca de la normativa inherente a la conservación del espacio público, para generar el control social en el saneamiento de este. - Verificación de los soportes de las entregas de material pedagógico e informativo acerca de la conservación del derecho de vía para las comunidades de las unidades territoriales menores de la UF1. - Verificación del desarrollo de las jornadas de sensibilización acerca de la conservación del Derecho de Vía en cada una de las unidades territoriales menores de la UF1. Los hallazgos del seguimiento a este programa se reportarán al encargado del área con el objetivo de que se tomen los correctivos pertinentes.			
Lugar de Aplicación			
Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"			
Seguimiento y Monitoreo			
Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional	Actas de reunión Listados de asistencia Registros fotográficos	N° de indicadores para el programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional cumplidos / N° de indicadores propuestos para el programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional programados * 100	Cuando se desarrolle el programa.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional			**Identificación: SGS-04**
Permite establecer la efectividad de las acciones implementadas por el programa	Informe de cumplimiento	N° acciones desarrolladas / N° acciones programadas * 100	Cuando se desarrolle el programa.

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Seguimiento a las actividades del programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional		**X**	**X**	Temporal	**12**	Mes	Se aplicará en el último año de construcción
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		**X**	**X**	Temporal	**12**	Mes	

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Vlr. Unitario**	**Vlr. Total**

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

S. Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. SGS-05

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto	**Identificación: SGS-05**
Objetivos	
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-05. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del subprograma.	
Metas	
• Controlar y hacer seguimiento al 100% de las acciones propuestas en la ficha PGS-05 del Plan de Manejo Ambiental	
Acciones a Ejecutar	
El control a la ejecución de las actividades propuestas en el programa de capacitación, educación ambiental y concientización a la comunidad aledaña al proyecto se realizará de la siguiente manera: Mediante la consulta de los documentos soporte de las actividades educativas se revisará la convocatoria realizada, la metodología utilizada, apoyos visuales, temáticas tratadas, población beneficiada, número de asistentes e inquietudes comunitarias recibidas. Así mismo, a través de sondeos realizados al azar, dirigidos a personal asistente a las actividades, se verificará la asimilación de la información suministrada en los talleres realizados. De igual manera, de acuerdo con el Plan de Capacitación que se establezca frente a la educación ambiental, se revisará el tipo de mensaje emitido, con el fin de corroborar que corresponda al programado para esta etapa del proyecto, verificando además mediante sondeo realizado al azar, la asimilación de los mensajes por parte del público objetivo. Se realizará seguimiento frente al manejo y solución de las dudas e inquietudes que se puede presentar en los asistentes al programa, de forma tal que estas sean resueltas de forma eficaz y oportuna. Este seguimiento quedará consignado a través de informes escritos y de registros fotográficos en donde se encontrará información puntual frente a niveles de participación de la comunidad, manejo y transmisión de información, entre otros.	
Lugar de Aplicación	
Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"	

Seguimiento y Monitoreo			
Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de Capacitación, Educación Ambiental y Concientización a la	Informes de gestión social, documentos soporte de actividades	N° de indicadores para el programa cumplidos / N° de indicadores propuestos para el programa * 100	Semestral

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto			**Identificación: SGS-05**
Comunidad Aledaña al Proyecto			
Permite establecer la efectividad de las acciones implementadas por el programa	Informe de cumplimiento	N° acciones desarrolladas / N° acciones programadas * 100	Semestral

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Seguimiento a las actividades formuladas dentro del programa de Capacitación, Educación Ambiental y Concientización a la Comunidad Aledaña al Proyecto		**X**	**X**	Periódico	**36**	Mes	Semestral
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		**X**	**X**	Periódico	**36**	Mes	Semestral

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Vlr. Unitario**	**Vlr. Total**

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

T. Seguimiento al subprograma de Cultura Vial. SGS - 06

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Cultura Vial			**Identificación: SGS-06**
Objetivos			
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS06. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del subprograma.			
Metas			
• Controlar y hacer seguimiento a las acciones propuestas en la ficha PGS-06 del Plan de Manejo Ambiental.			
Acciones a Ejecutar			
El control a la ejecución de las actividades propuestas en el programa de Cultura Vial se realizará de la siguiente manera: - Se adelantará el acompañamiento y seguimiento a la programación y realización de talleres de seguridad vial, dirigidos a la población estudiantil de las instituciones educativas aledañas y/o cuya movilidad se relaciona directa o indirectamente con el desarrollo de la obra de la UF1. - Las actividades educativas sobre la cultura vial se deben realizar en la etapa de construcción se verificarán por medio de la consulta de los soportes de entrega de estos, según el tipo de instrumento utilizado (volante, calendario, afiches, reuniones-grupos focales o cualquier otro elemento útil al usuario etc). - El monitoreo de este programa se debe hacer mediante la revisión y chequeo de las diferentes estrategias acordadas en el programa de Cultura Vial (PGS- 06) en el Plan de Manejo Ambiental. - Se adelantará el monitoreo de las actividades a ser ejecutadas y las medidas que se deben adoptar al igual que los comportamientos ante la señalización instalada, las zonas de excavación, la maquinaria de obra lo anterior, con miras a prevenir los riesgos de accidentalidad de la población escolar y usuarios de la vía.			
Lugar de Aplicación			
Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"			
Seguimiento y Monitoreo			
Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de Cultura Vial.	Informes de gestión social, documentos soporte de actividades	N° de indicadores para el programa cumplidos / N° de indicadores propuestos para el programa * 100	Mensual
Permite establecer la pertinencia de las	Actas de reunión y diseño de piezas comunicativas.	N° de temáticas tratadas relacionadas con los	Mensual

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Cultura Vial		**Identificación: SGS-06**	
temáticas diseñadas para el Programa de Cultura Vial.		riesgos de obra / Nº de riesgos identificados en la obra * 100	
Permite establecer la efectividad de las acciones implementadas por el programa	Informe de cumplimiento	N° acciones desarrolladas / N° acciones programadas * 100	Trimestral

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a las actividades formuladas dentro del programa de Cultura Vial		X	X	Periódico	36	Mes	Trimestral
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		X	X	Periódico	36	Mes	Trimestral

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Vlr. Unitario	Vlr. Total

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

U. Seguimiento al subprograma de afectación a terceros. SGS- 07

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Afectación a Terceros	**Identificación: SGS-07**
Objetivos	
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-07. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del subprograma.	
Metas	
• Controlar y hacer seguimiento al 100% de las acciones propuestas en la ficha PGS-07 del Plan de Manejo Ambiental.	
Acciones a Ejecutar	
El seguimiento al programa de Afectación a Terceros PGS-07 se realizará utilizando los siguientes mecanismos: 1. Acompañamiento a la Gestión Socio Predial Verificación y acompañamiento a la identificación de unidades sociales que deberán trasladarse: Para adelantar el seguimiento a las acciones de acompañamiento social a las unidades sociales identificadas en los terrenos requeridos para el desarrollo del Proyecto, se implementará un instrumento de seguimiento que dé cuenta del cumplimiento de los indicadores de gestión del programa y por tanto de las actividades propuestas y realizadas. Dicho instrumento incluirá como mínimo la siguiente información: - Fecha de la visita. - Profesional social a cargo de la visita. - Localización del predio. - Datos del encargado o representante de la unidad social. - Características del inmueble. - Caracterización económica del inmueble. - Aspectos que el profesional social considere relevantes para tener en cuenta en la caracterización. - Soportar el seguimiento con registro fotográfico del acompañamiento. Asimismo, se revisará la documentación de soportes suministrada por la UVRP donde se evidencie el cumplimiento de los objetivos del programa para esta fase. Se revisará el cumplimiento de los indicadores definidos en el programa cada tres meses, cuyos resultados deberán ser reportados en el informe de cumplimiento. Para esta gestión se diseñará una base de datos que contenga la codificación del predio, el nombre del responsable de la unidad social, el proceso en que se encuentra la gestión adelantada y los compromisos establecidos, con la finalidad de evitar demoras en el proceso e inconformidades del propietario frente al proceso. Asimismo, se realizará acompañamiento a los profesionales a cargo de esta actividad para registrar los compromisos adquiridos y fechas de cumplimiento de estos.	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Afectación a Terceros | **Identificación: SGS-07**

Verificación de visitas y acciones de acompañamiento de conformidad con las necesidades de cada unidad social identificada y posterior al traslado al nuevo lugar, a través de los instrumentos definidos por la Agencia Nacional de Infraestructura.

2. Acompañamiento al Plan de Reasentamiento

En el caso de que se identifiquen unidades sociales ocupantes irregulares, a las cuales se les aplicaría el procedimiento establecido en la Resolución 077 de 2012, se realizaría seguimiento a las actividades establecidas en el plan de afectación a terceros PGS-07.

Lugar de Aplicación

Predios localizados en el área de intervención del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	Información utilizada para su cálculo	Fórmula	Frecuencia de medición
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de afectación a terceros	Informes de gestión social, documentos soporte de actividades	N° de indicadores para el programa cumplidos / N° de indicadores propuestos para el programa * 100	Mensual

Cronograma de Ejecución

Actividad	Etapa*			Temporalidad	Tiempo de implementación		Especifique en caso de periodicidad
	P	C	A		#	Mes / año/ semana	
Seguimiento a las actividades formuladas dentro del programa de Afectación a Terceros		X		Continuo	36	Mes	N/A
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		X		Continuo	36	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Vlr. Unitario	Vlr. Total

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

V. Seguimiento al subprograma de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. SGS - 08

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	
Subprograma: Seguimiento al subprograma de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: SGS-08**
Objetivos	
• Verificar el adecuado y oportuno cumplimiento de las acciones propuestas en la ficha PGS-08. • Identificar y proponer los correctivos del caso cuando se presenten desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del subprograma.	
Metas	
• Controlar y hacer seguimiento al 100% de las acciones propuestas en la ficha PGS-08 del Plan de Manejo Ambiental.	
Acciones a Ejecutar	
Para realizar seguimiento al programa de manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos se realizará acompañamiento a través de contactos personalizados de los profesionales sociales con los propietarios o residentes de predios del área de influencia. Dicho acompañamiento se adelantará para las siguientes actividades: - Levantamiento de actas de vecindad, - Levantamiento de actas de compromiso - Desarrollo de las medidas de prevención de afectación a la infraestructura de los servicios públicos. Las visitas personalizadas tendrán entre otros fines realizar el acercamiento con los propietarios para identificar el nivel de información respecto a las actividades constructivas a desarrollar que puedan propiciar afectaciones a la infraestructura que se encuentra en el área de influencia del proyecto, horarios establecidos de trabajo, información de contacto de los profesionales de Gestión Social, particularmente cuando se vayan a ejecutar maniobras especiales, como excavaciones, movimiento de maquinaria y equipos, cruces de cuerpos de agua, entre otros. Asimismo, se resolverán las dudas e inquietudes que se puedan llegar a generar por efecto de las obras a desarrollar. Como soporte de dicha actividad se deberá elaborar y diligenciar un formato de seguimiento a las actividades adelantadas por la UVRP. Para los casos en los cuales el propietario y/o encargado del predio manifieste afectación por efecto de las obras adelantadas, esta deberá ser remitida a la oficina de atención al usuario, donde se adelantará el trámite respectivo y, una vez atendida y cerrada la solicitud, deberá diligenciarse el formato de paz y salvo. Este seguimiento quedará consignado a través de informes escritos y de registros fotográficos en donde se encontrará información puntual frente a niveles de participación de la comunidad, manejo y transmisión de información, entre otros.	
Lugar de Aplicación	
Predios localizados en el área de intervención del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 "Variante Pamplona"	

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Subprograma: Seguimiento al subprograma de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	**Identificación: SGS-08**

Seguimiento y Monitoreo

Descripción/Justificación del indicador	**Información utilizada para su cálculo**	**Fórmula**	**Frecuencia de medición**
Permite establecer el cumplimiento de los indicadores propuestos dentro del programa de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	Informes de gestión social, documentos soporte de actividades	Nº de indicadores para el programa cumplidos / Nº de indicadores propuestos para el programa * 100	Mensual
Seguimiento a la definición de acciones correctivas	Informe de cumplimiento	Nº acciones correctivas implementadas / Nº afectaciones presentadas * 100	Mensual

Cronograma de Ejecución

Actividad	**Etapa***			**Temporalidad**	**Tiempo de implementación**		**Especifique en caso de periodicidad**
	P	**C**	**A**		**#**	**Mes / año/ semana**	
Seguimiento a las actividades formuladas dentro de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A
Seguimiento a la definición de acciones correctivas		**X**	**X**	Continuo	**36**	Mes	N/A

***Etapa:** P: Preconstructiva, C: Constructiva, A: Abandono
****Temporalidad:**
-Temporal: Se refiere a aquella actividad ejecutada en un solo momento de la etapa.
-Continuo: Actividad realizada durante todo el tiempo que dura la etapa.
-Periódico: Actividad realizada cada cierto periodo de tiempo.

Responsable de la Ejecución

Unión Vial Río Pamplonita

Costos

Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Vlr. Unitario**	**Vlr. Total**

***Los costos correspondientes a personal, equipos y materiales se estiman en la ficha de seguimiento SGS-01, no obstante, su alcance cobija la implementación de todas las fichas de seguimiento y monitoreo.**

11.1.2.2 Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio

Según los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para los proyectos de construcción de carretas y/o túneles (M-M-INA-02), se debe evaluar la tendencia del medio, teniendo en cuenta el análisis de los impactos que se puedan generar como consecuencia del proyecto. Con la tendencia del medio se pretende realizar seguimiento y monitoreo a los componentes ambientales que sean sensibles a la presencia del proyecto.

Para determinar las variables a medir, se realizaron mesas de trabajo con los profesionales responsables del análisis por medio (Abiótico, Biótico, Socioeconómico), en las cuales se identificaron aquellas variables que fueran monitoreables y que permitieran medir el cambio a partir de sus condiciones iniciales.

El cambio en los valores de cada variable se medirá a través de indicadores, los cuales se establecieron por cada elemento identificado y que hacen parte de los componentes que conforman cada medio. El objetivo es determinar la manera en que se transforman los elementos a través de los cambios en la tendencia del medio que se dan debido al desarrollo de las actividades de construcción de la *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.*

Es importante mencionar que los componentes y elementos establecidos dentro del presente análisis pueden vincularse a situaciones y/o procesos que no tienen que ver necesariamente con el proyecto (desastres naturales, conflicto armado, cambio en el uso de la tierra, entre otras).

Las fichas que se presentan a continuación se plantean como instrumento de gestión para la medición de la tendencia del medio, por consiguiente, no todos sus apartes se encuentran diligenciados ya que estos sólo se podrán diligenciar en las etapas de construcción del proyecto. A continuación, se presentan las fichas de las variables que medirán la tendencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

11.1.2.2.1 Medio Abiótico

Para medir la tendencia del medio abiótico se consideraron los componentes de paisaje, agua superficial y atmósfera para los cuales se evaluarán las variables de: Calidad paisajística, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Turbiedad, Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Grasas y Aceites, PST, SOx, NOx, CO, dBA diurna, dBA nocturna.

Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Calidad de Aire

MEDIO ABIÓTICO			
Componente(s)	Atmosférico	**Elemento(s)**	Calidad del aire
Objetivo del indicador	Obtener una trazabilidad del comportamiento de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, frente a las potenciales emisiones que se puedan dar por actividades, vehículos y maquinaria del proyecto.		

MEDIO ABIÓTICO			
Componente(s)	Atmosférico	**Elemento(s)**	Calidad del aire

Variable(s) objeto de seguimiento
PM_{10}
SOx
NOx
CO

Indicador(es) tendencia	$\left(\frac{Valor\ actual\ variable\ objeto\ de\ seguimiento}{Valor\ inicial\ variable\ _{(Línea\ base)}}\right)$ El valor actual se refiere al tomado según la periodicidad para medir la tendencia del medio.

Tipo de indicador			**Periodicidad**		
	Cualitativo			Mensual	
				Bimensual	
				Trimestral	
	Cuantitativo	**X**		Semestral	
				Anual	
				Otro	Cada dos (2) años

Localización
Puntos monitoreados en línea base y otros que puedan verse afectados durante la ejecución del proyecto, en principio la localización de las estaciones se presenta a continuación:

Estación	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
	Este	Norte
Estación 1 Colegio	1160729,09	1309748,01
Estación 2 Los Adioses	1159801,90	1308091,71
Estación 3 Simón Bolívar	1158954,07	1309391,92

.

Procedimiento de medición de la tendencia del medio
Se realiza la ubicación de las estaciones en los sitios seleccionados, la campaña de monitoreo se debe realizar durante 18 días por un laboratorio certificado por El IDEAM, dichas muestras se envían al laboratorio para análisis y descripción de resultados.

Resultado valor línea base		**Resultado de medición - variable de seguimiento**	**Resultado Indicador (tendencia del medio)**
Estación 1 Colegio	PM_{10}: 25,2 μg/m^3		
	SO_2: 48,6 μg/m^3		
	NOx: 40,1 μg/m^3		
	CO: 525 μg/m^3		
Estación 2 Los Adioses	PM_{10}: 18,8 μg/m^3		
	SO_2: 49,5 μg/m^3		
	NOx: 20,9 μg/m^3		
	CO: 592,26 μg/m^3		
	PM_{10}: 13,1 μg/m^3		

MEDIO ABIÓTICO			
Componente(s)	Atmosférico	**Elemento(s)**	Calidad del aire

Estación 3 Simón Bolívar	SO_2: 50,3 μg/m^3		
	NOx: 15,2 μg/m^3		
	CO: 203,41 μg/m^3		

Nota: De ser necesario se debe hacer el seguimiento monitoreando otros puntos estratégicos de acuerdo a las actividades del proyecto.

CRITERIOS DE ANÁLISIS

Variable	Tendencia Negativa	Tendencia Neutra	Tendencia Positiva
PST	**>1** Aumento en la concentración de PST.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en la concentración de PST.
SOx	**>1** Aumento en la concentración de SOx.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en la concentración de SOx.
NOx	**>1** Aumento en la concentración de NOx.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en la concentración de NOx.
CO	**>1** Aumento en la concentración de SOx.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en la concentración de SOx.

Análisis

Si el cociente es mayor a 1 se evidencia que hay un aumento en la concentración del parámetro, considerándose una tendencia negativa en el medio.
Si el cociente es igual a 1 no existe cambio en la concentración, no se considera cambio en la tendencia.
Si el cociente es menor a 1 se evidencia que hay una disminución en la concentración del parámetro, considerándose una tendencia positiva en el medio.

Relación con los Programas de Manejo Ambiental y el Seguimiento y monitoreo

Programa de Manejo Ambiental	Código de la ficha	Medida de Seguimiento Monitoreo	Código de la ficha
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	De emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido	SMF-07

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla V.2 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Presión Sonora

MEDIO ABIÓTICO					
Componente(s)	Atmosférico		**Elemento(s)**	Calidad del aire	
Objetivo del indicador	Obtener una trazabilidad del comportamiento de los niveles de ruido en el área de influencia del proyecto, frente a los potenciales niveles de ruido de emisión que se puedan dar por actividades, vehículos y maquinaria del proyecto.				
Variable(s) objeto de seguimiento					
Nivel de ruido ambiental diurno día hábil (dBA)					
Nivel de ruido ambiental nocturno día hábil (dBA)					
Nivel de ruido ambiental diurno día festivo (dBA)					
Nivel de ruido ambiental nocturno día festivo (dBA)					
Indicador(es) tendencia	$\left(\frac{Valor\ actual\ variable\ objeto\ de\ seguimiento}{Valor\ inicial\ variable\ _{(Línea\ base)}}\right)$ El valor actual se refiere al tomado según la periodicidad para medir la tendencia del medio.				
Tipo de indicador	Cualitativo		**Periodicidad**	Mensual	
				Bimensual	
				Trimestral	
	Cuantitativo	**X**		Semestral	X
				Anual	
				Otro	
Localización					
Puntos monitoreados en línea base y otros que puedan verse afectados durante la ejecución del proyecto. A continuación, se relaciona los puntos de monitoreo establecidos por línea base:					

Punto de monitoreo (Estación)	Coordenadas Magna Sirgas Colombia Origen Bogotá	
	Este	Norte
R01	1159854,005	1309994,071
R02	1158990,843	1309404,328
R03	1158200,615	1309976,427

Procedimiento de medición de la tendencia del medio
Se realiza la ubicación de los sonómetros en los sitios seleccionados, la campaña de monitoreo se debe realizar mínimo durante 1 día hábil y 1 festivo en horario diurno y nocturno, por un laboratorio certificado por El IDEAM, dichas mediciones se envían al laboratorio para análisis y descripción de resultados.

Resultado valor línea base			**Resultado de medición - variable de seguimiento**	**Resultado Indicador (tendencia del medio)**
P01	dBA diurno día hábil	70,3		
	dBA nocturna día hábil	84,5		
	dBA diurno día festivo	71,7		
	dBA nocturna día festivo	73,9		
P02	dBA diurno día hábil	54,8		

MEDIO ABIÓTICO				
Componente(s)		Atmosférico	**Elemento(s)**	Calidad del aire
	dBA nocturna día hábil	81		
	dBA diurno día festivo	56		
	dBA nocturna día festivo	59,4		
P03	dBA diurno día hábil	53,7		
	dBA nocturna día hábil	56,6		
	dBA diurno día festivo	60		
	dBA nocturna día festivo	62,9		

Nota: De ser necesario se debe hacer el seguimiento monitoreando otros puntos estratégicos de acuerdo con las actividades del proyecto.

CRITERIOS DE ANÁLISIS

Variable	Tendencia Negativa	Tendencia Neutra	Tendencia Positiva
1. Niveles de presión sonora	**>1** Aumento en los niveles de presión sonora.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en los niveles de presión sonora.

Análisis

Si el cociente es mayor a 1 se evidencia que hay un aumento en los niveles de presión sonora, considerándose una tendencia negativa en el medio.
Si el cociente es igual a 1 no existe cambio en los niveles de presión sonora, no se considera cambio en la tendencia.
Si el cociente es menor a 1 se evidencia que hay una disminución en los niveles de presión sonora, considerándose una tendencia positiva en el medio.

Relación con los Programas de Manejo Ambiental y el Seguimiento y monitoreo

Programa de Manejo Ambiental	Código de la ficha	**Medida de Seguimiento Monitoreo**	Código de la ficha
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-9	De emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido	SMF-07

Tabla V.3 Indicadores de la tendencia del medio abiótico – Agua superficial

<table>
<tr><td colspan="6">MEDIO ABIÓTICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Componente(s)</td><td>Agua Superficial</td><td>Elemento(s)</td><td>Calidad del agua</td></tr>
<tr><td colspan="3">Objetivo del indicador</td><td colspan="3">Obtener una trazabilidad del comportamiento de la calidad del agua en las corrientes susceptibles de intervención y/o afectación, frente a las potenciales afectaciones por actividades propias del proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="6">Variable(s) objeto de seguimiento</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sólidos Suspendidos</td><td colspan="3">Conductividad</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sólidos Disueltos Totales</td><td colspan="3">Oxígeno Disuelto</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sólidos Sedimentables</td><td colspan="3">pH</td></tr>
<tr><td colspan="3">Turbiedad</td><td colspan="3">Grasas y Aceites</td></tr>
<tr><td colspan="3">Indicador(es) tendencia</td><td colspan="3">$\left(\frac{Valor\ actual\ variable\ objeto\ de\ seguimiento}{Valor\ inicial\ variable\ _{(Línea\ base)}}\right)$
El valor actual se refiere al tomado según la periodicidad para medir la tendencia del medio.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de indicador</td><td>Cualitativo</td><td></td><td rowspan="2">Periodicidad</td><td>Mensual</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cuantitativo</td><td rowspan="2">X</td><td>Bimensual</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Trimestral</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Semestral</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Anual</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Otro</td><td>Antes, durante y después de la intervención</td></tr>
<tr><td colspan="6">Localización</td></tr>
<tr><td colspan="6">Cuerpos de agua superficiales susceptibles de intervención y/o afectación. La localización de los puntos de monitoreo para el seguimiento se muestra a continuación:</td></tr>
</table>

Punto	Corriente hídrica	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Intervención
		Este	Norte	
P1-UF1	NN-25	1159655,19	1307925,29	Ocupación de cauce
P2-UF1	NN-25-1	1159707,00	1308029,94	Ocupación de cauce
P3-UF1	NN-27	1159730,06	1308487,89	Ocupación de cauce
P4-UF1	NN-27-1	1159717,46	1308589,26	Ocupación de cauce
OC_V156	Sabanetas-14	1155899,32	1311068,14	Ocupación de cauce
P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	1160759,45	1309843,38	Vertimiento
P95-Vertimiento	Rio Pamplonita	1159722,85	1307873,27	Vertimiento y captación

*Nota: *¨Los puntos P1-UF1, P2-UF1 y P4-UF1 se encontraron secos en el monitoreo de caracterización, por tanto no se muestran resultados para valor de línea base.*

<table>
<tr><td colspan="3">Procedimiento de medición de la tendencia del medio</td></tr>
<tr><td colspan="3">Se realiza la toma de muestra de agua superficial por un laboratorio certificado por El IDEAM, dichas muestras se envían al laboratorio para análisis y descripción de resultados.</td></tr>
<tr><td>Resultado valor línea base - variable de seguimiento</td><td>Resultado de medición actual - variable de seguimiento</td><td>Resultado Indicador (tendencia del medio)</td></tr>
</table>

MEDIO ABIÓTICO			
Componente(s)	Agua Superficial	**Elemento(s)**	Calidad del agua

Tabla 11-P3-UF1 (NN-27)

Parámetro	**Unidades**	**Descripción Muestra**		Resultado valor línea base	Resultado de Medición Actual - variable de seguimiento	Resultado Indicador (tendencia del medio)
				P3-UF1		
		Nombre Corriente		**NN-27**		
		Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método			
pH	Unidades	-	0	6,87		
Conductividad	µS/cm	-	N.A.	82		
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	1	41		
Solidos sedimentables	ml/l	-	0,01	0,2		
Oxígeno disuelto	mg/l	-	0	7,9		
Grasas y aceites	mg/l	0	0,5	7		
Sólidos suspendidos totales	mg/l	-	5	20		
Turbiedad	NTU	0,112	0,3	233		

Tabla V.4 P6 Quebrada San Antonio (Se aclara que los resultados expuestos como línea base corresponden a un punto aproximadamente 1,7 Km aguas abajo del sitio de vertimiento, en las coordenadas E: 1160759,45 N: 1309843,37)

Parámetro	**Unidades**	**Descripción Muestra**	Resultado valor línea base	Resultado de Medición Actual - variable de seguimiento	Resultado Indicardor (tendencia del medio)
			P2_Quebrada San Antonio		

MEDIO ABIÓTICO						
Componente(s)			Agua Superficial	**Elemento(s)**	Calidad del agua	
		Nombre Corriente		**Quebrada San Antonio**		
		Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método			
pH	Unidades	-	0	7,29		
Conductividad	µS/cm	-	N.A.	141		
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	1	71		
Solidos sedimentables	ml/l	-	0,01	0,09		
Oxígeno disuelto	mg/l	-	0	8,21		
Grasas y aceites	mg/l	0	0,5	3,6		
Sólidos suspendidos totales	mg/l	-	5	48		
Turbiedad	NTU	0,112	0,3	75		

Tabla V.5 P95 Vertimiento

Parámetro	**Unidades**	**Descripción Muestra**		Resultado valor línea base	Resultado de Medición Actual - variable de seguimiento	Resultado Indicador (tendencia del medio)
				P95 Vertimiento		
		Nombre Corriente		**Río Pamplonita**		
		Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método			
pH	Unidades	-	0	7,91		
Conductividad	µS/cm	-	N.A.	251		

MEDIO ABIÓTICO						
Componente(s)			Agua Superficial	**Elemento(s)**	Calidad del agua	
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	1	125		
Solidos sedimentables	ml/l	-	0,01	0,4		
Oxígeno disuelto	mg/l	-	0	7,39		
Grasas y aceites	mg/l	0	0,5	14,4		
Sólidos suspendidos totales	mg/l	-	5	79		
Turbiedad	NTU	0,112	0,3	29,9		

CRITERIOS DE ANÁLISIS			
Variable	**Tendencia Negativa**	**Tendencia Neutra**	**Tendencia Positiva**
Sólidos Suspendidos	**>1** Aumento en la concentración de sólidos suspendidos.	**1** No hay cambio en el parámetro sólidos suspendidos.	**<1** Disminución en la concentración de sólidos suspendidos.
Sólidos Disueltos Totales	**>1** Aumento en la concentración de sólidos disueltos totales.	**1** No hay cambio en el parámetro sólidos disueltos totales.	**<1** Disminución en la concentración de sólidos disueltos totales.
Sólidos Sedimentables	**>1** Aumento en la concentración de sólidos sedimentables.	**1** No hay cambio en el parámetro sólidos sedimentables.	**<1** Disminución en la concentración de sólidos sedimentables.
Turbiedad	**>1** Aumento en la concentración de turbiedad.	**1** No hay cambio en el parámetro turbiedad.	**<1** Disminución en la concentración de turbiedad.
Conductividad	**>1** Aumento en la concentración de conductividad.	**1** No hay cambio en el parámetro conductividad.	**<1** Disminución en la concentración de conductividad.
Oxígeno Disuelto	**< 1** Disminución en la concentración de Oxígeno disuelto.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**>1** Aumento en la concentración de Oxígeno disuelto.

MEDIO ABIÓTICO			
Componente(s)	Agua Superficial	**Elemento(s)**	Calidad del agua
pH	< 5 > 7	No hay cambio en el parámetro.	5 – 7
Grasas y Aceites	**>1** Aumento en la concentración de grasas y aceites.	**1** No hay cambio en el parámetro.	**<1** Disminución en la concentración de Grasas y aceites.

Análisis

Oxígeno disuelto:
Si el cociente es menor a 1 se evidencia que hay una disminución en la concentración de Oxígeno disuelto, considerándose una tendencia negativa en el medio.
Si el cociente es igual a 1 no existe cambio en la concentración, no se considera cambio en la tendencia.
Si el cociente es mayor a 1 se evidencia que hay un aumento en la concentración de Oxígeno disuelto, considerándose una tendencia positiva en el medio.

pH:
Si las unidades son menores a 5 o mayores a 7 unidades de pH, se considera una tendencia negativa en el medio.
Si no se presenta cambio en la medición actual con relación a la medición de línea base, no se considera cambio en la tendencia.
Si las unidades se encuentran en un rango entre 5 y 7 unidades de pH, se estima un comportamiento adecuado del pH, se puede considera una tendencia positiva en el medio.

Para los demás parámetros:
Si el cociente es mayor a 1 se evidencia que hay un aumento en la concentración del parámetro, considerándose una tendencia negativa en el medio.
Si el cociente es igual a 1 no existe cambio en la concentración, no se considera cambio en la tendencia.
Si el cociente es menor a 1 se evidencia que hay una disminución en la concentración del parámetro, considerándose una tendencia positiva en el medio.

Relación con los Programas de manejo ambiental y el seguimiento y monitoreo

Programa de Manejo Ambiental	Código de la ficha	Medida de Seguimiento Monitoreo	Código de la ficha
Manejo de fuentes hídricas	PMF-07	Seguimiento del recurso hídrico	SMF-06

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

11.1.2.2.2 Medio Biótico

A continuación, se presenta la ficha del indicador propuesto para medir la tendencia del medio biótico.

Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio biótico – Superficie de coberturas naturales

<table>
<tr><td colspan="8">MEDIO BIÓTICO</td></tr>
<tr><td>Componente(s)</td><td colspan="2">Ecosistemas terrestres</td><td>Elemento(s)</td><td colspan="4">Flora y fauna</td></tr>
<tr><td>Objetivo del indicador</td><td colspan="7">Medir la evolución del cambio en la superficie de coberturas naturales del área de influencia del proyecto en tres años.</td></tr>
<tr><td>Variable(s) objeto de seguimiento</td><td colspan="7">Indicador de línea base (t_0)</td></tr>
<tr><td>Superficie de coberturas naturales</td><td colspan="7">El área de estudio tiene una extensión total de 434,43 ha, de las cuales las coberturas naturales corresponden a 176,93 ha, representados principalmente en la cobertura de Arbustal denso bajo.</td></tr>
<tr><td>Indicador(es) tendencia</td><td colspan="7">Cambio en la superficie de coberturas naturales:
$$\frac{ACB_m}{ACB_i}$$
$\boldsymbol{ACB_m}$= Área de coberturas boscosas medida cada año.
$\boldsymbol{ACB_i}$= Área inicial de coberturas boscosas (Línea base).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de indicador</td><td colspan="2">Cualitativo</td><td></td><td rowspan="2">Periodicidad</td><td>Mensual</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Cuantitativo</td><td>x</td><td>Bimensual</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>Trimestral</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>Semestral</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>Anual</td><td>x</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>Otro</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">Localización</td></tr>
<tr><td colspan="8">Área de influencia biótica del proyecto UF 1</td></tr>
<tr><td colspan="8">Procedimiento de medición de la tendencia del medio</td></tr>
<tr><td colspan="8">Este procedimiento se realizará cada año, aplicando la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia con lo cual se tendrá información del cambio en las superficies boscosas en el área de influencia proyecto, como resultado se tendrá un mapa de coberturas a escala 1:25.000, el cual se comparará con el mapa de coberturas de la tierra que hace parte de la Caracterización Biótica del proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Resultado valor línea base</td><td colspan="3">Resultado de medición - variable de seguimiento</td><td colspan="2">Resultado Indicador (tendencia del medio)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Coberturas naturales correspondientes a 176,93 ha (área de influencia del proyecto)</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

MEDIO BIÓTICO			
Componente(s)	Ecosistemas terrestres	**Elemento(s)**	Flora y fauna
Objetivo del indicador	Medir la evolución del cambio en la superficie de coberturas naturales del área de influencia del proyecto en tres años.		

CRITERIOS DE ANÁLISIS			
Variable	**Tendencia Negativa**	**Tendencia Neutra**	**Tendencia Positiva**
Superficie de coberturas naturales	**<1**	**=1**	**>1**

Análisis

Si el cociente es menor a 1 se considera que hay una disminución del área de las coberturas naturales comparado con la caracterización.
Si el cociente es igual a 1 no existe cambio en la superficie del área de las coberturas naturales comparado con la caracterización.
Si el cociente es mayor a 1 se considera que hay un aumento del área de las coberturas naturales comparado con la caracterización

Relación con el los Programas de Manejo Ambiental y el Seguimiento y monitoreo			
Programa de Manejo Ambiental	**Código de la ficha**	**Medida de Seguimiento Monitoreo**	**Código de la ficha**
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	PMB-01	Seguimiento y monitoreo a los programas de manejo del suelo.	SMB-01
Manejo de flora	PMB-02		
Manejo de aprovechamiento forestal	PMB-03		
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04		
Compensación por afectación paisajística	PMB-08	Seguimiento y monitoreo a los programas de compensación por afectación del medio biótico.	SMB-03
Compensación por cambio de uso del suelo	PMB-10		

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

11.1.2.2.3 Medio Socioeconómico

Con el fin de medir la tendencia del medio socioeconómico, y teniendo en cuenta los principales impactos identificados con ocasión de la construcción *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona,* a continuación, se relaciona la variable objeto de seguimiento propuesta:

Tabla V.1 Indicadores de la tendencia del medio Socioeconómico – Seguimiento a la Generación de nuevos conflictos

MEDIO SOCIOECONÓMICO					
Componente(s)	Político - Organizativo		**Elemento(s)**	Político - Organizativo	
Objetivo del indicador	Implementar mecanismos de resolución de conflictos que se pueden generar durante la construcción del proyecto *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona*				
Variable(s) objeto de seguimiento	**Indicador de línea base (t_0)**				
Generación de nuevos conflictos en las unidades territoriales menores del área de influencia	Conflictos sociales que se pueden presentar durante la construcción del proyecto *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona*				
Indicador(es) tendencia	Variación del número de conflictos asociados a la construcción del proyecto *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona:* $\frac{Número\ de\ conflictos\ sociales\ monitoreados}{Número\ de\ conflictos\ sociales\ presentados} * 100$				
Tipo de indicador	Cualitativo		**Periodicidad**	Mensual	
				Bimensual	
				Trimestral	X
	Cuantitativo	**X**		Semestral	
				Anual	
				Otro	
Localización					
Unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.					
Procedimiento de medición de la tendencia del medio					
Para el planteamiento de la tendencia del medio del impacto generación de nuevos conflictos, se tiene en cuenta lo manifestado por las comunidades en el marco de las reuniones de primer y segundo momento, así como en las jornadas de recolección de información primaria. De igual manera, se retoman las características técnicas del proyecto y la evaluación del impacto con importancia severa. De manera específica y luego de la evaluación ambiental, se establece que la actividad Excavaciones por perforación y voladura, puede generar un impacto de importancia severa. Lo anterior, de acuerdo con las explosiones a generar para la construcción del túnel y su eventual afectación a la prestación de los servicios públicos, en particular al relacionado con el recurso hídrico. Cabe aclarar que, de acuerdo con el diseño definido y la trascendencia de los impactos por la construcción de la UF1, no se estima afectación a la infraestructura asociada a los servicios públicos sino de manera específica, a la prestación del servicio por la posible disminución del recurso hídrico ante la actividad generadora.					

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente(s)	Político - Organizativo	**Elemento(s)**	Político - Organizativo
Objetivo del indicador	Implementar mecanismos de resolución de conflictos que se pueden generar durante la construcción del proyecto *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona*		

En las unidades territoriales menores, el agua es provista en buena medida por cuerpos hídricos cercanos como manantiales, a través de mangueras de conexión rudimentaria. En el caso en que las excavaciones por perforación y voladura generen eventuales cortes temporales o intermitencias en el servicio.

Aunque en principio se infiere que las unidades territoriales localizadas en área urbana tienen otras fuentes de provisión del servicio, luego del trabajo de recolección primaria, se conoció que los habitantes de los barrios San Luis, El Buque, Juan XXIII, Cristo Rey Parte Alta y Baja y Alcaparral captan el agua de algunos cuerpos hídricos localizados dentro del área de influencia, lo que implica una adecuada aplicación de las medidas de manejo propuestas.

Otro aspecto a tener en cuenta es que además de la posible afectación a los habitantes de la zona por el uso doméstico del agua, en el Sector conocido como “La Curva de Los Adioses”, se desarrolla actividad comercial, a través de distintos establecimientos que requieren necesariamente ser provistos del recurso; entre los cuales se encuentran: una (1) fábrica de bocadillos, restaurantes, un (1) hotel, entre otros. Por tanto, el recurso hídrico en la zona tiene uso residencial y también comercial relacionado con la actividad económica desarrollada en el territorio; aspecto que implica un manejo más integral ante el impacto a ocasionar.

Adicionalmente, no se descarta la manifestación de nuevos conflictos por otras actividades del proyecto, en la medida en que pueden alterar la dinámica habitual de las comunidades.

Por lo anterior, se considera indispensable estar en contacto permanente con los líderes comunitarios y representantes de las unidades territoriales menores y mayores del área de influencia, con el propósito de atender oportunamente aquellos temas que estén generando malestar o inconformidad a causa de las actividades de construcción del proyecto Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

- Realizar seguimiento a la divulgación clara y continúa a la comunidad sobre los mecanismos y procedimientos a utilizar en caso de presentarse un daño o perjuicio a causa del proyecto.
- Verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos con los grupos de interés.
- Se realizará seguimiento a los casos presentados que permiten realizar cálculos estadísticos sobre el tipo de reclamo, la causa, el responsable, la evaluación, el tiempo de respuesta y el costo de las soluciones.
- Se realizará seguimiento y evaluación a los espacios de interlocución entre la comunidad y sus representantes de las Juntas de Acción Comunal dispuestos con el fin de evaluar su gestión y resolver los conflictos.
- Se adelantará seguimiento y evaluación a los espacios de interlocución con las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores del área de influencia.

Para lo anterior, se tendrán en cuenta los siguientes formatos:

- Formatos de PQRS
- Formatos de seguimiento de PQRS
- Formatos de actas de reunión
- Registros Consolidados Acumulativos de las PQRS

En todos los casos, los profesionales sociales de la UVRP deberán hacer la gestión y adecuada resolución del conflicto de la manera más efectiva, procurando mantener relaciones cordiales, teniendo en cuenta las implicaciones que una gestión inadecuada pueden acarrear para el proyecto.

Resultado valor línea base-variable de seguimiento	**Resultado de medición actual - variable de seguimiento**	**Resultado Indicador (tendencia del medio)**

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente(s)	Político - Organizativo	**Elemento(s)**	Político - Organizativo
Objetivo del indicador	Implementar mecanismos de resolución de conflictos que se pueden generar durante la construcción del proyecto *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona*		
Reporte inicial de las PQRS instauradas por los grupos de interés asociadas de manera específica al desarrollo de las actividades del proyecto.			

CRITERIOS DE ANÁLISIS			
Variable	**Tendencia Negativa**	**Tendencia Neutra**	**Tendencia Positiva**
Número de conflictos generados durante la ejecución del proyecto	**>0** El número de conflictos en el área de influencia aumenta según la periodicidad establecida por el desarrollo de las actividades del proyecto.	**0** El número de conflictos en el área de influencia se mantiene igual según la periodicidad establecida por el desarrollo de las actividades del proyecto.	**<0** El número de conflictos en el área de influencia disminuye según la periodicidad establecida por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Análisis

Se considera como una tendencia negativa que el número de conflictos aumente por el desarrollo de las actividades del proyecto, dadas las inconformidades de los grupos de interés con respecto a la posible afectación al recurso hídrico.

Se considera una tendencia neutra cuando con el paso del tiempo, el número de conflictos se mantenga igual debido a la ejecución de las actividades del proyecto, indicador que facilitará un relacionamiento cordial con los grupos de interés y facilitará la viabilidad social del proyecto.

De otra parte, se considera una tendencia positiva que el número de conflictos asociados a las actividades del proyecto disminuyan, indicador que mostrará la eficacia de las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental para atender las PQRS instauradas por los grupos de interés.

Relación con el los Programas de Manejo Ambiental y el Seguimiento y monitoreo

Programa de Manejo Ambiental	Código de la ficha	Medida de Seguimiento Monitoreo	Código de la ficha
Programa de Atención al Usuario	PGS-01	Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario	SGS-01
Programa de Información y Participación Comunitaria	PGS-03	Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria	SGS-03
Programa de manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios públicos	PGS-08	Seguimiento al subprograma de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	SGS-08

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.3 PLANES Y PROGRAMAS – PLAN GESTIÓN DEL RIESGO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	1
11.1.3.1 Glosario	1
11.1.3.2 Introducción	2
11.1.3.3 Marco Normativo	2
11.1.3.4 Alcance	4
11.1.3.5 Objetivos	4
11.1.3.6 Cobertura geográfica	5
11.1.3.7 Conocimiento del Riesgo	6
11.1.3.7.1 Características del proyecto	6
11.1.3.7.2 Contexto externo del proyecto	6
11.1.3.7.3 Contexto Interno	7
11.1.3.7.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo	9
11.1.3.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo	9
11.1.3.7.6 Valoración del riesgo	15
11.1.3.8 Reducción del riesgo	111
11.1.3.8.1 Medidas de Intervención Prospectiva	111
11.1.3.8.2 Medidas de Intervención Correctivas	118
11.1.3.8.3 Protección financiera	118
11.1.3.9 Manejo del desastre	119
11.1.3.9.1 Componente de preparación para la respuesta a emergencias	119
11.1.3.9.2 Componente de ejecución para la respuesta a emergencias	127
11.1.3.9.3 Procedimientos Operativos Normalizados para la atención de emergencias	129
11.1.3.9.4 Criterios de finalización de una emergencia	138

11.1.3.9.5 Requerimientos de actualización del presente Plan de Gestión de Riesgo 139
11.1.3.10 Directorio de contactos de emergencia 139
11.1.3.10.1 Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres 139
11.1.3.10.2 Directorio de las Juntas de Acción Comunal 140

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 11-1 Marco normativo 2
Tabla 11-2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos 6
Tabla 11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas 10
Tabla 11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad 11
Tabla 11-5 Categorías para el nivel de exposición 12
Tabla 11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo 12
Tabla 11-7 Definición del nivel de riesgo 13
Tabla 11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo 14
Tabla 11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial 18
Tabla 11-10 Valores obtenidos en la modelación para R_d 19
Tabla 11-11 Relación entre las categorías de afectación y la probabilidad de manifestación de la amenaza de explosiones 20
Tabla 11-12 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF1 (resaltado en rojo) 25
Tabla 11-13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables 28
Tabla 11-14 Valores de susceptibilidad por litología 29
Tabla 11-15 Valores de susceptibilidad por geomorfología 32
Tabla 11-16 Valores de susceptibilidad por hidrogeología 35
Tabla 11-17 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra 37
Tabla 11-18 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes 40
Tabla 11-19 Ponderación de fallas según su tipo 42
Tabla 11-20 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas 42
Tabla 11-21 Valores de susceptibilidad por pendientes 43
Tabla 11-22 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos 47
Tabla 11-23 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno 49
Tabla 11-24 Intervalos de categoría de precipitación 52
Tabla 11-25 Intervalos de categorías de sismicidad 57
Tabla 11-26 Categorías para la zonificación geotécnica 57
Tabla 11-27 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica 60
Tabla 11-28 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad 66
Tabla 11-29 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF1 66
Tabla 11-30 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 68
Tabla 11-31 Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno (mm/día) 69
Tabla 11-32 Categorización y características de la densidad de drenaje 70

Tabla 11-33 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito 71
Tabla 11-34 Categorías y valores definidos para la erodabilidad del suelo 77
Tabla 11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s) 80
Tabla 11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel ceráunico 84
Tabla 11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT 84
Tabla 11-38 Incendios forestales reportados por el UNGRD 86
Tabla 11-39 Calificación de la amenaza de incendios forestales por cobertura de la tierra 87
Tabla 11-40 Reporte de área por categoría para incendios forestales 87
Tabla 11-41 Características del conflicto en Pamplona, años 1990 - 2013 93
Tabla 11-42 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas 96
Tabla 11-43 Componentes vulnerables 97
Tabla 11-44 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto 101
Tabla 11-45 Resultados matriciales del análisis de riesgo 101
Tabla 11-46 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía 114
Tabla 11-47 Programa de educación y divulgación 119
Tabla 11-48 Contenido del programa de divulgación 119
Tabla 11-49 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación 121
Tabla 11-50 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplona 139
Tabla 11-51 Teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal del consejo para la gestión del riesgo 139
Tabla 11-52 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto 140

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto 5
Figura 11-2 Coberturas de la tierra 7
Figura 11-3 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control 8
Figura 11-4 Proceso de gestión del riesgo 9
Figura 11-5 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo 13
Figura 11-6 Sobrepresión en función de la distancia normalizada 18
Figura 11-7 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO 19
Figura 11-8 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO 20
Figura 11-9 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO 21
Figura 11-10 Nivel de amenaza a raíz de una explosión en el polvorín 22
Figura 11-11 Áreas potenciales de afectación por derrame 23
Figura 11-12 Valor PGA (cm/s^2) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica 24
Figura 11-13 Amenaza Sísmica 26
Figura 11-14 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica 28
Figura 11-15 Susceptibilidad por litología 30
Figura 11-16 Mapa de susceptibilidad por litología 31
Figura 11-17 Susceptibilidad por Geomorfologia 33
Figura 11-18 Mapa de susceptibilidad por geomorfología 34
Figura 11-19 Susceptibilidad por hidrogeología 35
Figura 11-20 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología 36
Figura 11-21 Susceptibilidad por cobertura de la tierra 38
Figura 11-22 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra 39
Figura 11-23 Susceptibilidad por densidad de drenajes 40
Figura 11-24 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes 41
Figura 11-25 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas 43
Figura 11-26 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas 44
Figura 11-27 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno 45
Figura 11-28 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno 46
Figura 11-29 Susceptibilidad por Morfodinámica 47
Figura 11-30 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica 49
Figura 11-31 Susceptibilidad general del terreno 50
Figura 11-32 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno 51
Figura 11-33 Factor detonante por Precipitación 52
Figura 11-34 Factor detonante por precipitación 53

Figura 11-35 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28) 54
Figura 11-36. Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta 56
Figura 11-37 Mapa de factor detonante por sismicidad 58
Figura 11-38 Distribución de amenaza geotécnica 59
Figura 11-39 Mapa amenaza geotecnica 60
Figura 11-40Sistema de Transferencia 63
Figura 11-41 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas 64
Figura 11-42 Zonificación Susceptibilidad por inundación 65
Figura 11-43 Categorías Índice de Melton 68
Figura 11-44 Densidad de drenaje (km/km^2) en el área de influencia de la UF1 y cuencas asociadas 70
Figura 11-45 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial en Mocoa en 2017 72
Figura 11-46 Perfiles altimétricos corrientes de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 72
Figura 11-47 Mapa de pendientes categorizado de mayor pendiente a menor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de tránsito) 74
Figura 11-48 Mapa de pendientes categorizado de menor pendiente a mayor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de depósito) 75
Figura 11-49 Grado de erosión de los suelos asociados a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 76
Figura 11-50 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Tránsito 78
Figura 11-51 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Depósito 79
Figura 11-52 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona 81
Figura 11-53 Rosa de vientos estación Iser Pamplona 81
Figura 11-54 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero 82
Figura 11-55 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo 83
Figura 11-56 Amenaza por tormentas eléctricas 85
Figura 11-57 Amenaza por Incendios forestales para la UF1 89
Figura 11-58 Componente Ambiental 98
Figura 11-59 Componente Social 98
Figura 11-60 Componente Socioeconómico y cultural 99
Figura 11-61 Componente Individual 99
Figura 11-62 Áreas de alta consecuencia en el área de influencia del proyecto y áreas potencialmente afectadas por sobrepresión a causa de una explosión de 10 Ton de ANFO 100
Figura 11-63 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo 103
Figura 11-64 Representación espacial de las amenazas endógenas 104
Figura 11-65 Representación espacial de las amenazas naturales 104
Figura 11-66 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio 104
Figura 11-67 Exposición individual 105
Figura 11-68 Exposición social 106
Figura 11-69 Exposición socioeconómica 107
Figura 11-70 Exposición ambiental 107

Figura 11-71 Riesgo Ambiental 109
Figura 11-72 Riesgo Social 109
Figura 11-73 Riesgo Socioeconómico y cultural 110
Figura 11-74 Riesgo Individual 110
Figura 11-75 Riesgo 110
Figura 11-76 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo) 111
Figura 11-77 Modelo de espaldones 114
Figura 11-78 ÁREAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN A CAUSA DE UNA EXPLOSIÓN DE 10TON DE ANFO TENIENDO PRESENTE LA CONSTRUCCIÓN DE ESPALDONES DE PROTECCIÓN 115
Figura 11-79 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Noreste – Suroriente 116
Figura 11-80 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Norte – Sur 116
Figura 11-81 Modelo pararrayos polvorín 117
Figura 11-82 Organigrama de la emergencia 125
Figura 11-83 Diagrama de flujo de comunicaciones 129

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Pág.
Fotografía 11-1 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Agosto 20 de 2016 88
Fotografía 11-2 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Febrero 9 de 2016 88
Fotografía 11-3 Relanzamiento frentes de seguridad en Pamplona 91
Fotografía 11-4 Campaña “Yo no pago y denuncio” en Pamplona 92
Fotografía 11-5 Infraestructura vial- Puente El Palermo objetivo de ataque del ELN 94
Fotografía 11-6 Protesta de estudiantes en Universidad de Pamplona 96

11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

11.1.3.1 Glosario

i. Riesgo: resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico (AENOR, 2008).
ii. Proceso de gestión del riesgo: aplicación sistemática de políticas de gestión, procedimientos y prácticas, a las tareas de establecimiento del contexto, identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación del riesgo (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004).
iii. Amenaza/Peligro: fuente de daño potencial o situación con potencial para causar pérdida (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004).
iv. Vulnerabilidad: factor interno de un sujeto, objeto o sistema (medio y recursos asociados) expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012)
v. Consecuencia: resultado de un evento amenazante expresado cualitativa o cuantitativamente, como por ejemplo una pérdida, una lesión, una desventaja o una ganancia (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
vi. Probabilidad: posibilidad de que ocurra un evento o resultado específico. Se mide generalmente en términos de la relación entre los eventos o resultados específicos y el número total de eventos o resultados posibles (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
vii. Emergencia: situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una compañía, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que puede requerir la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
viii. Evacuación: Conjunto de actividades y procedimientos tendientes a conservar la vida y la integridad física de las personas en el evento de encontrarse amenazadas por el desplazamiento a través y hasta lugares de menor riesgo (IDIGER, Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico, s.f.).
ix. Atención de Emergencias: es el conjunto de procedimientos, técnicas, métodos y acciones encaminadas a garantizar una respuesta rápida y eficaz para controlar una emergencia presentada, con el fin de detener o interrumpir, atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un derrame sobre el entorno humano y natural y lograr el pronto retorno a la normalidad (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).

x. Simulacro: Medición del comportamiento del personal comprometido y encargado de la ejecución de los procedimientos con el fin de probar su reacción ante situaciones especiales que son estructuradas lo más estrechamente posibles con las emergencias reales.

11.1.3.2 Introducción

El presente Plan de Gestión del Riesgo se desarrolló para la obtención de la Licencia Ambiental correspondiente a la construcción del proyecto de Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona. Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de Marzo de 2015.

El presente plan propende por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos, económicos con los que cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas y preliminarmente las operativas de la vía.

Las estructuras de respuesta planteadas en el presente documento son una guía, y deben ser ajustadas una vez se determine el personal en campo y el organigrama. Se desarrollaron con base en los roles y responsabilidades establecidas en el esquema del Sistema Comando de Incidentes. En el presente documento, se sugieren los procedimientos de acción básicos para afrontar situaciones de emergencia con el fin de evitar al máximo pérdidas humanas, daño ambiental o pérdidas económicas debido a contingencias manifestadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Se espera, que el presente plan de gestión del riesgo sea revisado anualmente por el contratista que desarrolle las obras de construcción y opere la vía, con el fin de actualizar su contenido y establecer si la estructura organizacional planteada se ajusta al personal en campo, o si se deben reasignar roles y responsabilidades. Adicionalmente, cuando el proyecto entre en operación se deberá revisar la identificación de amenazas geológicas y el correspondiente análisis de riesgos con el fin de determinar si se presentaron variaciones de dichas amenazas por la construcción.

11.1.3.3 Marco Normativo

A continuación, en la Tabla 11-1 se presenta el marco jurídico tenido en cuenta para la elaboración del Plan de gestión del Riesgo.

Tabla 11-1 Marco normativo

NORMA	OBJETO
Decreto 2157 de 2017	"*Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012*".
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

NORMA	OBJETO
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la Política Nacional De Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
Decreto ley 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
Decreto 2893 de 2011	"Modificó los objetivos, la estructura orgánica y las funciones del Ministerio del Interior, separando del mismo las relativas a la gestión del riesgo de desastres y las relacionadas con la dirección y coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres".
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias (PNC) Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres.
Decreto 93 del 13 de enero de 1998.	Por medio del cual el Gobierno Nacional adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, cuyos objetivos son reducción de riesgos y prevención de desastres, la respuesta efectiva en caso de desastres y, la rápida recuperación de las zonas afectadas
Ley 99 de 1993	"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector Público encargado de la Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones".
Constitución Política Nacional de 1991	Establece el marco normativo general de la jurisprudencia colombiana. Sus Artículos 79 y 80 disponen: *ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.* *ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.*
Resolución Número 001016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En su Artículo 11, Numeral 18 establece lineamientos para el desarrollo de los planes de emergencia enmarcados en el subprograma de Higiene y Seguridad Industrial.
Decreto Legislativo 919 de mayo 1 de 1989.	Por medio del cual la Presidencia de la República organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), dentro del cual, entidades públicas y privadas que desarrollen obras o actividades peligrosas o de alto riesgo deben elaborar planes, programas, proyectos y acciones específicas para proteger a la población de los problemas de seguridad causados por la eventual ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos

NORMA	OBJETO
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea el "Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD)".
Decreto 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales en su Título VIII, Artículo 31 establece que "En accidentes que causen deterioro ambiental o hechos ambientales que constituyen peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro".

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Adicionalmente el presente Plan de Gestión del Riesgo tuvo en consideración los lineamientos establecidos en:

i. Norma Técnica Colombiana (NTC) 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, D.C.
ii. La Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2011).
iii. Metodologías de Análisis de Riesgo Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE. Bogotá D.C. Enero de 2014.
iv. ISO 31000:2009. Herramienta para evaluar la gestión de riesgos.
v. NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de riesgos. Técnicas de valoración del riesgo.

11.1.3.4 Alcance

El presente Plan de Gestión del Riesgo tiene como alcance el desarrollo del análisis de riesgo y el planteamiento preliminar de las estructuras de respuesta a las potenciales amenazas que se podrían presentar en las áreas donde se desarrollen las actividades pre-constructivas, constructivas y operativas del proyecto, el cual tiene como objeto principal generar la construcción del proyecto de Doble Calzada Pamplona – Cúcuta.

11.1.3.5 Objetivos

- **Objetivo general**

El presente Plan de Gestión del Riesgo se desarrolló con el objetivo de propender por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos y económicos con los que cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas y operativas de la vía.

Tiene como fin fundamental prevenir y atender los daños que se puedan ocasionar sobre los componentes ambientales, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto a raíz de la manifestación de las amenazas.

- **Objetivos específicos**

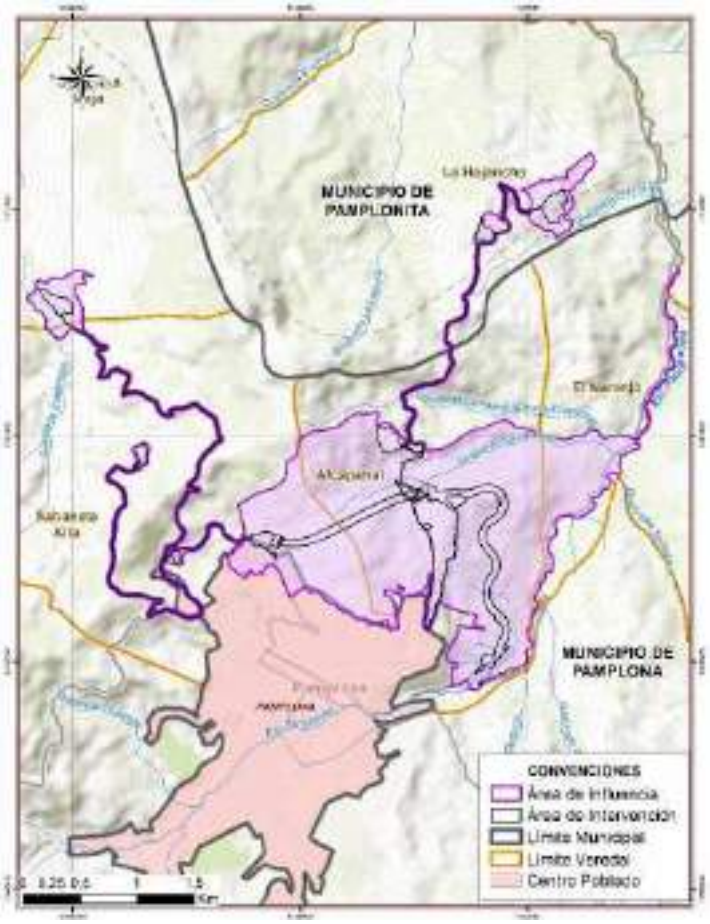
A continuación, se presentan los objetivos específicos del presente Plan de Gestión del Riesgo:

i. Proveer la información de los riesgos asociados a las amenazas endógenas y exógenas que puedan afectar a la comunidad y al proyecto.
ii. Identificar los niveles de activación, prioridades de protección y prioridades de acción.
iii. Asignar responsabilidades y funciones a las personas involucradas en el Plan, de tal manera que se delimite claramente el ámbito de acción de cada uno y se facilite la labor de mando y control dentro de una estructura jerárquica vertical claro.

11.1.3.6 Cobertura geográfica

En la Figura 11-1 se presenta la cobertura geográfica del presente plan, correspondiente al área de influencia del proyecto.

Figura 11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.7 Conocimiento del Riesgo

11.1.3.7.1 Características del proyecto

En el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se describen en detalle las etapas y actividades del proyecto; sin embargo, en la Tabla 11-2 se presenta una descripción general de las etapas utilizadas para el análisis de riesgo.

Tabla 11-2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos

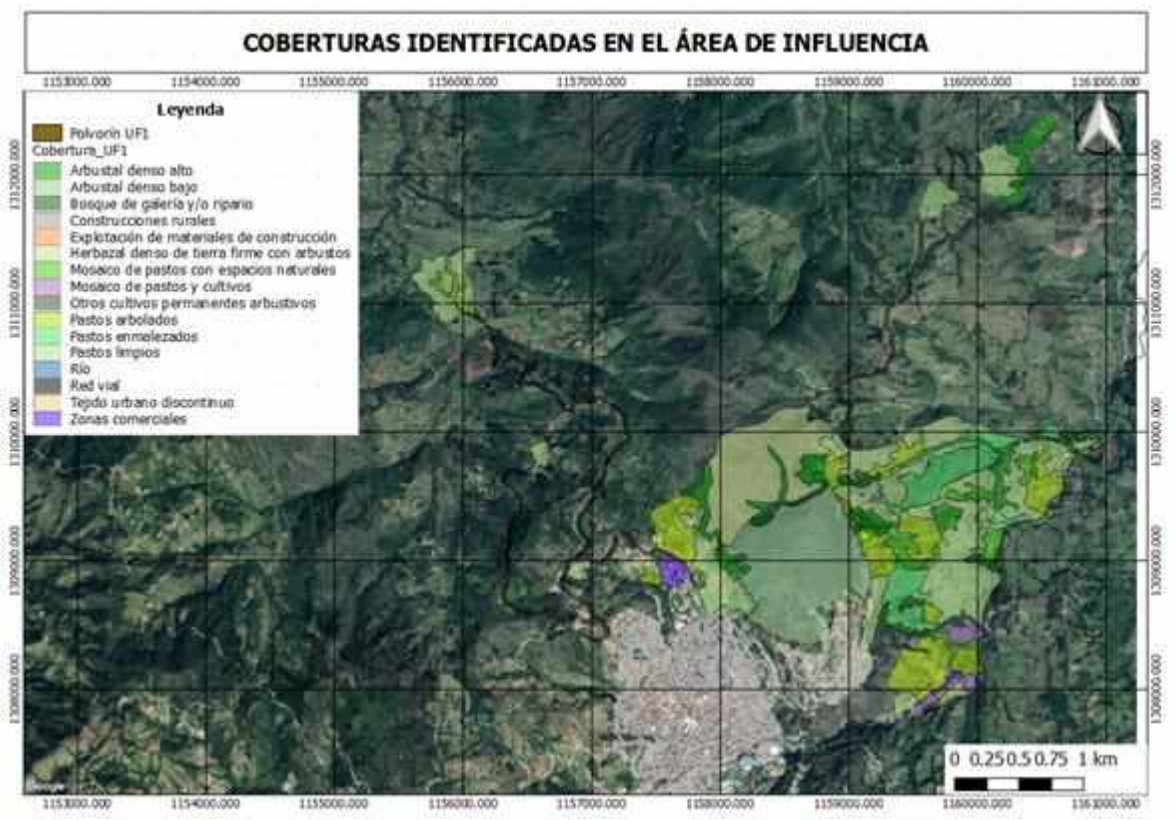
ETAPA	ACTIVIDADES
Preconstructiva	Esta etapa comprende las actividades de gestión predial y negociación del derecho de vía, la reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social y la contratación y capacitación del personal.
Construcción	Dentro de esta etapa se incluyen las actividades de adecuación y construcción de accesos, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, la materialización del proyecto y el replanteo del mismo, la captación de agua, los vertimientos. Así mismo, se incluye el desmonte y limpieza del área, la demolición y retiro de estructuras, las excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, la construcción de obras de drenaje, la construcción de estructuras de concreto, construcción de estructuras de pavimento, de obras de estabilidad geotécnica y las labores de protección de taludes. Por último, dentro de esta etapa también se contempla el retiro de escombros y materiales sobrantes, la adecuación de ZODME, la recuperación de áreas intervenidas, la señalización y demarcación definitiva, la limpieza y cierre final.
Construcción de Túneles	En esta se incluyen las actividades de construcción de los portales de entrada y salida, la adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, la excavación emboquilles, las excavaciones por perforación y voladura, el retiro de escombros, la instalación de ventilación e iluminación, instalación de soporte, impermeabilización y revestimiento, el manejo de aguas, la instalación de equipos electromecánicos, del sistema de control y por último la señalización e iluminación.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.7.2 Contexto externo del proyecto

En el Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia se presenta en detalle la caracterización del área de influencia del proyecto. Sin embargo, en la Figura 11-2 se presentan las coberturas identificadas en dicha área.

Figura 11-2 Coberturas de la tierra



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En el área de influencia del proyecto no se identifican instalaciones de terceros que puedan originar amenazas o producir efecto dominó con relación a la manifestación de alguna amenaza interna de la vía.

11.1.3.7.3 Contexto Interno

A continuación, se presenta el contexto de gestión del riesgo para Sacyr, de acuerdo al marco del grupo empresarial, establecido en el Informe de Responsabilidad Corporativa (2011).

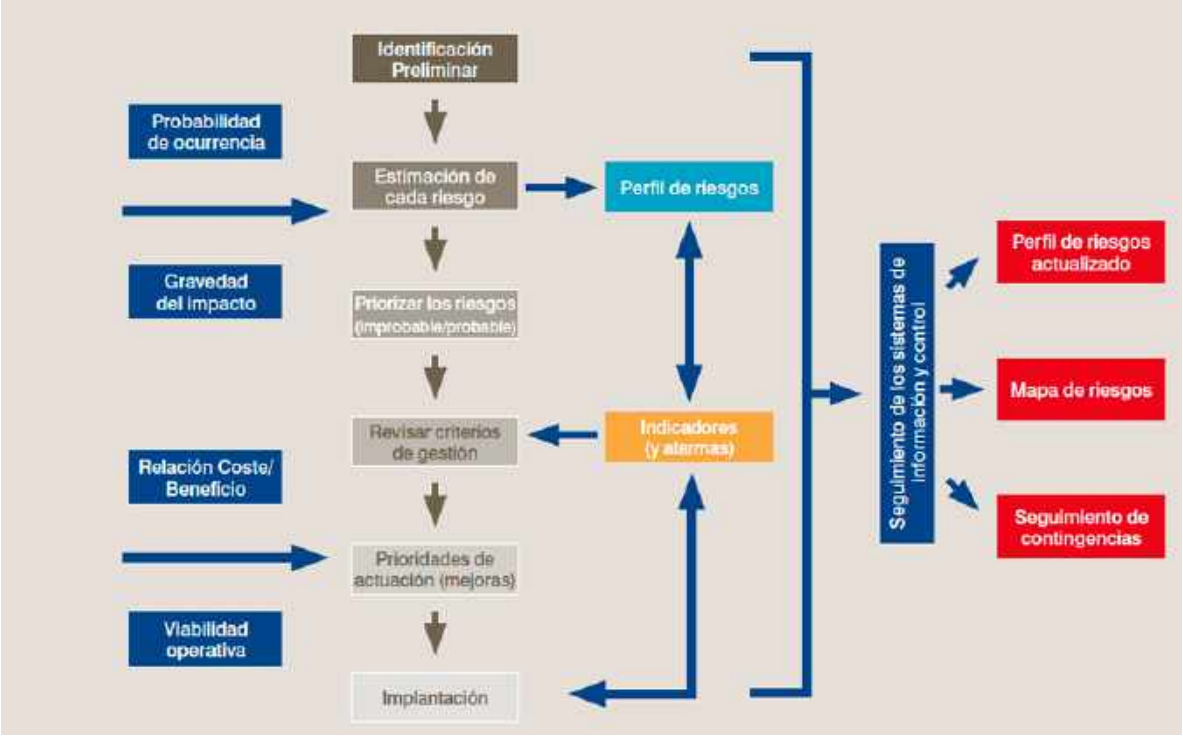
El Grupo SyV, con importante presencia en el ámbito internacional, desarrolla su actividad en diferentes sectores, entornos socioeconómicos y marcos reguladores. En este contexto existen riesgos de diversa naturaleza, consustanciales a los negocios y sectores en los que la compañía opera.

El Grupo SyV ha establecido una política sólida para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de un modo eficaz, cuyo fin último es garantizar la obtención de un grado razonable de seguridad acerca de la consecución de los objetivos de eficacia y eficiencia en las operaciones, fiabilidad de la información y cumplimiento de la legislación.

Según se establece en la Política de control y gestión de riesgos de SyV, el proceso comienza con una identificación y evaluación preliminar de los riesgos que, dada la naturaleza cambiante del entorno en que la organización opera, debe actualizarse periódicamente. El resultado de esta primera etapa son los mapas y perfiles de riesgos, que incluyen los principales riesgos estratégicos y operativos agrupados en diferentes categorías (entorno de negocio, regulación, imagen y reputación, recursos humanos, operaciones, financieros, información para la toma de decisiones, tecnología y sistemas de información y buen gobierno), junto con una evaluación de su posible impacto y probabilidad de ocurrencia.

Tras la identificación de los riesgos, se analiza el conocimiento de los mismos que tiene la dirección y la idoneidad y efectividad de las decisiones adoptadas para mitigarlos. Con esta información, la Dirección de cada negocio, con la supervisión de Auditoría Interna establece sus prioridades de actuación en materia de riesgos y determina las medidas a poner en marcha, tomando en consideración su viabilidad operativa, sus posibles efectos, así como la relación coste - beneficio de su implantación.

Figura 11-3 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control



Fuente: (SyV, 2011)

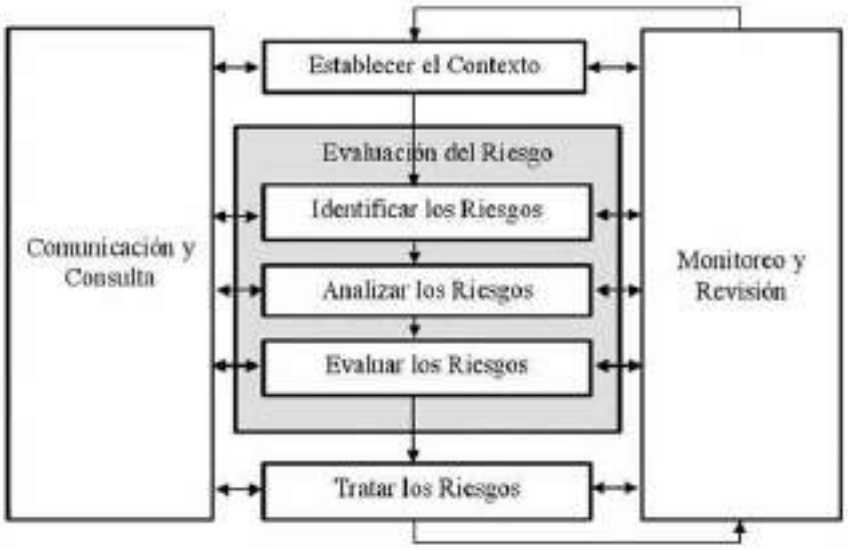
Específicamente, la Unión Vial Río Pamplonita está a cargo del Centro de Control de Operaciones (CCO), desde el cual se ofrece una respuesta eficaz y oportuna ante cualquier eventualidad que se presente en el corredor Pamplona-Cúcuta. Desde el PR90+200, sector Guayabales, vereda La Palmita, municipio de Pamplonita, se coordinan todos los servicios gratuitos ofrecidos al usuario en la vía, las 24 horas del día, los 365 días del año.

Los canales de comunicación principales de la compañía corresponden al atencionalusuario@unionvialriopamplonita.com y el celular 350 280 68 24. Adicionalmente, se cuenta con la línea única de atención de accidentes, incidentes y emergencias: 350 460 9707.

11.1.3.7.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo

Para el desarrollo del presente Plan de Gestión del Riesgo se tuvo en consideración los lineamientos conceptuales y metodológicos establecidos en el Decreto 2157 de 2017, las Metodologías de Análisis de Riesgo Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE. Bogotá D.C. Enero de 2014, la ISO 31000:2009. Herramienta para evaluar la gestión de riesgos y la NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de riesgos. Técnicas de valoración del riesgo; el resumen del proceso de gestión del riesgo se presenta en la Figura 11-4.

Figura 11-4 Proceso de gestión del riesgo



Fuente: NTC 5254 e ISO 31000

11.1.3.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición del mismo:

Riesgo = Amenaza*Vulnerabilidad*Exposición

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de los mismos al evento amenazante.

Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrollará mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificarán las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realiza la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 11-3. Para su estimación se usan las estadísticas establecidas en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y en el Consolidado Anual de Emergencias y en las bases de datos de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Corporación OSSO Colombia y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR.

Tabla 11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADO	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA CASOS
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 11-4 se presenta las categorías para calificar la vulnerabilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar en el actual capítulo.

Tabla 11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alto	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Medio	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Bajo	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Bajo	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005).

Para el caso de las amenazas naturales se establece un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así cómo asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinará qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizarán cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta (Tabla 11-5).

Tabla 11-5 Categorías para el nivel de exposición

NIVEL DE EXPOSICION		
CLASIFICACIÓN		**DESCRIPCION**
5	Muy Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy alta probabilidad de ocurrencia
4	Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una alta probabilidad de ocurrencia
3	Media	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia media.
2	Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una baja probabilidad de ocurrencia
1	Muy Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior, al ser cruzada la vulnerabilidad con la amenaza y su probabilidad de manifestación y la potencial exposición de los elementos sensibles a las amenazas se obtiene el nivel de riesgo definido en tres categorías: Alto, Medio y Bajo (Tabla 11-6).

Tabla 11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo

AMENAZA		VULNERABILIDAD					EXPOSICIÒN	
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja		
		5	4	3	2	1		
Muy Alta	5	125	100	75	50	25	5	Muy Alta
Alta	4	80	64	48	32	16	4	Alta
Media	3	45	36	27	18	9	3	Media
Baja	2	20	16	12	8	4	2	Baja
Muy Baja	1	5	4	3	2	1	1	Muy Baja

RIESGO	A	M	B
RANGO	64 - 75	27 - 50	1 - 25

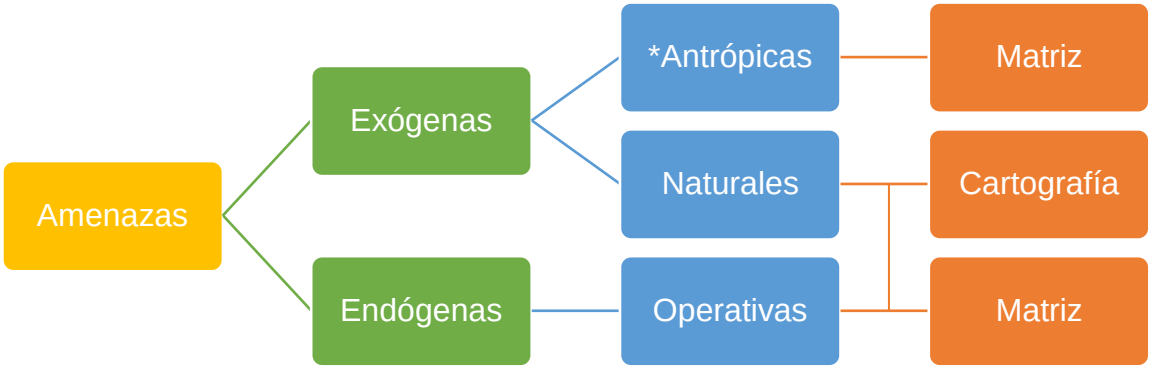
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

En conclusión, al clasificar las amenazas según su origen, exógenas y endógenas, se determina la metodología como se evaluará el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se establece una evaluación del nivel de riesgo matricial y cartográfico que se determina por la información que se pueda obtener como insumo para

su evaluación. La Figura 11-5 representa el esquema metodológico para el análisis y evaluación del riesgo.

Figura 11-5 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)
*Para el caso de amenazas naturales (e.j. riesgo biológico y vendavales) que no puedan ser espacializadas, el análisis se desarrollará también de manera matricial.
Para el análisis de riesgo individual se espacializarán las amenazas endógenas que puedan ser asociadas a elementos específicos del proyecto.

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en laTabla 11-7.

Tabla 11-7 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

Aceptabilidad del nivel de riesgo

Los riesgos tienen un rango de aceptabilidad de acuerdo a las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles; en la Tabla 11-8 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

Tabla 11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
BAJO	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones preoperacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas. La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Requiere procesos asociados a las buenas prácticas. Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.
MEDIO	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.
ALTO	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección; es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal. Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión del riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión de riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo. Adicional, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

La valoración dada a los niveles de riesgo se describe a continuación:

- Bajo: Corresponde a riesgos que se controlan con base en los diseños, la organización normal del proyecto, los programas de capacitación y entrenamiento en los procedimientos de trabajo, la utilización de personal capacitado y las acciones

normalmente desarrolladas en la ejecución de este tipo de proyectos. Los eventos que ocasionan este riesgo son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno. Aunque existen los riesgos, la prevención, los procedimientos normalmente establecidos para los diferentes procesos y actividades, hacen que los eventos incluidos en este rango, no ocasionen retrasos, pérdidas o daños importantes que afecten el desarrollo del proyecto o su operación.

- Medio: Se presentan riesgos que dependen de la ejecución y operación del proyecto (endógenos), siendo controlables a través del Plan de Manejo Ambiental y Plan de Contingencias. Las consecuencias de los eventos son controladas, pero es posible que se ocasionen daños a niveles localizados o pérdidas limitadas que no afectan el desarrollo del proyecto, de manera normal. No hay suspensiones de las actividades del proyecto y los daños son reparables a nivel local.

- Alto. Corresponde a riesgos por fenómenos naturales, malos procedimientos o situaciones de orden público, que afecten cualquiera de las etapas de ejecución del proyecto. Las consecuencias de los eventos son controladas principalmente a través del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Contingencia. En caso de presentarse por fenómenos naturales de gran magnitud, estos son difícilmente previsibles, y sus efectos no son controlados por los diseños. Los daños y pérdidas ocasionados afectan considerablemente el desarrollo, ejecución u operación del proyecto.

11.1.3.7.6 Valoración del riesgo

Identificación, análisis y evaluación del riesgo

- **Identificación, análisis y evaluación del riesgo**

A continuación, se presenta la identificación y descripción de las amenazas endógenas y exógenas (naturales y antrópicas) del proyecto y los resultados obtenidos en la estimación del nivel de riesgo para los escenarios evaluados.

- **Identificación y clasificación de amenazas**

Una amenaza se define como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente del daño puede ser un fenómeno o una actividad humana o natural, que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

De acuerdo al contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia del proyecto se elaboró una lista potencial los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo al origen de los mismos:

Amenazas de origen interno (endógenas)

Son las amenazas que se pueden presentar por el desarrollo de las actividades (rutinarias, no rutinarias y de emergencia1) relacionadas a la ejecución del proyecto que tienen el potencial de afectar tanto la integridad del personal que hace parte del proyecto, cómo a la comunidad asentada en el área de influencia, la infraestructura física del proyecto y/o las características bióticas y/o abióticas comprendidas en el área de estudio del proyecto.

- Incendios / Explosiones (A)

Un incendio o una explosión se pueden producir por la combustión de líquidos, gases o materiales combustibles que entran en contacto con una fuente de energía inicial.

El evento se podría presentar por el inadecuado manejo, almacenamiento o disposición de sustancias inflamables, combustibles o explosivas durante la etapa de construcción. Adicionalmente podría presentarse por la manipulación inadecuada de plantas de energía eléctrica o cortos circuitos en las redes del sistema eléctrico.

Para el proyecto, la amenaza endógena de mayor relevancia sería la explosión ocasionada por un mal manejo durante el almacenamiento o uso de los explosivos requeridos en la construcción del túnel. El sitio de acopio y almacenamiento de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel se encuentra localizado en el sitio de coordenadas E=1.159.123, N=1.309.189.

Se dispone adicionalmente, un área de almacenamiento temporal establecida en inmediaciones del portal Norte para el manejo de los explosivos. Mensualmente se presentará al Ministerio de Defensa informes de ingreso, consumo por frente de trabajo y saldo de todos los materiales explosivos empleados en actividades de excavación subterránea.

Las sustancias explosivas que se pretenden usar para el desarrollo del proyecto en su totalidad, teniendo presente que son varias Unidades Funcionales, corresponden aproximadamente a seiscientas (600) toneladas de ANFO y de doscientas 200 a trescientas 300 toneladas de emulsión.

1 De acuerdo a la norma OHSAS 18002:2008 (Asociación Espñola de Normalización y Certificación, 2008) los procesos de identificación de peligros podrían partir del análisis de ese tipo de actividades. Las actividades rutinarias son las que se realizan frecuentemente y que adicionalmente están directamente relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa. Las no rutinarias se realizan inusualmente en ocasiones porque son poco relevantes, no están relacionadas con el objeto social de la empresa o definitivamente son de una frecuencia irregular, esto quiere decir que no son cíclicas, no están determinadas cronológicamente y no obedecen a una condición o necesidad prevista por la empresa (ARL Sura, 2015).

El transporte de los explosivos hasta el lugar de almacenamiento se realizará a través de una empresa autorizada para tal fin; que cuente con el Plan de Gestión del Riesgo requerido para la movilización de este tipo de sustancias.
Con el fin de determinar en términos espaciales preliminarmente el comportamiento de la amenaza en el caso de explosión del ANFO se utilizó un modelo de TNT que permite realizar la estimación de consecuencias por un evento de sobrepresión, sin tener en cuenta las potenciales afectaciones por la propulsión de fragmentos; este modelo es ampliamente utilizado para establecer los potenciales efectos de la sobrepresión a una determinada distancia del centro de una explosión (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998).

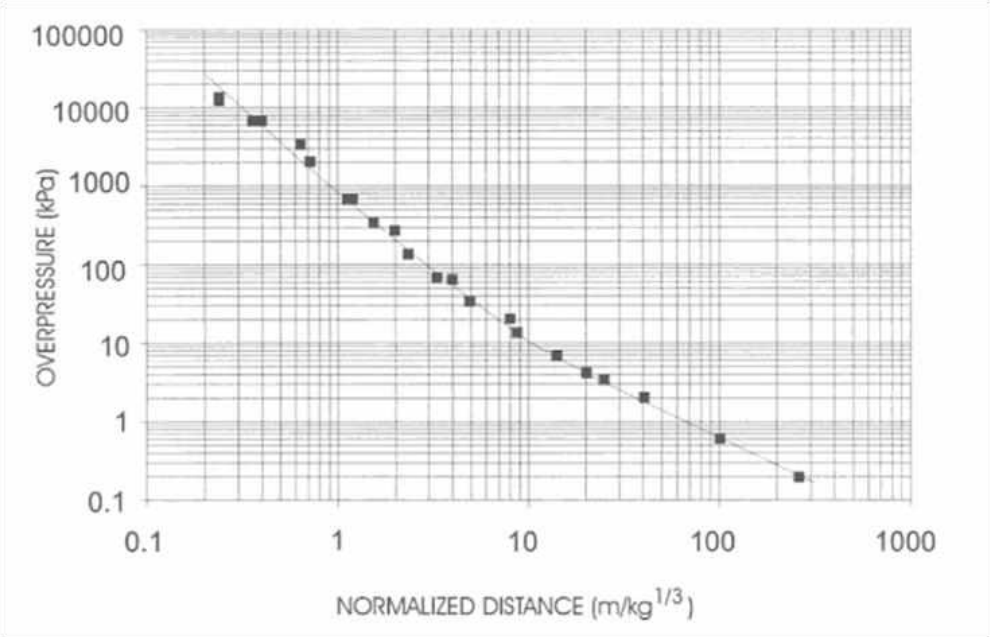
El modelo está basado en una ley empírica, establecida a partir de simulaciones utilizando explosivos; esta ley establece efectos equivalentes para explosiones ocurriendo a una misma distancia normalizada, expresada cómo:

$$z = \frac{R_d}{(W_{TNT})^{1/3}}$$

Z = Distancia normalizada ($m.kg^{-1/3}$)
R_d = Distancia real
W_{TNT} = Cantidad de TNT usada en la explosión, o la cantidad teórica estimada en equivalencia al TNT que liberaría la misma cantidad de energía.

En la Figura 11-6 se presenta la relación entre la sobrepresión y la distancia normalizada. Se debe tener presente que esta relación aplica para valores en los cuales la presión atmosférica es superior a 0.25 atmósferas; para valores inferiores se espera que las distancias sean significativamente superiores a las ilustradas en la gráfica. En referencias bibliográficas se encuentran gráficas diferenciando la relación para explosiones elevadas u explosiones a nivel del suelo; sin embargo, la sobrepresión varía menos del 20%, por lo cual la Figura 11-6 representa los dos tipos de explosiones (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998).

Figura 11-6 Sobrepresión en función de la distancia normalizada



Fuente: (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998)

El proceso para establecer los efectos de una explosión a una distancia especificada comienza con el cálculo de la energía involucrada, expresada cómo la masa equivalente de TNT; posteriormente, se estima la distancia normalizada (Z) y se utilizan referencias bibliográficas (Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 2000; Lobato, y otros, 2009; Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998; ZAMORA, 2018) para establecer la vulnerabilidad de personas, equipos o infraestructura sometidos a determinada presión.

Para la modelación, se simuló la explosión de 10 toneladas de ANFO; que se espera estén almacenadas al mes en el polvorín. La estimación de W_{TNT} se realizó con base en las equivalencias de TNT presentadas por el Institute of Makers of Explosives (IME), utilizando 0.88 kilocalorías / gramo cómo el calor de combustión o de la explosión para el ANFO.

Con el fin de establecer las envolventes potenciales de afectación se utilizaron las referencias Tabla 11-9.

Tabla 11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial

Efectos de la Sobrepresión		PSI	kPa	Distancia Normalizada Z ($m/kg^{1/3}$)
1	Destrucción de edificios	8,0	55,2	4,6
2	Probabilidad de lesiones personales graves	3,5	24,1	6,7
3	Rompimiento de vidrios	1,0	6,9	16

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018) tomado de (National Oceanic and Atmospheric Administration , 2018).

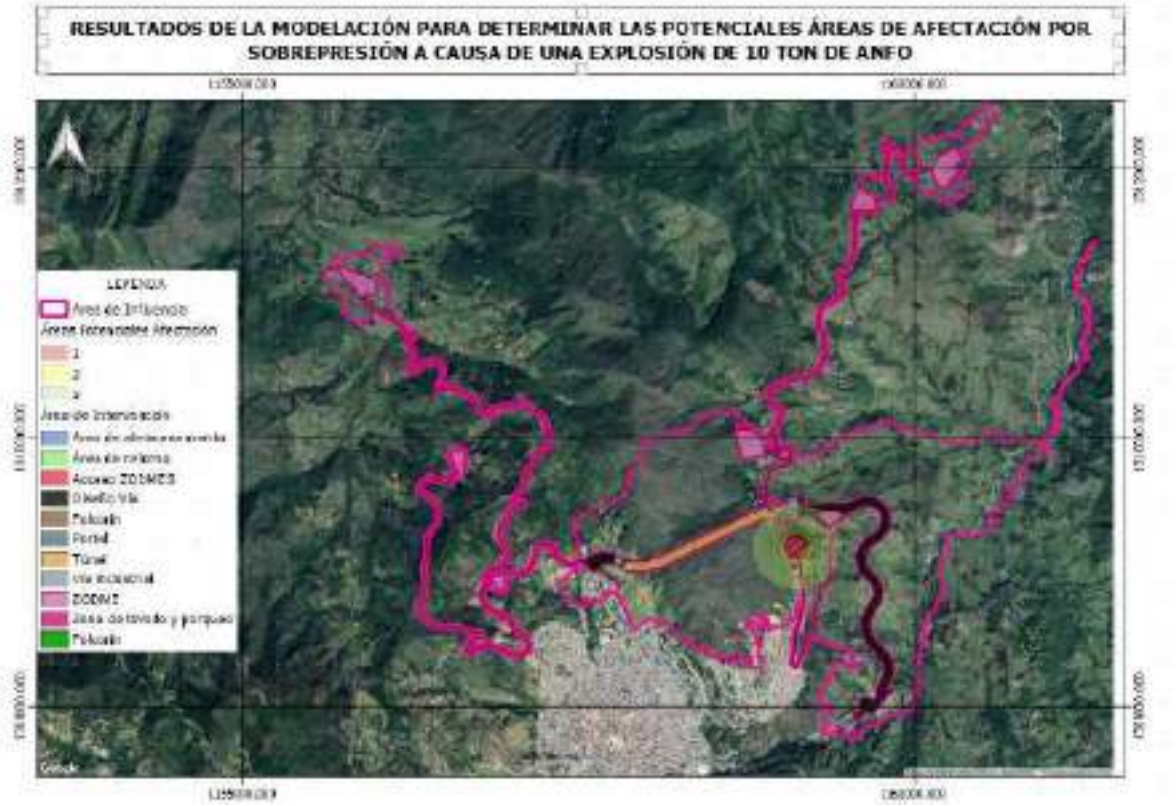
De esta forma, para dichas presiones se obtuvieron los valores de Rd (m) ilustrados en la Tabla 11-10, con los cuales se graficó la Figura 11-7 Y Figura 11-8.

Tabla 11-10 Valores obtenidos en la modelación para R_d

kPa	Z (m/kg$^{1/3}$)	W_{TNT}	R_d (m)
55,2	4,6	8.073,40	92,3
24,1	6,7		134,5
6,9	16		321

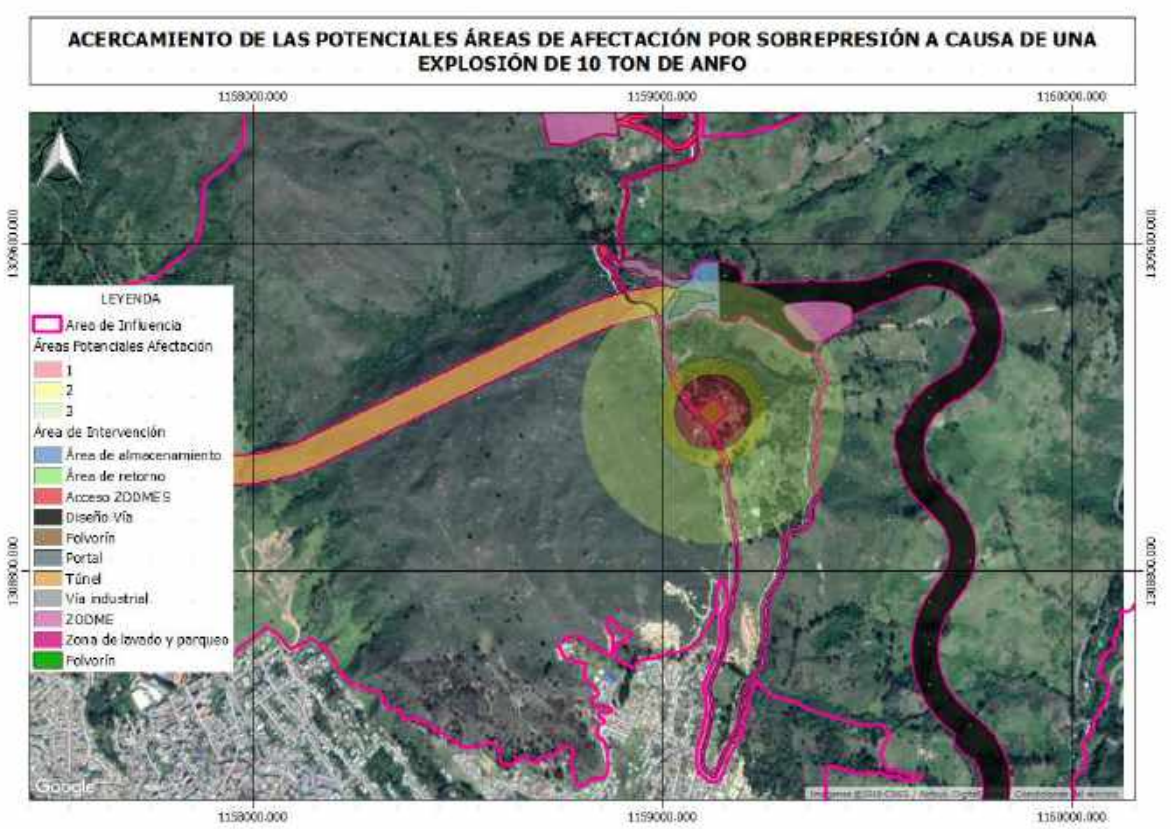
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-7 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.

Figura 11-8 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.

Dado que las áreas representadas en la Figura 11-7 representan las áreas que podrían verse significativamente afectadas por la explosión del polvorín, más no relacionan cómo tal la probabilidad de este tipo de eventos; se utilizó la Tabla 11-11 para consolidar el comportamiento de la amenaza.

Tabla 11-11 Relación entre las categorías de afectación y la probabilidad de manifestación de la amenaza de explosiones

			GRADO DE AMENAZA				
			5	4	3	2	1
PROBABILIDAD	5		25	20	15	10	5
	4		20	16	12	8	4
	3		15	12	9	6	3
	2		10	8	6	4	2
	1		5	4	3	2	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

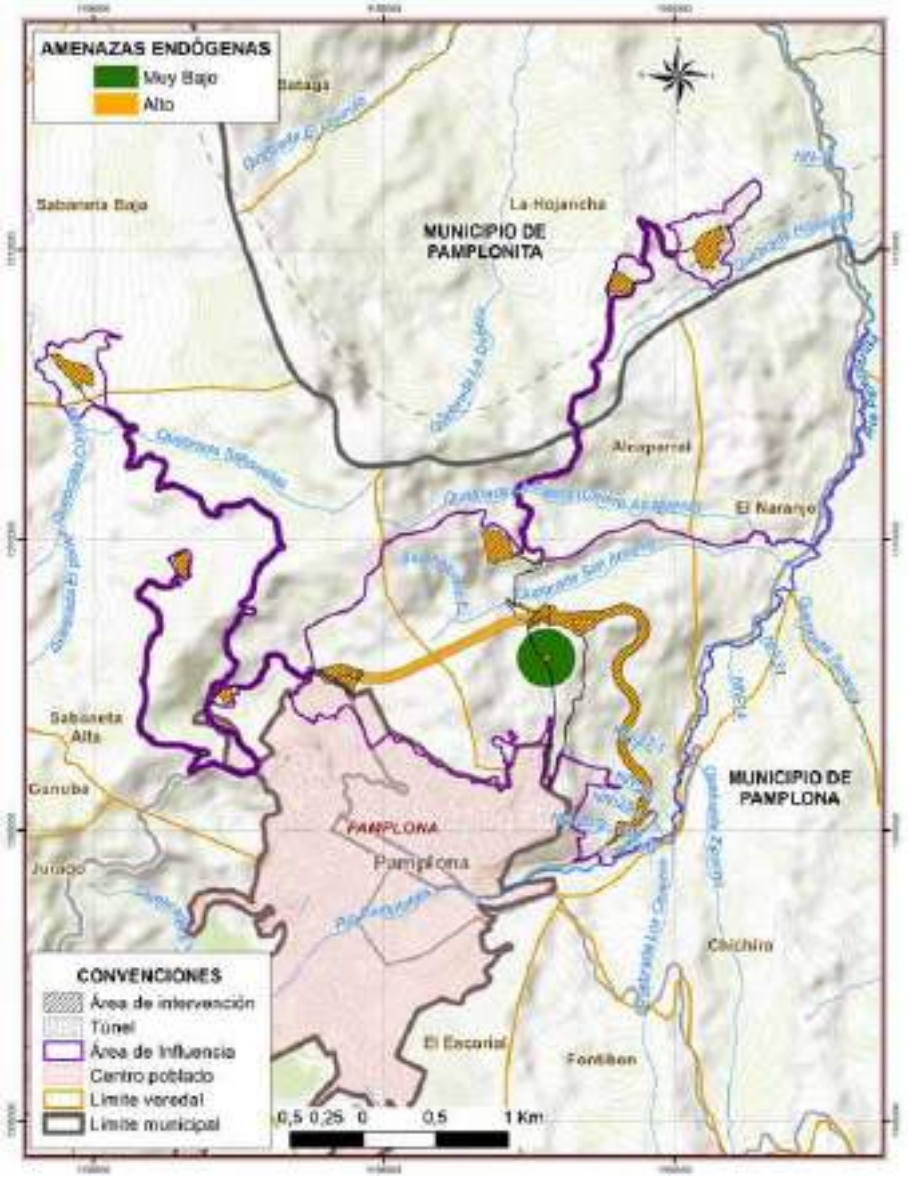
En Colombia, de acuerdo al Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y al Consolidado Anual de Emergencias en los últimos 20 años no se ha presentado una explosión en el área de almacenamiento de explosivos de ningún proyecto (Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2018). Adicionalmente, se consultaron las bases de datos de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Corporación OSSO Colombia y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR y se obtuvo que desde 1914 hasta 2018 (104 años) se presentaron 226 eventos de explosión, pero en ninguno se relacionó el tipo de causa a la explosión de polvorines en proyectos. Adicionalmente, en la compañía no se ha presentado nunca este tipo de eventos.

Por lo tanto, de acuerdo a la Tabla 11-11 se consideró la probabilidad de este tipo de eventos cómo muy baja, es decir que el evento podría presentarse de forma excepcional, de acuerdo a los registros verificados, 1 caso cada más de 10 años; obteniendo así la envolvente ilustrada en la
Figura 11-9

Figura 11-9 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-10 Nivel de amenaza a raíz de una explosión en el polvorín



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

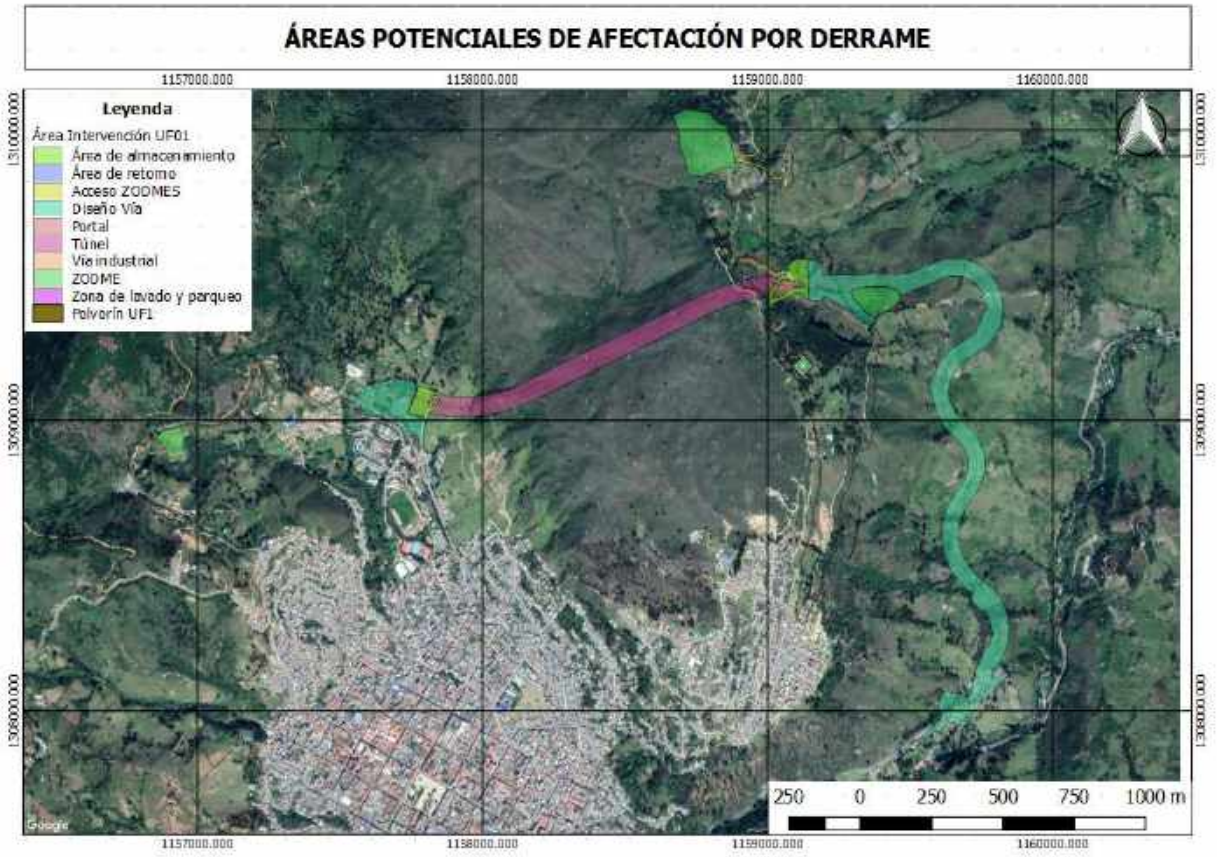
- Derrames (B)

Un derrame en la etapa de construcción podría presentarse por una falla mecánica en las unidades de almacenamiento de combustibles o aceites usados en la maquinaria, vehículos o unidades de generación eléctrica, o una falla en la manipulación, transporte o almacenamiento de dichos productos.

El área potencial de afectación corresponde exactamente a las áreas de intervención; dado que los derrames generados por el tipo de actividad a desarrollar serían localizados y en pequeñas cantidades; por lo cual sus efectos sobre el componente ambiental serían

también reducidos. En la Figura 11-11 se presentan las potenciales áreas de afectación por esta amenaza.

Figura 11-11 Áreas potenciales de afectación por derrame



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

No se contemplan potenciales derrames por afectación de infraestructura de terceros durante la construcción, dado que en el área de influencia solo se identificó el Oleoducto Caño Limón Coveñas, que no presenta ningún cruce con el área de intervención.

- Accidentes laborales (C)

De acuerdo al Decreto 1295 de 1994, un accidente de trabajo es: “todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo.

Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador".

Durante la fase constructiva se verán involucrados un número considerable de trabajadores entre personal calificado y no calificado que podría manipular o circular por áreas donde se esté operando maquinaria, equipos pesados y herramientas, lo cual incrementará la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos. El área potencial donde se podrían presentar este tipo de eventos se ilustra también mediante la Figura 11-11.

- Accidentes de tránsito (D)

De acuerdo al Decreto 056 de 2015, un accidente de tránsito es un "suceso ocurrido dentro del territorio nacional, en el que se cause daño en la integridad física o mental de una o varias personas, como consecuencia del uso de la vía por al menos un vehículo automotor".

Durante la construcción se requerirá la movilización y transporte de materiales, personal, equipos y maquinaria; adicionalmente, durante la operación el tráfico vehicular se podría incrementar y por ende aumentar la probabilidad de este tipo de eventos

Amenazas de origen externo (exógenas)

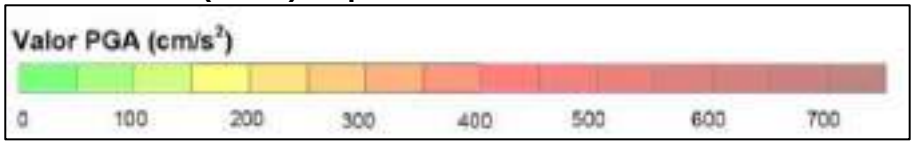
A continuación, se presentan las amenazas externas identificadas en el área de influencia del proyecto.

- Amenazas Naturales
    - Sismicidad

La amenaza por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (Servicio Geológico Colombiano, 2012), en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en ingles), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. Dicho mapa de Amenaza Sísmica considera valores de PGA (cm/s²) en un rango desde 0 hasta mayor de 350 PGA. Para el área de influencia de la UF1, estos valores van de 300 a 350, localizándose en un área con susceptibilidad Alta (Figura 11-12 y

Tabla 11-12).

Figura 11-12 Valor PGA (cm/s²) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica



Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

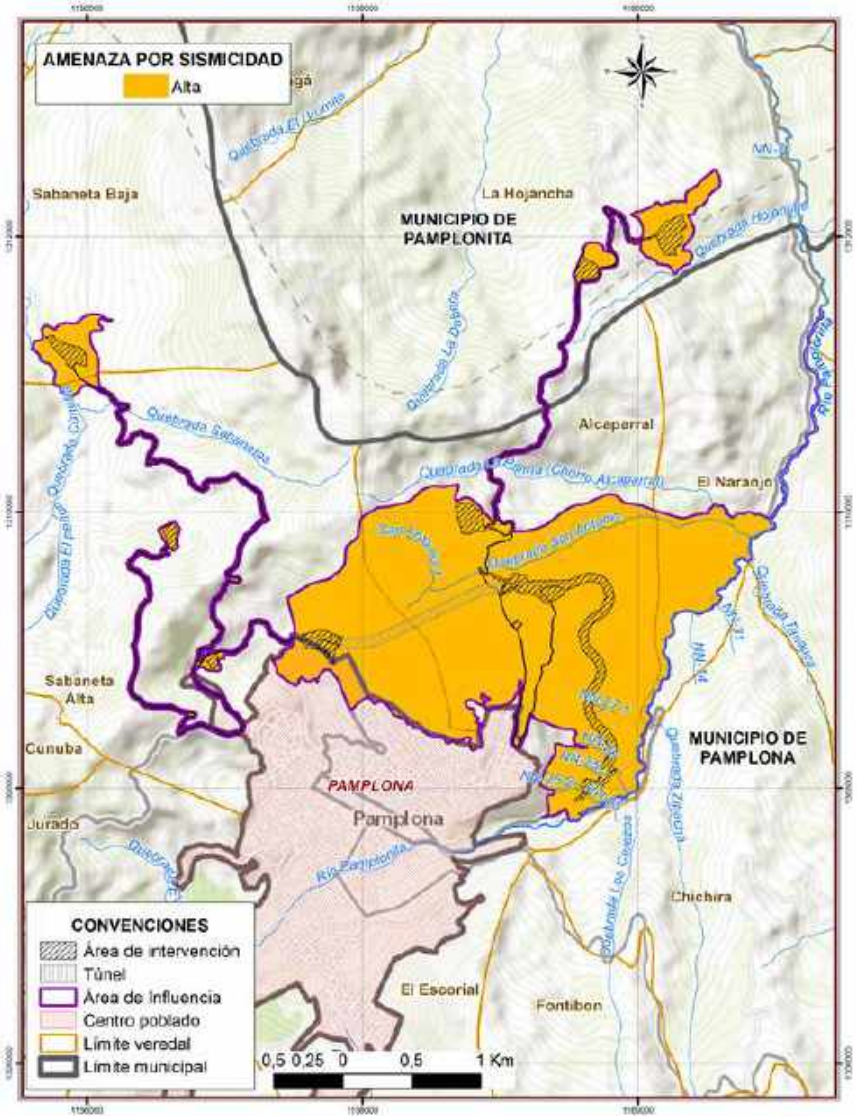
Tabla 11-12 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF1 (resaltado en rojo)

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (UCP)	PESO	SUSCEPTIBILIDAD
0 – 50 PGA (cm/s²)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s²)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s²)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s²)	4	Alta
>350 PGA (cm/s^2)	5	Muy alta

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En la Figura 11-13 se presenta el mapa de amenaza sísmica para el Área de Influencia de la UF1, donde se evidencia que esta se ubica en su totalidad en zona de amenaza sísmica Alta, presentando un rango de PGA entre 250 y 350 cm/s^2 , zona que presenta los mayores riesgos del país a sufrir afectaciones por movimientos telúricos debido a su cercanía a sistemas de fallas importantes como la falla de Boconó, Uribante-Caparo (en Venezuela), y la falla frontal de la cordillera oriental (del lado colombiano), además de ser aledaña a uno de los puntos alarmantes en el ámbito nacional: el nido de Bucaramanga, el cual es el segundo nido sísmico más activo del mundo.

Figura 11-13 Amenaza Sísmica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

La amenaza sísmica no se contempló en el consolidado de amenazas totales ni en los resultados del análisis de riesgos cartográfico dado que presenta una valoración alta para toda el área de influencia y de esta forma enmascararía las otras amenazas analizadas. Adicionalmente, en los reportes estadísticos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres desde el año 1998 al año 2017 solo se reportó 1 evento sísmico con consecuencias, en la fecha del 10 de Marzo de 2015. El CDGRD de Norte de Santander reportó que se presentó 1 vivienda averiada, 4 centros educativos afectados, 1 centro de salud afectado, 2 iglesias averiadas y se presentó por deslizamiento en el km201.

- Amenaza Geotécnica

Para la Unidad Funcional 1, la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción y operación de la vía, para lo cual en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999)[2],

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).

- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluyendo curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.

- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.

- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.

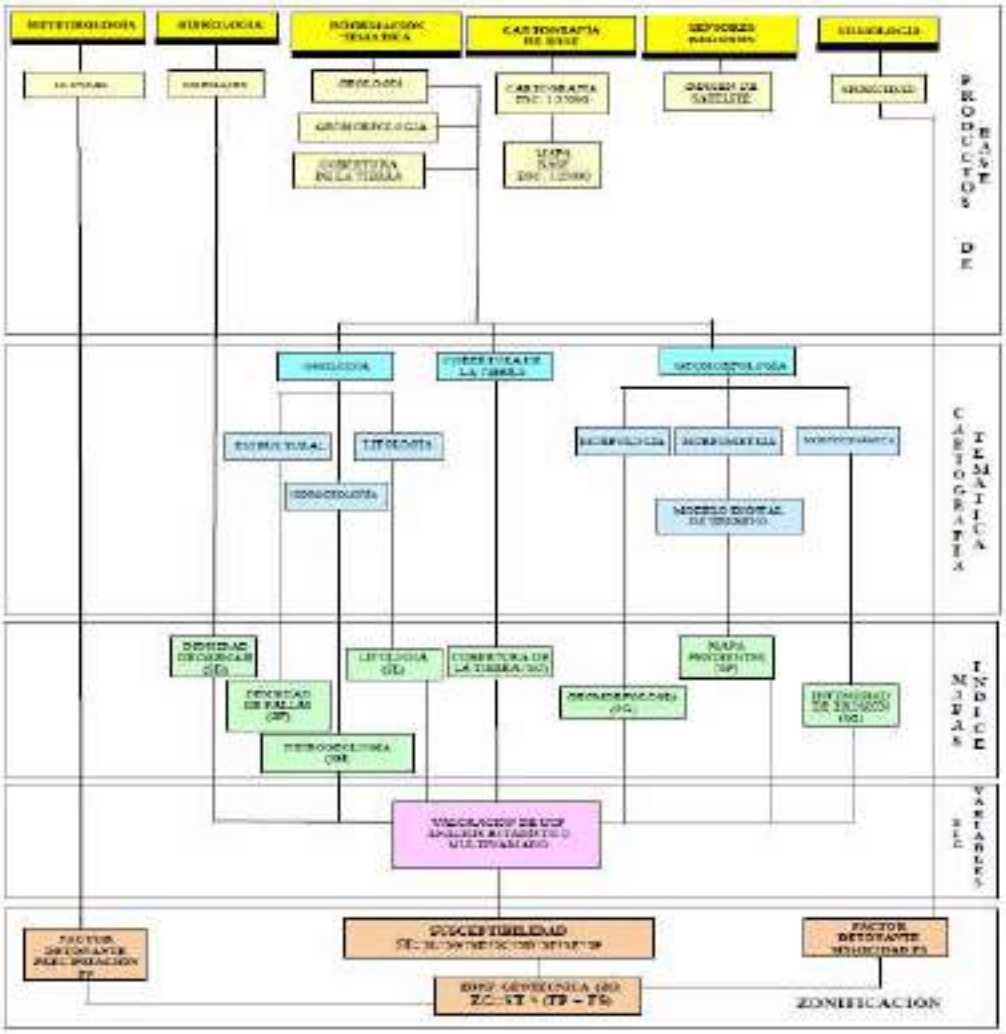
- Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.

- Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semicuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.

- Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

[2]Estudio Geoambiental y Zonificación de Amenazas por Erosión y Remoción en Masa en la Cuenca del Río Teusacá. Sabana de Bogotá. Colombia. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería. Sociedad Colombiana de Ingenieros, Santa Fe de Bogotá, D.C., Noviembre de 1999.

Figura 11-14 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad.

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semicuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 11-13.

Tabla 11-13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3

Categoría de susceptibilidad	Peso
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

A continuación, se presentan los resultados de valoración de Susceptibilidad para cada variable de análisis.

- **Modelación de Variables**

Una vez establecidos semicuantitativamente los diferentes valores de susceptibilidad para cada UCP en cada una de las ocho variables que se incorporaron al análisis, se obtuvieron los mapas de susceptibilidad temática. Este proceso se realizó en un formato raster en el cual cada UCP está conformada por un conjunto de pixeles de igual valor.

Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se remplazó en un SIG (ArcGis10), por el valor asignado en las tablas de susceptibilidad, de tal forma que las imágenes mapas de susceptibilidad temática resultantes representan un rango de valores entre 1 y 5. A continuación se presentan los valores de susceptibilidad para cada una de las variables.

- **Litología (SL)**

Es uno de los principales factores a considerar en la determinación de la estabilidad, debido a que la génesis, composición y estructura de las rocas, incide en la susceptibilidad del terreno a la meteorización y desarrollo de procesos erosivos y/o procesos de remoción en masa.

En la Tabla 11.14 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia, su descripción, peso y justificación.

Tabla 11-14 Valores de susceptibilidad por litología

Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qant	Depósito antrópico	5	Ksl	Formación La Luna	3
CA	Cauce activo	5	Kic	Formación Capacho	3
Qc	Depósito coluvial	5	Kitm	Formación Tibú y Mercedes	2
Qca	Depósito coluvioaluvial	5	Jg	Formación Girón	2
Qal	Depósito aluvial	4	Kia	Formación Aguardiente	1
Qt	Depósito de terraza	4	PDo	Ortoneis	1
Qft	Depósitos fluviotorrenciales	4	Tpb	Formación Barco	1
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3			

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-15 se grafican los resultados porcentuales de la sectorización del área de influencia según los pesos establecidos para las litologías presentes. El 33% del área se determina como de muy baja susceptibilidad a procesos de erosión y remoción en masa, correspondiendo a las formaciones geológicas Aguardiente (Kia), y Ortoneis (PDo); un 9%

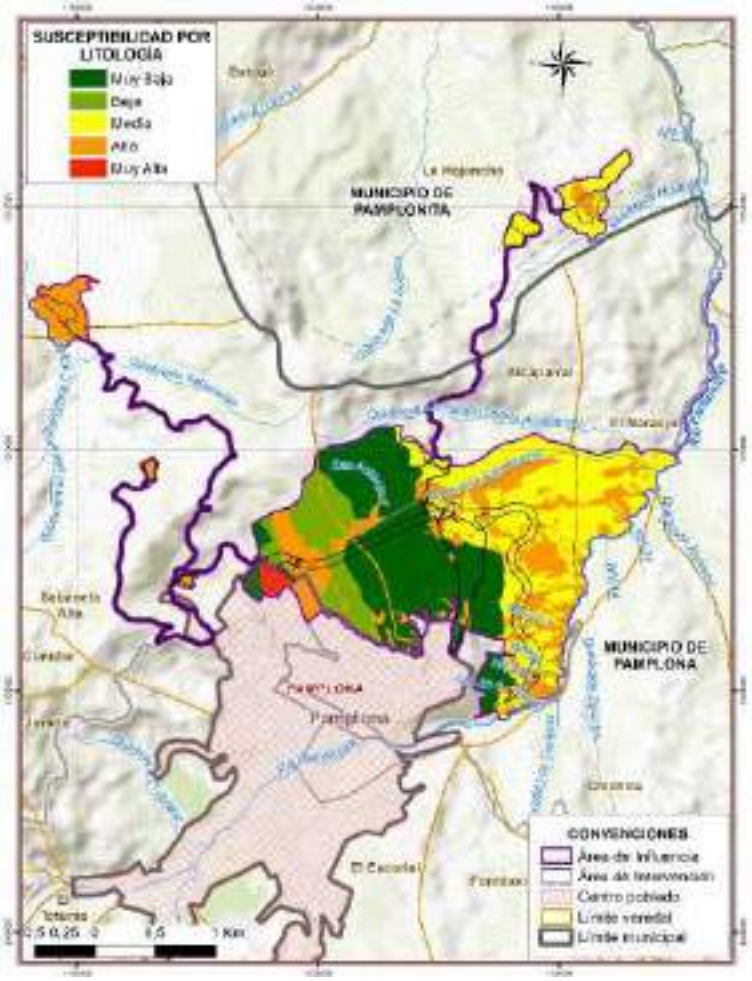
del área, con litología de la formación Tibú Mercedes (Kitm), presenta susceptibilidad baja; un 33%, conformado por materiales de las formaciones La Luna (Ksl), Colón y Mito Juan (Kscm), Capacho (Kic), Barco (Tpb), y de depósitos de terraza (Qt), presenta susceptibilidad moderada; un 24% del área de influencia presenta susceptibilidad alta en relación con la litología, correspondiente a depósitos antrópicos (Qant), depósitos coluviales (Qc), depósitos coluvioaluviales (Qca) y depósitos fluviotorrenciales (Qft); el 2% del área de influencia restante presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción en masa, correspondiente a depósitos aluviales (Qal) frecuentemente expuestos a la acción de la corriente de agua.

Figura 11-15 Susceptibilidad por litología

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-16 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por litología.

Figura 11-16 Mapa de susceptibilidad por litología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Geomorfología (SG)**

La calificación de susceptibilidad para las diferentes unidades geomorfológicas, se infiere sobre la base de dos factores que favorecen la remoción, los cuales corresponden a la topografía, entendida como la pendiente del terreno y los aspectos edáficos, representados por los procesos erosivos de los suelos, que se presentan de forma generalizada o focalizada.

La remoción en masa incluye de forma integral un conjunto de factores adicionales que favorecen su generación, los cuales están relacionados con la naturaleza de los materiales, clima y vegetación; éstos no son tenidos en cuenta para esta calificación de susceptibilidad desde esta perspectiva, pero implícitamente son evaluados desde otras temáticas que entran en concurso para la zonificación.

Teniendo en cuenta lo anterior y sobre la base de los dos factores caracterizados en las unidades geomorfológicas (pendiente del terreno y erosión), se estableció la susceptibilidad del área de influencia frente a los procesos de remoción en masa.

Las unidades geomorfológicas calificadas de mayor susceptibilidad a movimientos en masa corresponden a cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), cono de talus (SDct), cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (SDdtr), y de cauce aluvial (Fca); considerados de muy alta susceptibilidad. En segundo lugar, considerados de susceptibilidad alta se encuentran las geoformas de flancos de canteras (Afc), por la conformación de taludes de corte. En tercer lugar, con carácter de susceptibilidad moderada se encuentran las geoformas de espolón moderado (SDefesmc, SDefesmm y SDefesml), los conos de deyección (Fcdy), las superficies de explanación (Asp), las terrazas de acumulación (Fta) y las laderas de contrapendiente (Slcp). Las áreas con geoformas de ladera campos y llenos antrópicos (Ar), altiplano (Sda), lomo denudado bajo de longitud larga, y de ladera estructural, presentan susceptibilidad baja. Finalmente, con susceptibilidad baja asociada a la alta estabilidad del terreno debida a su suave pendiente se encuentran las geoformas de glacis de acumulación (SDga) y de terraza o berma de fallamiento.

En la Tabla 11-15 se presenta la calificación de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, de acuerdo con las unidades geomorfológicas en el área de influencia.

Tabla 11-15 Valores de susceptibilidad por geomorfología

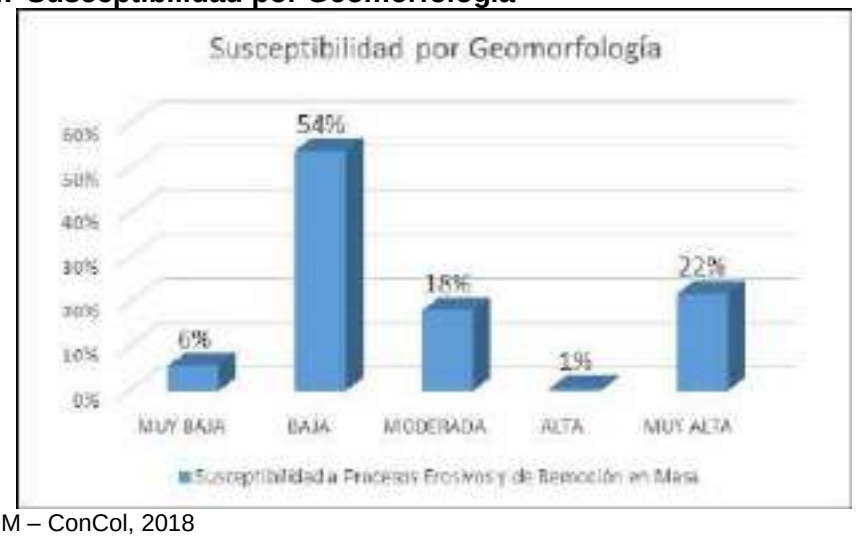
SIMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	PESO
SDco	Cono o Lóbulo coluvial y de solifluxión	5
SDct	Cono de Talus	5
SDdrt	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	5
SDdtr	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	5
Fca	Cauce aluvial	5
Afc	Flancos de Canteras	4
SDefesmc	Espolón festoneado moderado de longitud corta	3
SDefesml	Espolón festoneado moderado de longitud larga	3
SDefesmm	Espolón festoneado moderado de longitud media	3
Fcdy	Cono de deyección	3
Asp	Superficies de explanación	3
Fta	Terraza de Acumulación	3
Slcp	Ladera de Contrapendiente	3
Ar	Campos y llenos antrópicos	2
Sda	Altiplano	2
SDldebl	Lomo Denudado bajo de longitud larga	2

SIMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	PESO
SDle	Ladera estructural	2
SDlo	Ladera Ondulada	2
SDga	Glacis de Acumulación	1
SDbf	Terraza o berma de fallamiento	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 11-17 muestra que por la variable de Geomorfología el 22% del área de influencia se localiza en terrenos de muy alta susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa; el 18% de la zona se encuentra en terrenos de moderada susceptibilidad a dichos procesos; el 54% del área presenta susceptibilidad baja, y el 6% susceptibilidad muy baja.

Figura 11-17 Susceptibilidad por Geomorfologia



Fuente: AECOM – ConCol, 2018

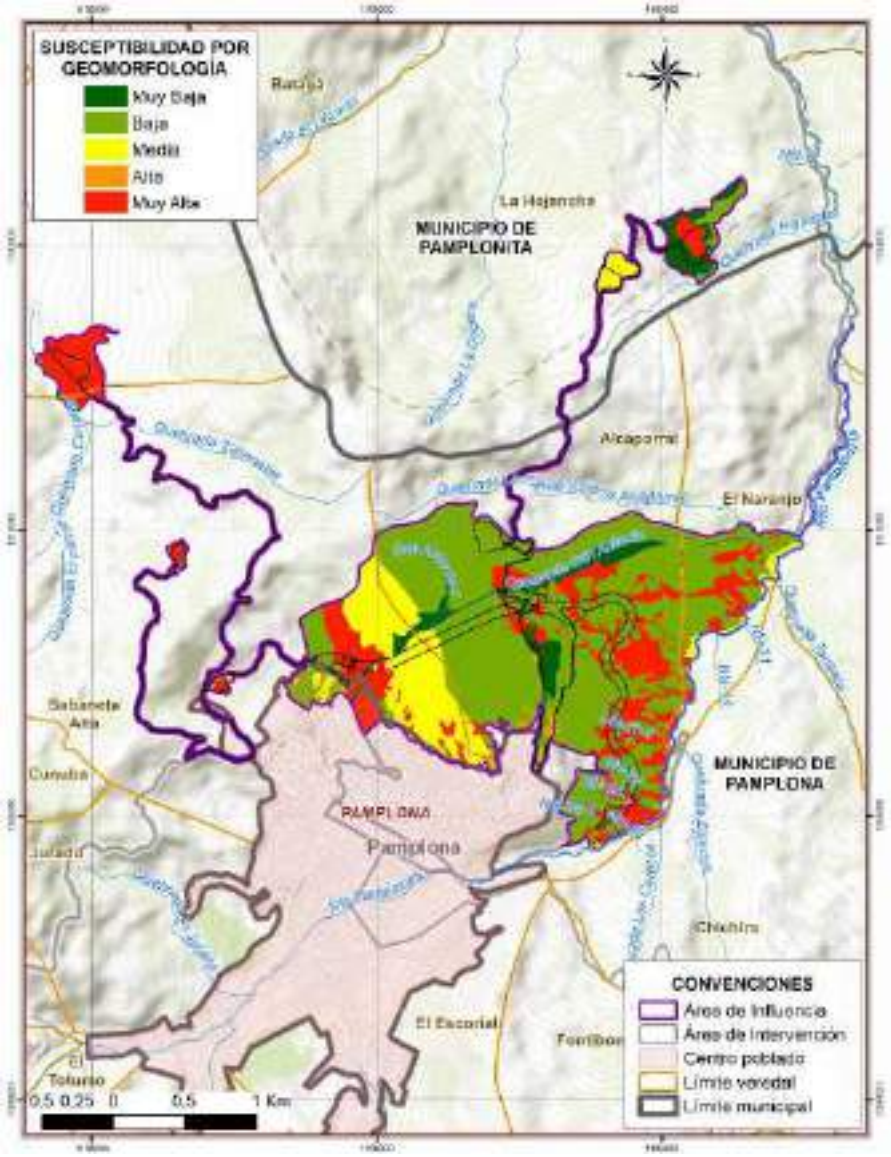
En la
Figura 11-18 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por geomorfología.

- **Hidrogeología (SH)**

Las diferentes formaciones geológicas se consideran a nivel de este estudio como complejo hidrogeológico independiente; luego, cada uno de estos complejos se agrupan de acuerdo con su comportamiento hidrogeológico más probable frente a las actividades que se deriven de la construcción y operación de la vía.

Los valores de susceptibilidad por hidrogeología tienen en cuenta además del tipo de porosidad de las formaciones (primaria o secundaria), su grado de consolidación, su resistencia a la degradación por presencia de agua y su permeabilidad. En la Tabla 11-16 se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.

Figura 11-18 Mapa de susceptibilidad por geomorfología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Tabla 11-16 Valores de susceptibilidad por hidrogeología

SÍMBOLO	(UCP)	PESO
Qal	Depósito aluvial	5
Qc	Depósito coluvial	4
Qca	Depósito coluvioaluvial	4
Qft	Depósito fluviotorrencial	4
Qt	Depósito de terraza	4
Qant	Depósito antrópico	3
Kic	Formación Capacho	3
Kitm	Formación Tibú y Mercedes	3
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3
Ksl	Formación La Luna	3
Tpb	Formación Barco	3
Kia	Formación Aguardiente	2
PDo	Ortoneis	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

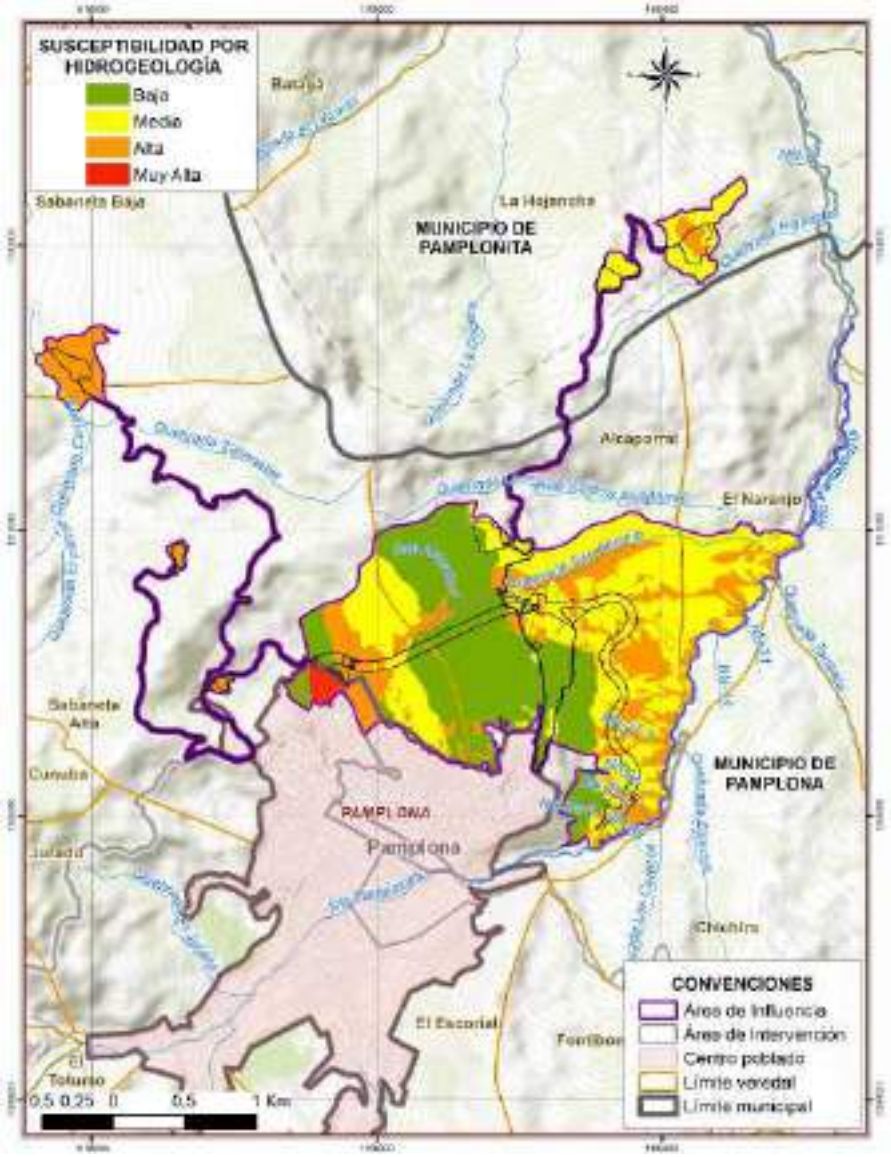
En la Figura 11-19 se muestra la susceptibilidad a movimientos en masa por la variable hidrogeología. El 34% del área presenta susceptibilidad por factores hidrológicos baja; el 40% del área presenta susceptibilidad moderada; el 24% del área presenta susceptibilidad alta; y el 2% del área de influencia presenta susceptibilidad muy alta.

Figura 11-19 Susceptibilidad por hidrogeología

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-20 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la variable hidrogeología.

Figura 11-20 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Cobertura de la tierra (SC)**

Las coberturas vegetales son elementos naturales de protección del suelo contra la erosión; según Roldan (2.005; citado por Lianes, 2.008), la vegetación juega un papel muy importante en el proceso de erosión hídrica, pues controla la energía de las gotas de lluvia, mejora la capacidad de infiltración del suelo y disminuye la escorrentía. Los componentes aéreos como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de esta manera, su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo.

De igual forma, los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Morgan, 1.997; citado por Lianes, 2.008); de este modo, la cantidad y calidad de la cobertura vegetal (protección vertical) disminuye notablemente los procesos erosivos (Marchamalo, 2.004; citado por Lianes, 2.008).

Por lo anterior, zonas que presentan coberturas boscosas muestran más estabilidad del relieve y menor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, que otras con suelos expuestos sin cobertura vegetal (canteras y lechos de ríos) o que áreas de cobertura dominada por pastos usualmente utilizadas en labores de ganadería extensiva.

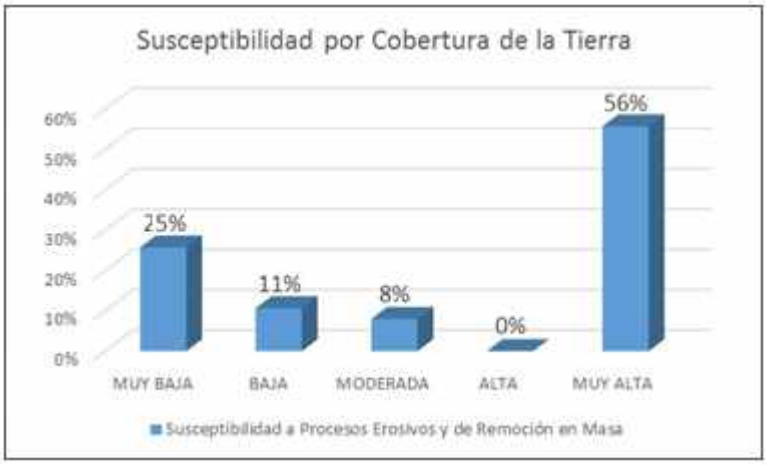
Tabla 11-17 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (UCP)	PESO
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Mosaico de pastos y cultivos	5
Pastos arbolados	5
Pastos enmalezados	5
Pastos limpios	5
Río	5
Zonas de extracción de material de construcción	5
Construcciones Rurales	3
Red vial	3
Tejido urbano continuo	3
Tejido urbano discontinuo	3
Zonas comerciales	3
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2
Tros cultivos permanentes arbustivos	2
Arbustal denso alto	1
Arbustal denso bajo	1
Bosque de galería y ripario	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 11-21 muestra que el 56% de la UF2 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por cobertura de la tierra, correspondiente a las áreas dominadas por pastos; el 25% presenta susceptibilidad muy baja, relacionada con áreas boscosas; el 11% del área presenta susceptibilidad baja mientras que el 8% presenta susceptibilidad moderada a dichos procesos.

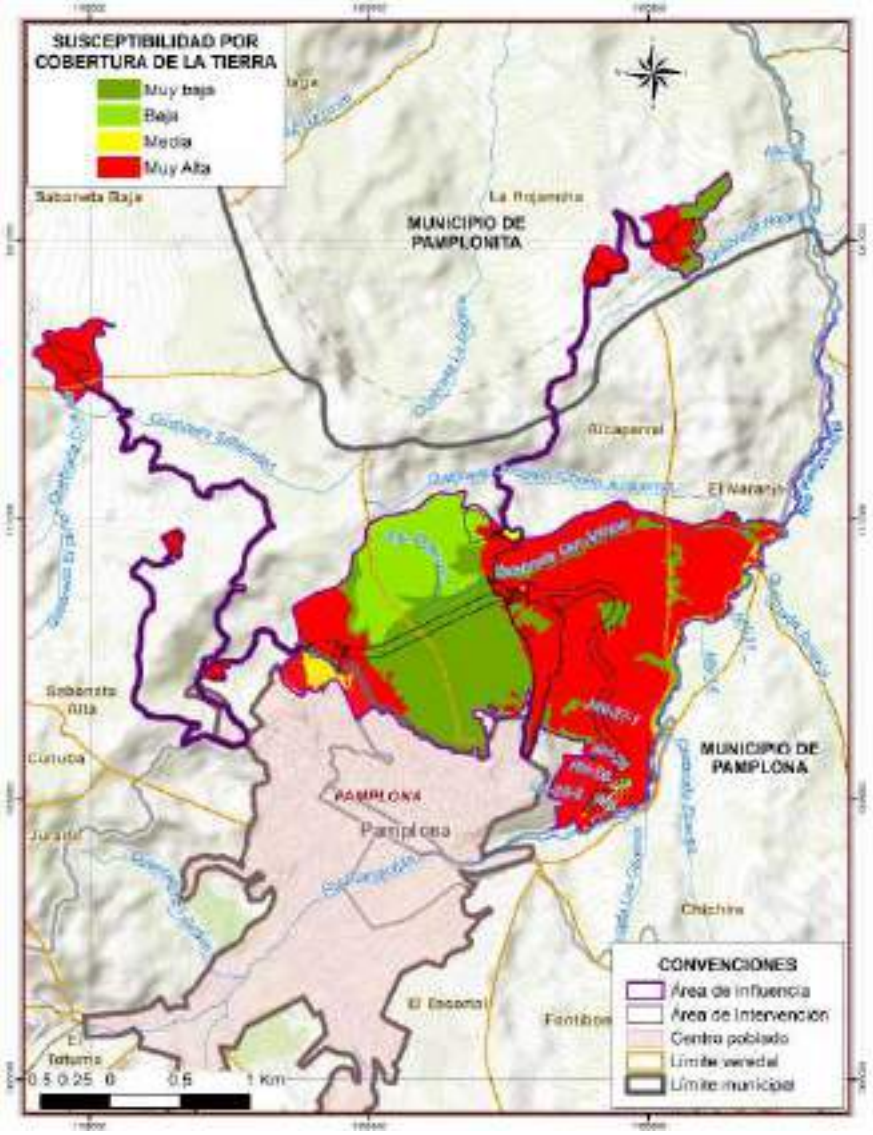
Figura 11-21 Susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-22 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por cobertura de la tierra.

Figura 11-22 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Densidad de drenajes (SD)**

El cálculo de densidad de drenaje se realizó mediante procesamiento de la red en SIG; calculando la densidad de drenajes por unidad de área (m/m²), con un radio de influencia de 100m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera (ver Tabla 11-18).

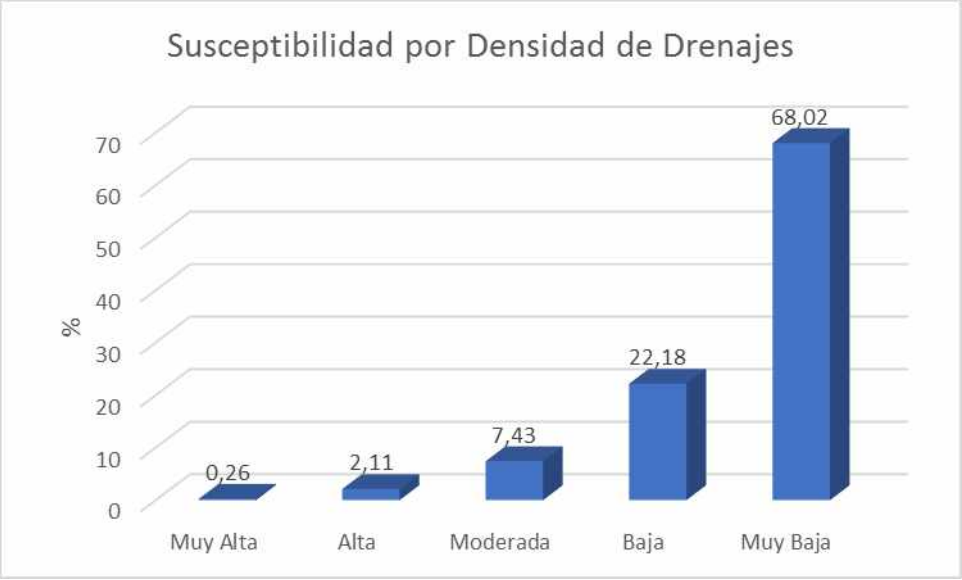
Tabla 11-18 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m²)	Peso
0 – 0,005	1
0,006 – 0,015	2
0,016– 0,025	3
0,026 – 0,035	4
> 0.035	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-23 se muestra que el 68% del área de influencia presenta muy baja susceptibilidad a fenómenos de remoción por densidad de drenajes, el 22% es de susceptibilidad baja, el 7% es de susceptibilidad moderada y el 2% del área presenta susceptibilidad alta.

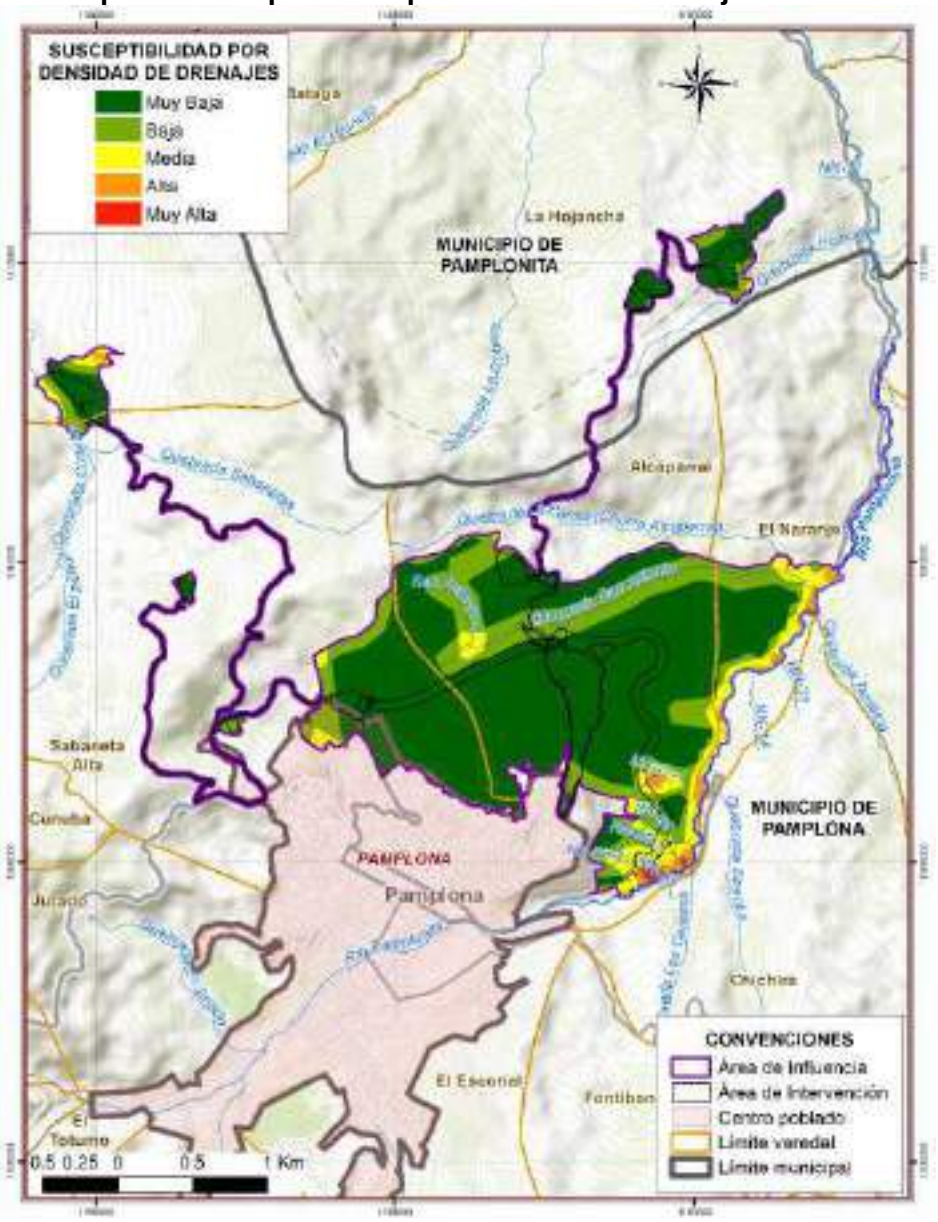
Figura 11-23 Susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-24 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por densidad de drenajes.

Figura 11-24 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Densidad de Fallas Geológicas (SF)**

El estado de fracturación de las rocas depende de la presencia y magnitud de las fallas geológicas, fracturas y sistemas de diaclasamiento, las cuales permiten en los macizos

rocosos el desarrollo de procesos de meteorización, y desarrollo de zonas de debilidad de las mismas, que las hacen más susceptibles a fallamiento e inestabilización del terreno. La calificación se estableció considerando la densidad de fallas en cada punto del Área de Influencia, considerando un radio de 1000m, utilizando los valores de ponderación de la Tabla 11-19.

Tabla 11-19 Ponderación de fallas según su tipo

Tipo de fallas	Ponderación
Falla definida	4
Falla inferida	3
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	3
Lineamiento fotogeológico	3
Pliegue anticlinal	2
Pliegue sinclinal definido con cabeceo	2
Eje Sinclinal	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Mediante el procesamiento de la información en SIG se hizo el cálculo de la densidad de fallas por unidad de área (m/m²), estableciendo el radio de influencia mencionado de 1000 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera.

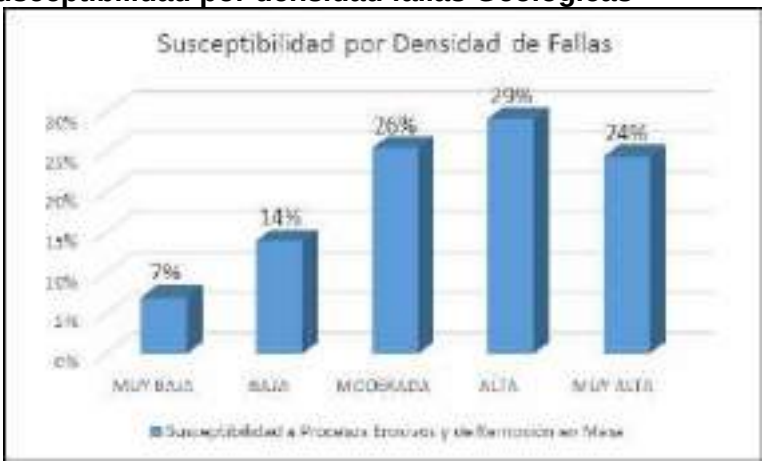
Tabla 11-20 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m²)	Peso
0.000 – 0.003	1
0,004 - 0,006	2
0,006 - 0,009	3
0,010 - 0,012	4
> 0.012	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-25 se muestra que el 24% del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por densidad de fallas geológicas; el 29% del área es de alta susceptibilidad; el 26% de moderada; el 14% de baja susceptibilidad y el 7% de muy baja susceptibilidad.

Figura 11-25 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-26 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.

- **Pendientes del Terreno (SP)**

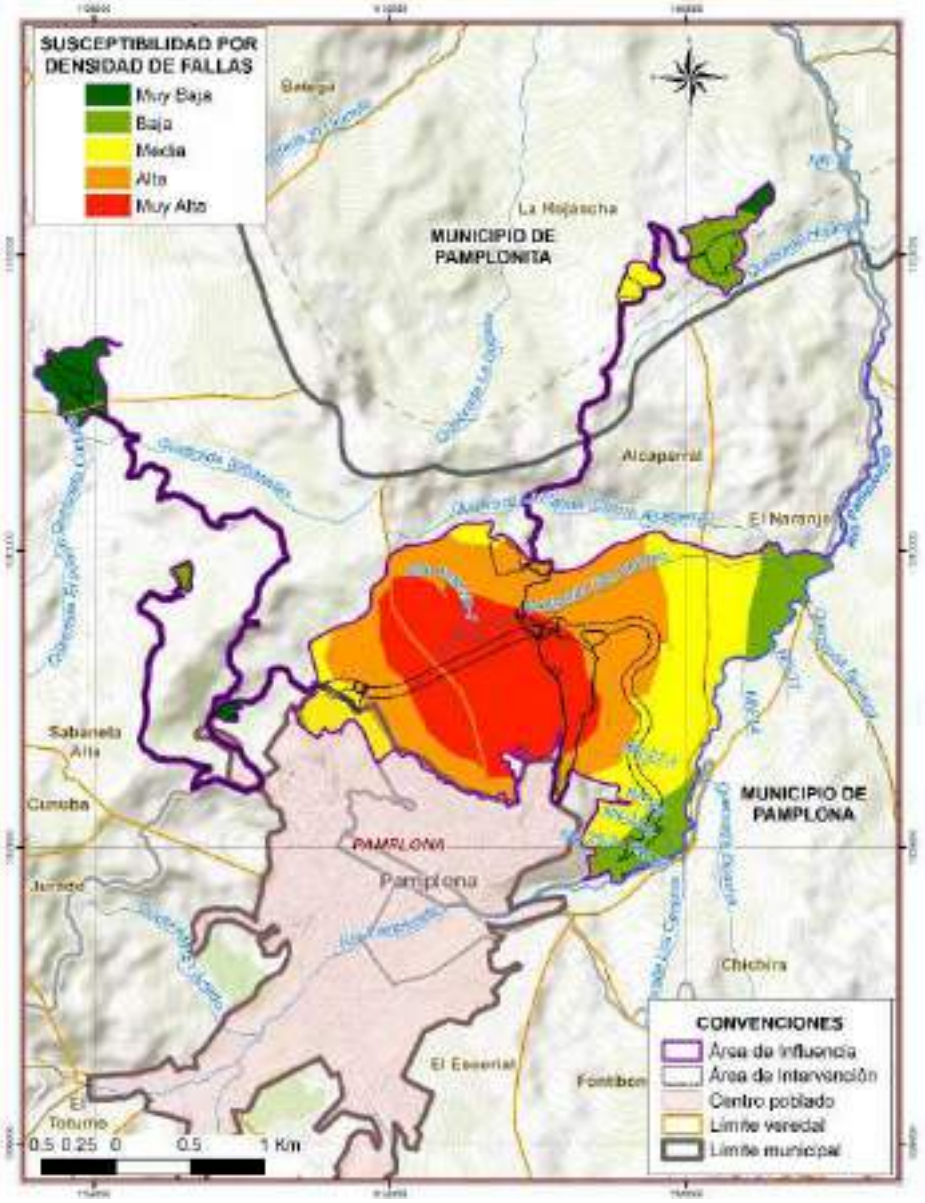
El grado de inclinación de las laderas naturales, favorece o disminuye la resistencia al corte de los diferentes materiales que conforman los taludes sobre el área de influencia. Se establecieron cinco categorías (con pesos de 1 a 5), donde a las pendientes escarpadas y muy escarpadas se les asignó el peso más alto, mientras que a los terrenos ligeramente planos y planos se les asignó el peso más bajo.

Tabla 11-21 Valores de susceptibilidad por pendientes

Unidad Cartográfica de Parámetro		Peso	Susceptibilidad
0-1%	Plano	1	Muy Baja
1-3%	Plano a Ligeramente Plano	1	Muy Baja
3-7%	Ligeramente Inclinado	2	Baja
7 -12%	Moderadamente Inclinado	3	Moderada
12 - 25%	Fuertemente Inclinado	3	Moderada
25 -50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	4	Alta
50-75%	Moderadamente Escarpado o Moderadamente Empinado	4	Alta
>75%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 11-26 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 11-27 muestra que el 74% del Área de Influencia de la UF 1 es de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa según la inclinación del terreno (pendientes entre 25-75%), el 22% es de susceptibilidad moderada (pendientes entre 7-25%), el 3% es de muy alta susceptibilidad (pendientes >75%) y menos del 2% presenta baja o muy baja susceptibilidad ((pendientes <7%).

Figura 11-27 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 11-28 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.

- **Morfodinámica (SE)**

Mediante la interpretación de imágenes y trabajo de campo se realizó la cartografía de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; esto permitió establecer áreas y tipos de procesos erosivos que caracterizan el área de influencia; la Unidad Funcional 1 se trabajó con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017), de Bing y fotografías aéreas del año 1992 suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Para la evaluación de la morfodinámica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

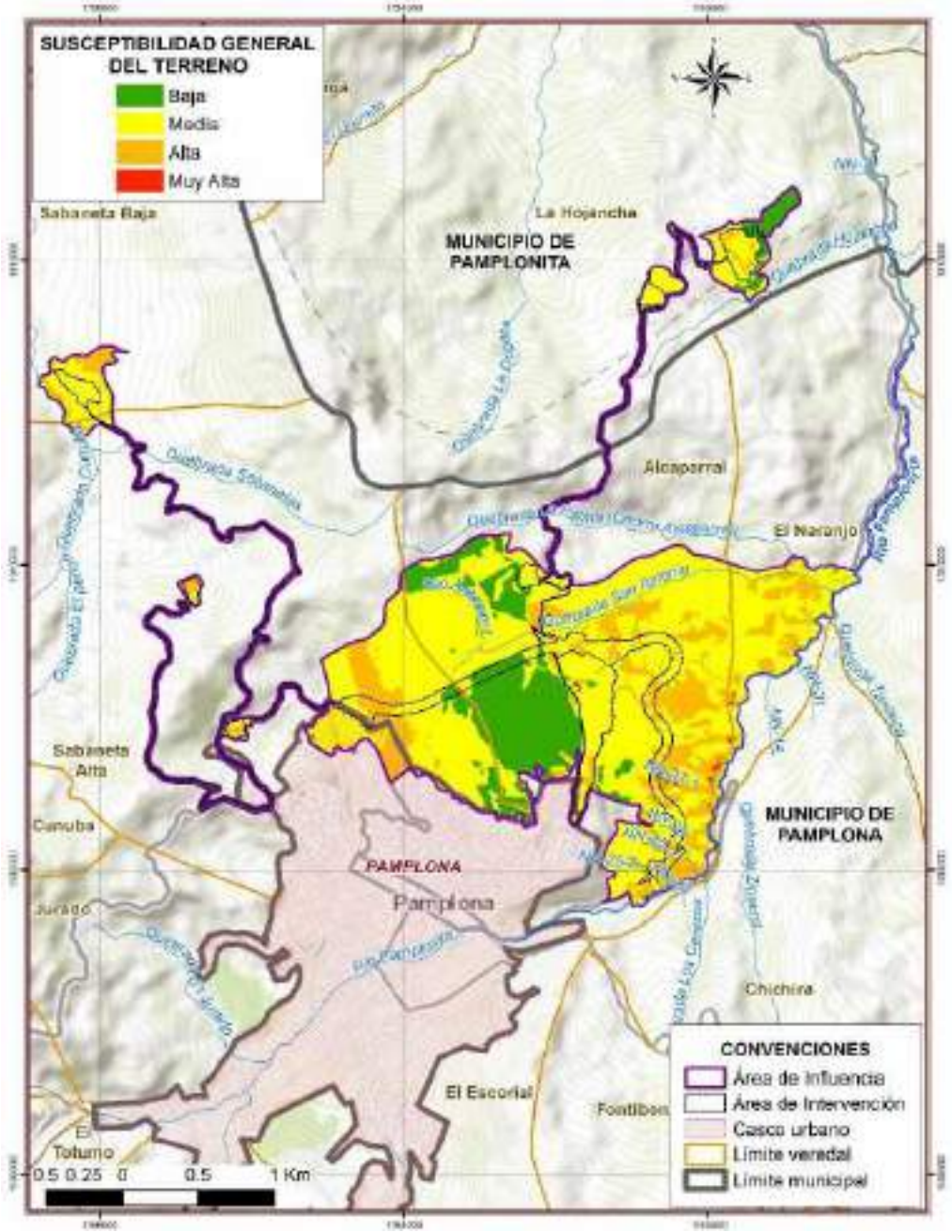
- Interpretación de imágenes georreferenciadas y fotografías aéreas.

- Trabajo de campo. Se hicieron recorridos de campo en el área de influencia y se obtuvo un inventario de procesos morfodinámicos, debidamente georreferenciados.

- Para la cartografía de los procesos asociados a deslizamientos activos e inactivos se obtuvieron unidades de área.

- Se identificaron procesos morfodinámicos asociados a deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados con obras de contención, desprendimientos de rocas y explotación de canteras; delimitando aproximadamente las áreas que encierran dichos procesos mediante polígonos y resaltando con líneas los escarpes y cicatrices de deslizamiento.

Figura 11-28 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos, considerados de susceptibilidad muy alta; en segundo lugar de acuerdo con la susceptibilidad del terreno se encuentran los procesos de remoción en masa inactivos, cuya susceptibilidad es alta; las áreas estabilizadas con obras civiles, que corresponden a sitios con deslizamientos estabilizados con obras como muros de concreto y anclajes, se consideran de susceptibilidad moderada;

las áreas de cantera o con erosión en cárcavas también se clasifican como de susceptibilidad moderada (Ver Tabla 11-22).

Tabla 11-22 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos

Procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa	Peso
Deslizamiento activo	5
Deslizamiento inactivo	4
Deslizamiento estabilizado	3
Desprendimiento de rocas	3
Cantera	3
Erosión en cárcavas	3

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-29 se muestra que la mayor parte del área, con un 96% del total es de muy baja susceptibilidad a procesos de remoción por influencia de procesos morfodinámicos, correspondiente a las zonas donde no existen procesos erosivos o estos se limitan a erosión laminar; y un 2% del área presenta susceptibilidad muy alta, correspondiente a las zonas afectadas por procesos de remoción en masa activos, en los que se tuvieron en cuenta incluso procesos menores de pequeños movimientos con desprendimientos superficiales originados en terracetas por sobrepastoreo. El restante 2% del área es de susceptibilidad moderada a alta, correspondiente a las zonas de erosión en cárcavas, y zonas estabilizadas con obras civiles o con rasgos de procesos inactivos.

Figura 11-29 Susceptibilidad por Morfodinámica

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-30 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por morfodinámica.

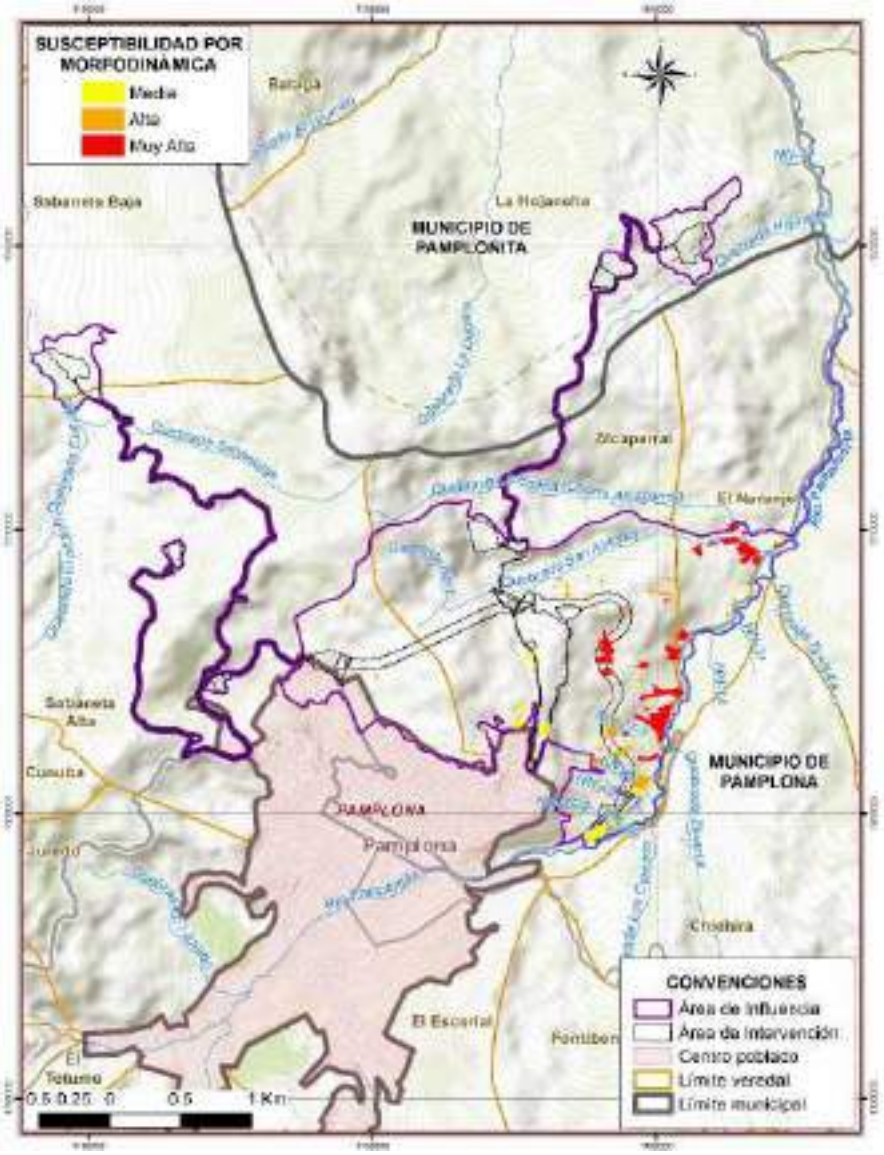
- **Susceptibilidad General del Terreno (ST)**

El mapa de susceptibilidad general del terreno se elaboró mediante análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), sumando digitalmente los ocho mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de procesos de erosión y remoción en masa. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, así:

$$ST = SL + SG + SH + SC + SD + SF + SP + SE$$

Dónde:
ST = Susceptibilidad del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.
SL = Susceptibilidad del parámetro litología.
SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.
SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.
SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.
SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.
SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.
SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.
SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.

Figura 11-30 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 13 y 34. Se establecen los siguientes intervalos para la categorización del mapa de susceptibilidad general del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa, como se muestra a continuación en la Tabla 11-23.

Tabla 11-23 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno

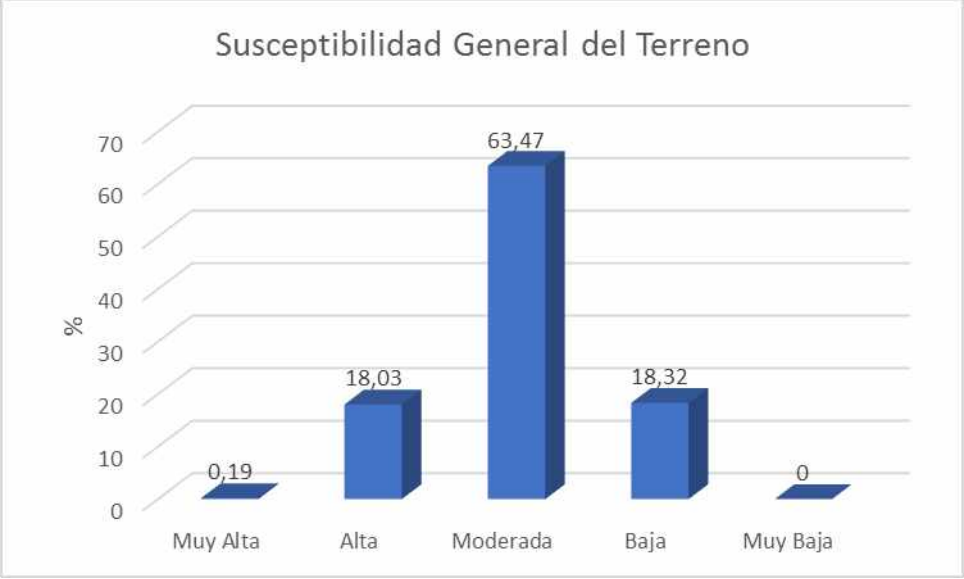
INTERVALOS	PESO	CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD
1 – 8	1	Muy Baja
9 – 16	2	Baja

INTERVALOS	PESO	CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD
17 – 24	3	Moderada
25 – 32	4	Alta
> 32	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-31 se observa la distribución de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de influencia. El 63% del área es de moderada susceptibilidad a movimientos en masa, correspondiendo a zonas con procesos menores, inactivos o esporádicos de remoción en masa, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. El 18% es de baja a muy baja susceptibilidad, relacionado con zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa, en donde la combinación de parámetros como litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distanciado de fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea, favorecen la estabilidad geotécnica; finalmente, el restante 18% del Área de Influencia es de alta susceptibilidad, con zonas de depósito coluvial, de suelos residuales arcillosos húmedos o de rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.

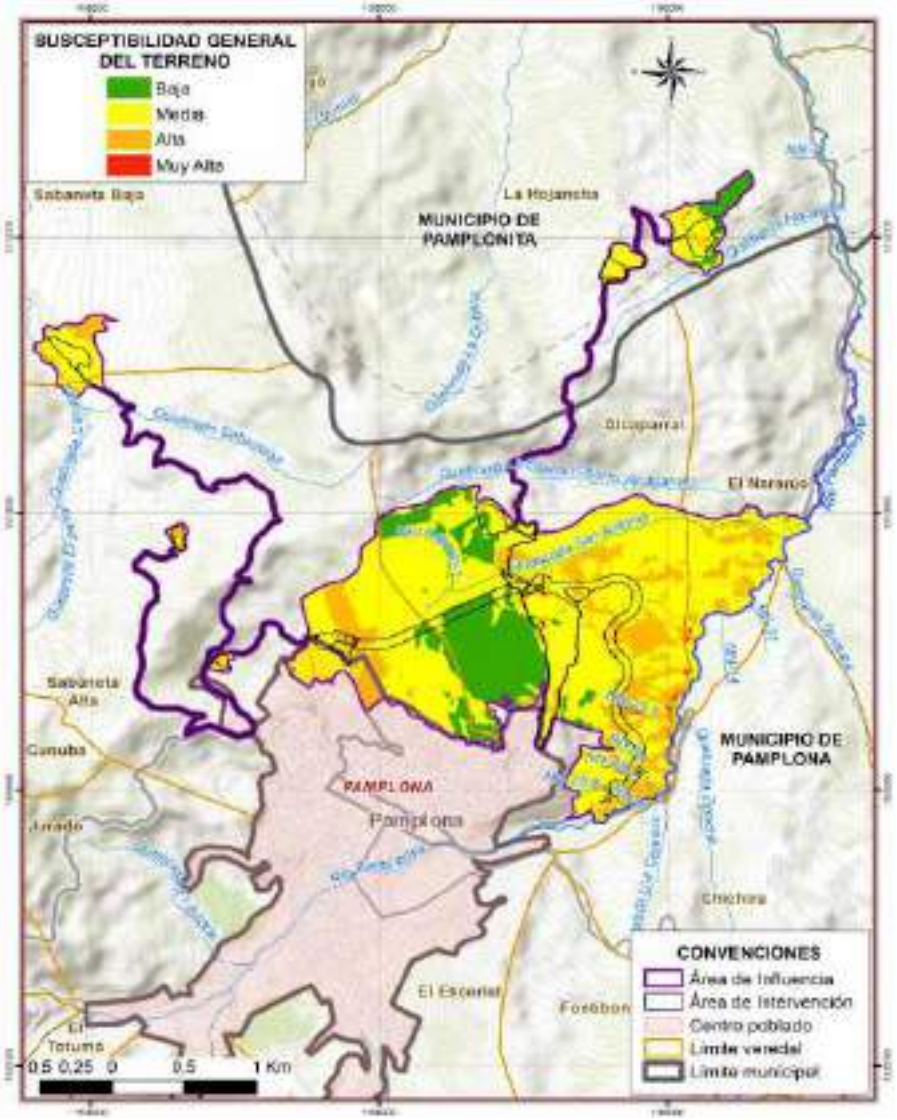
Figura 11-31 Susceptibilidad general del terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-32 se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.

Figura 11-32 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Factores detonantes**

Los factores desencadenantes o detonantes que se contemplaron en la ejecución del modelo son precipitación y sismicidad.

- **Precipitación (FP)**

La precipitación, principalmente en periodos invernales, se define por su intensidad, duración y distribución espacial. La relación lluvia-deslizamiento varía de un sitio a otro dependiendo de las condiciones locales de la zona, como la humedad, el tipo y uso del suelo, y topografía, entre otros.

El componente de escorrentía de la precipitación, usualmente es considerado un agente de erosión superficial o de erosión lineal con formación de surcos y cárcavas. La escorrentía tiene un efecto importante en la movilización de los materiales arrancados por los deslizamientos someros y profundos y en la generación de deslizamientos en las márgenes de las corrientes, por erosión lateral y socavación de orillas, que aumenta el valor de sus pendientes hasta hacerlas inestables. En la Tabla 11-24 se presentan los rangos de precipitación y su calificación asociados como factor detonante de procesos erosivos y de de remoción en masa.

Tabla 11-24 Intervalos de categoría de precipitación

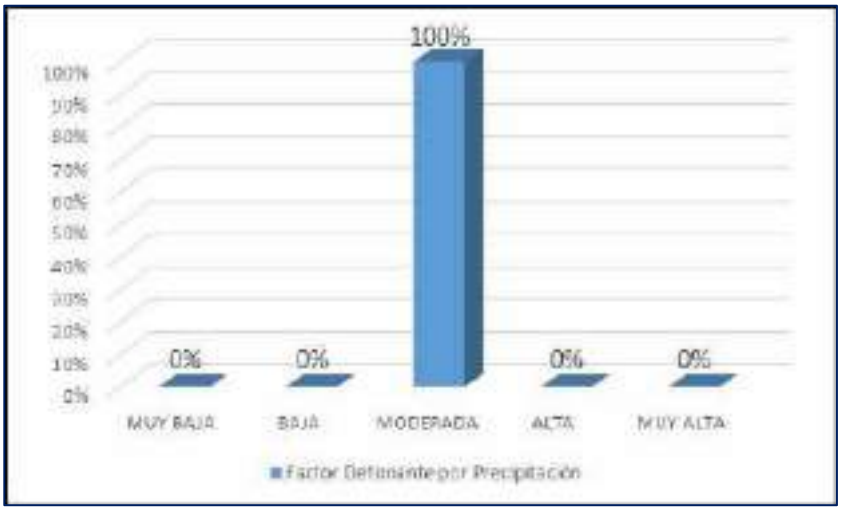
Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
0 a 200	Muy Baja	1
200 – 800	Baja	2
800 – 1500	Moderada	3
1500 – 2500	Alta	4
>2500	Muy Alta	5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 11-33 y la

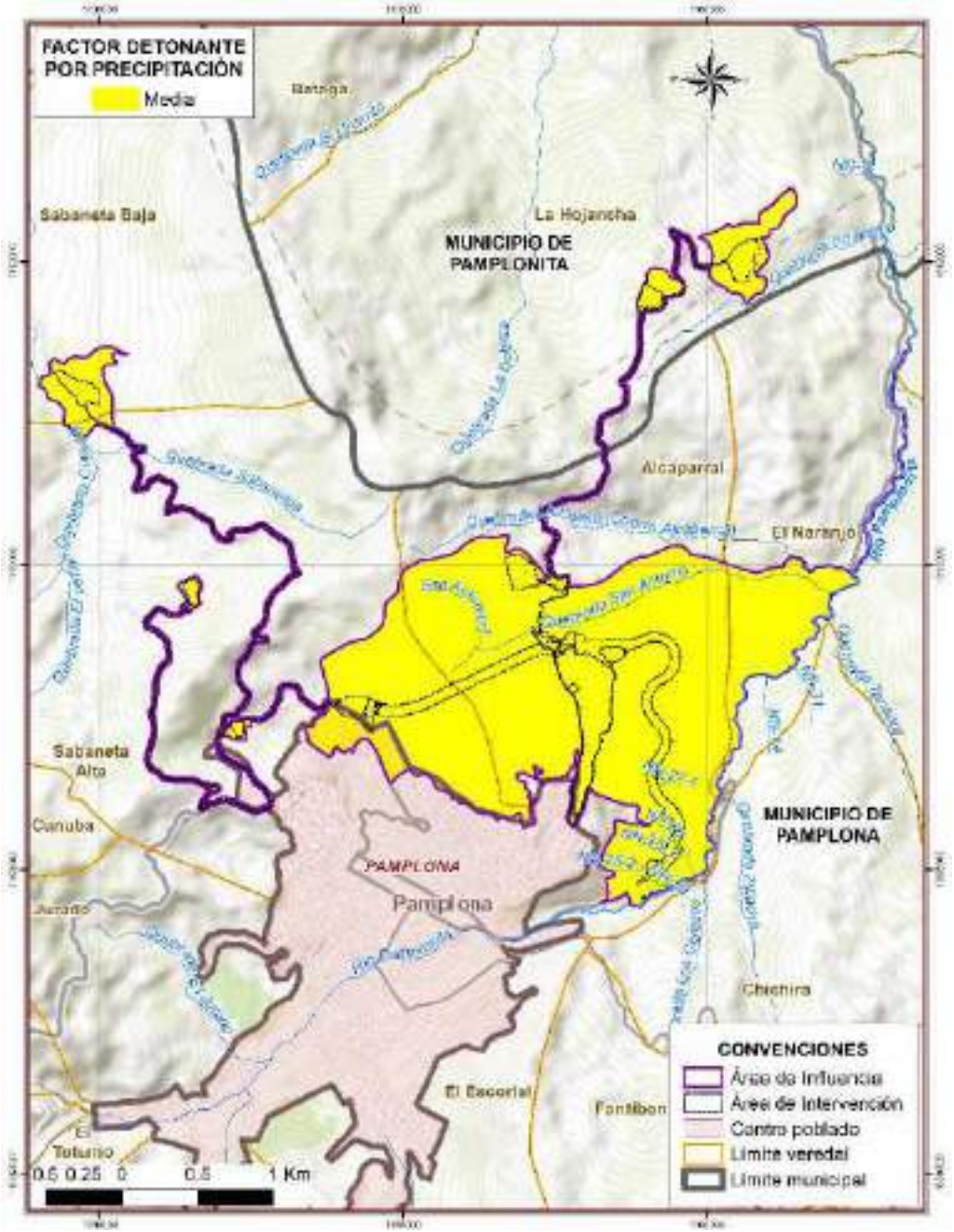
Figura 11-34 muestran la influencia de la precipitación como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa en la Unidad Funcional 1; con el 84% del área con susceptibilidad baja y el 16% con susceptibilidad moderada a movimientos en masa.

Figura 11-33 Factor detonante por Precipitación



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 11-34 Factor detonante por precipitación



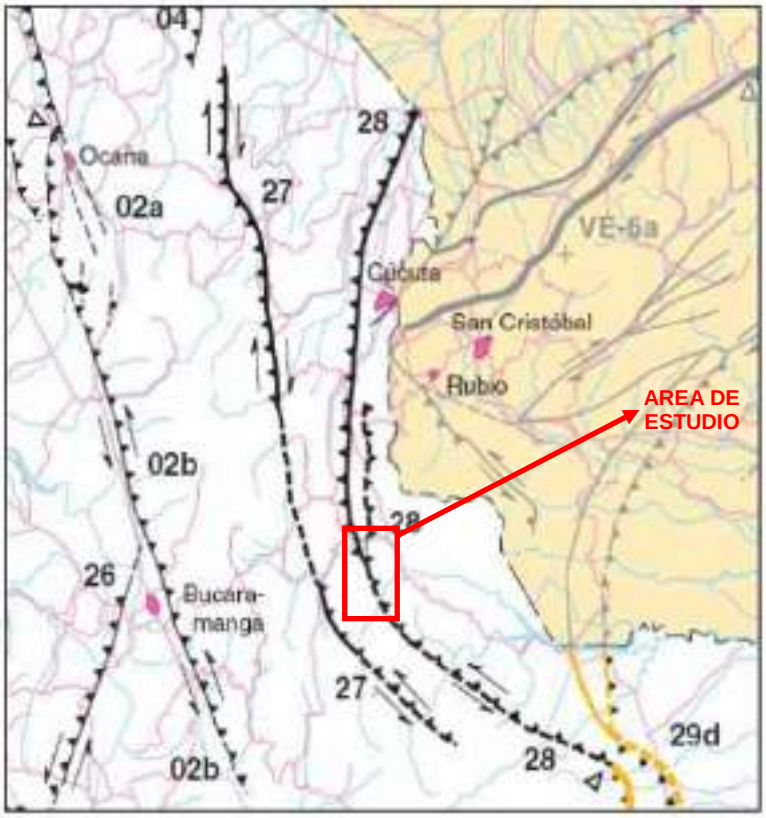
Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Sismicidad (FS)**

La Unidad Funcional 1 se encuentra dentro de una región geográfica afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica, con la consecuente generación de eventos sísmicos. En la zona donde se encuentra la Unidad Funcional 1 se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N-S, que conforman bloques y pliegues en dirección NNE-SSW. El área de influencia, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectonoestratigráfica de dicho departamento, considerada subprovincia geológica de la cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Terciario-Paleoceno. En la Figura 11 35 se puede observar el fallamiento geológico de la zona, notándose que el área de estudio es cruzada por el sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

La historia de Colombia registra más de un centenar de sismos destructores, ubicados principalmente en la región andina, el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y el Océano Pacífico, y con menor frecuencia en el Caribe. Las extensas fallas que delimitan las cadenas montañosas, y las zonas de convergencia de placas litosféricas que se hallan en el territorio colombiano, muestran también evidencias de actividad sísmica en el pasado geológico reciente, sugiriendo posibles zonas de generación de sismos.

Figura 11-35 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)

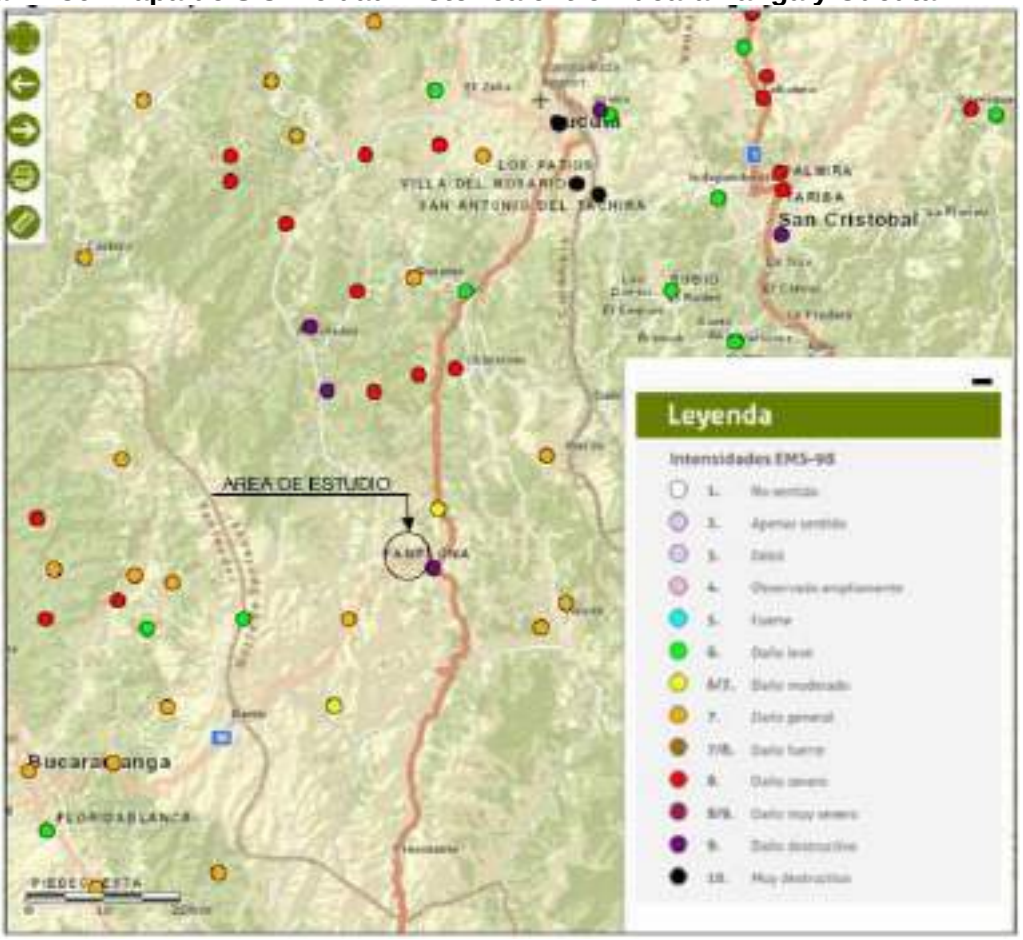


Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

La

Figura 11-34 muestra el mapa de sismicidad histórica en Colombia suministrado en su página Web por el Servicio Geológico Colombiano, en la región que cubre la zona entre Bucaramanga y Cúcuta. La Unidad Funcional 1 queda en cercanías del casco urbano del municipio de Pamplona, ubicado aproximadamente en la parte central de la Figura. Se destaca el registro histórico de sismos con intensidades de daño general, severo y destructivo en la región; especialmente el sismo de daño destructivo ocurrido en Pamplona el 15 de febrero de 1796, a escasos kilómetros de la UF1.

Figura 11-36. Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta



Fuente: Mapa sismicidad histórica de Colombia – Servicio Geológico Colombiano

El Servicio Geológico Colombiano en el mapa nacional de amenaza sísmica integra los avances en el conocimiento de la tectónica regional, de la actividad de las estructuras sismogénicas en Colombia, y de los efectos de la atenuación en la transmisión de ondas sísmicas. Estos conocimientos provienen de las nuevas fuentes locales de información instrumental, de los estudios de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, de la información más completa de los efectos de sismos históricos y de la disponibilidad de bases de datos globales estandarizadas y, en general, de los avances en el conocimiento en el tema de la amenaza sísmica.

Para este estudio de impacto ambiental el factor detonante por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), el cual presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA (cm/s²) en un rango desde 50 – 250 PGA como se ilustra en la Tabla 11-25.

Tabla 11-25 Intervalos de categorías de sismicidad

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Susceptibilidad
0 – 50 PGA (cm/s²)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s²)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s²)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s²)	4	Alta
>350 PGA (cm/s^2)	5	Muy alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La totalidad del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 se ubica en el rango de 250 a 350 PGA, que corresponde a amenaza sísmica alta (Ver
Figura 11-37), Lo cual va en línea con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, que cataloga el Municipio de Pamplona como de amenaza sísmica alta, con valores de aceleración horizontal pico efectiva Aa de 0.30, y de velocidad pico efectiva Av de 0.25.

- **Amenaza geotécnica del terreno (ZG)**

La amenaza relativa del terreno se establece considerando la interacción de los factores intrínsecos y los factores desencadenantes o detonantes que intervienen en la generación de procesos de remoción en masa y erosivos. Para la elaboración del mapa de amenaza relativa se emplearon como factores detonantes la precipitación y la amenaza sísmica, empleando el siguiente algoritmo:

$$ZG=ST * (FP + FS)$$

Donde:
ZG = Zonificación Geotécnica (Amenaza relativa del terreno por procesos erosivos y de remoción en masa).
ST = Susceptibilidad total del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.
FP = Factor detonante por precipitación.
FS = Factor detonante por sismicidad.

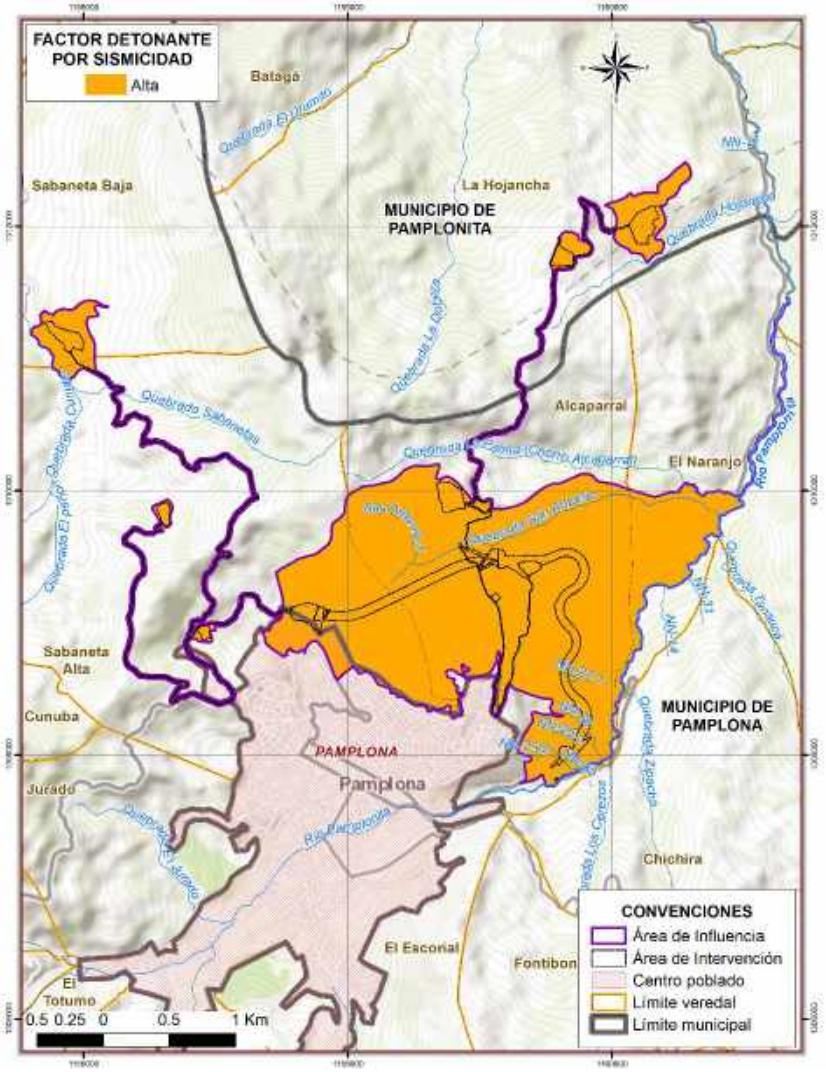
La zonificación geotécnica del área de estudio se dividió en cinco categorías de amenaza (Tabla 11-26), que van desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

Tabla 11-26 Categorías para la zonificación geotécnica

Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 5	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
6 – 15	IIIA	Baja	Alta	2
16 – 25	II	Moderada	Moderada	3
26 – 35	IB	Alta	Baja	4
>35	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 11-37 Mapa de factor detonante por sismicidad



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

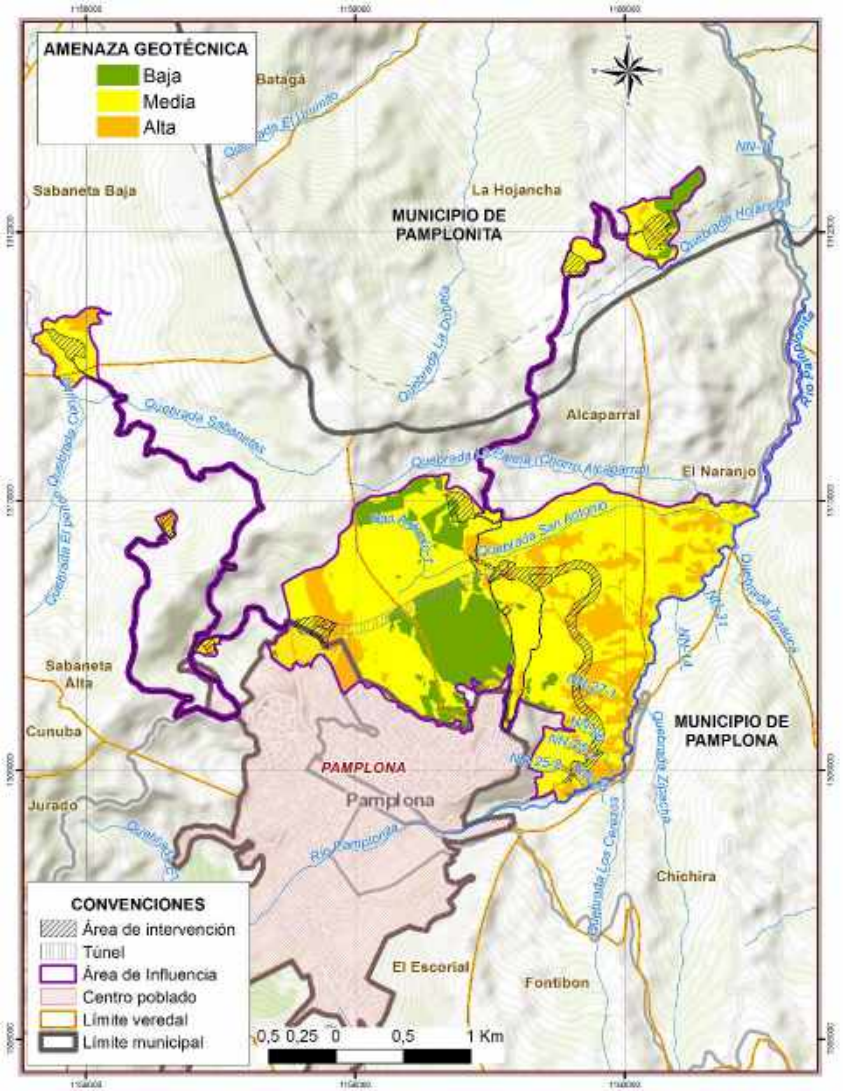
En la Figura 11-38 y en la Figura 11-39 se observa la distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del área de influencia, donde el 63% es de amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18% presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

Figura 11-38 Distribución de amenaza geotécnica

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Tabla 11-27 se muestran los resultados de las características de las áreas resultantes en la clasificación de zonificación geotécnica por procesos erosivos y de remoción en masa.

Figura 11-39 Mapa de amenaza geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Tabla 11-27 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
IIIB	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa, relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 2 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.	0
IIIA	Baja	Alta	Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta	100,1

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
			humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.	347,25
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.	99,5
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 2 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.	0

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- Inundación

Las inundaciones son fenómenos producidos por el aumento de caudales con desborde del cauce normal de los cuerpos de agua, ocurren en época de invierno y afecta especialmente las zonas de bajas topográficas y planicies, tienen una dinámica específica en el año de acuerdo con el comportamiento hidrológico de la zona, de acuerdo a los análisis realizados de los caudales máximos y medios suele ser en el periodo comprendido entre los meses de marzo a mayo y el segundo periodo entre octubre y noviembre, caracterizándose por elaumento del nivel del agua, llegando en algunos casos al desborde e inundación de la zona aledaña a la ribera del río.

El estudio referente a nivel nacional y de mayor relevancia fue realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, para evaluar la susceptibilidad a inundación en todo el territorio nacional a escala 1:100.000. Para esto, el instituto tomó como línea base los meses de octubre y diciembre de 2001 (condiciones meteorológicas normales) para realizar los análisis espaciales, acompañados de fotointerpretación para zonificar el territorio nacional en zonas inundables periódicamente (por recurrencia de eventos), zonas inundadas (cota alcanzada durante el fenómeno de la Niña 2010 – 2011)

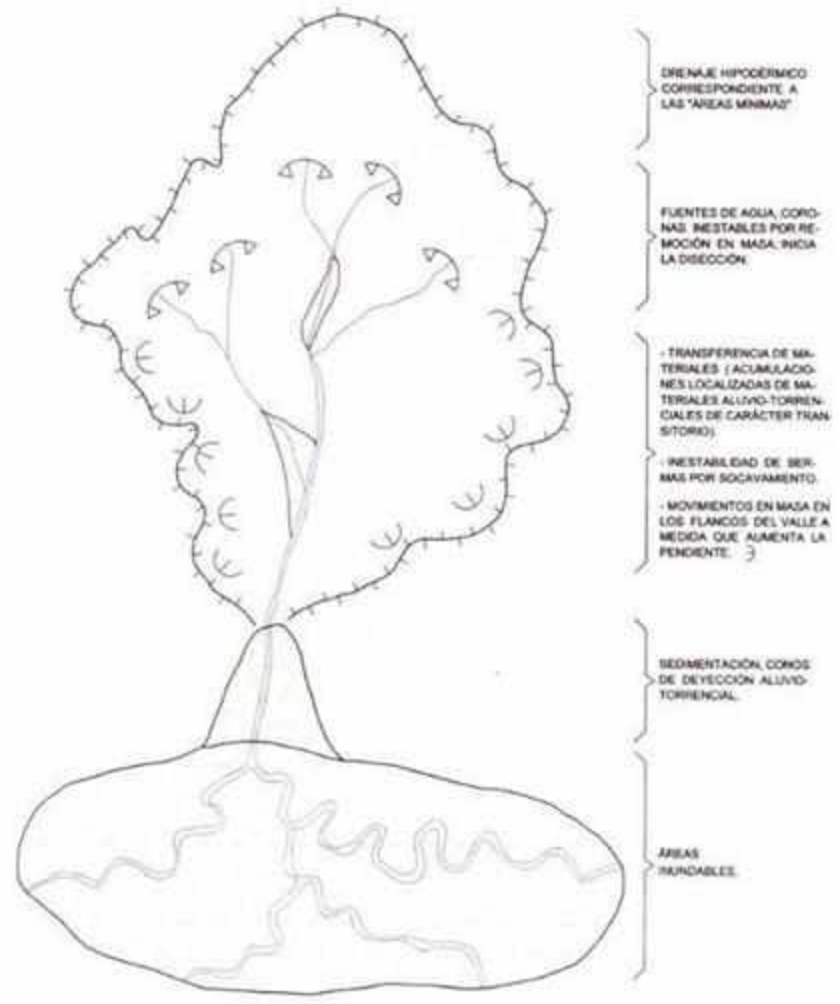
y zonas susceptibles a inundación (extraídas con base en el análisis de sistemas morfogenéticos del territorio nacional en el año 2010 (IDEAM 2012).

Según Flórez (2003), los modelados aluviales[3] resultan de la dinámica fluvial de las corrientes de agua. Un sistema fluvial se entiende bajo el concepto de sistema de transferencia que corresponde con una cuenca hidrográfica en la que se diferencian áreas de la cuenca o sectores del cauce del drenaje llamados básicamente “área de aporte”, “transporte” y “sedimentación”, elementos que conforman una cadena

Área de aporte: Las partes altas de una cuenca reciben el agua lluvia, la concentran, y por escurrimiento y disección, el caudal y los sedimentos van a los ejes de drenaje.

- Área de transporte. El proceso es básicamente el transporte, aunque por disección hay también arranque de materiales en el fondo y márgenes, que se incorporan como sedimentos a las corrientes.
- Área de sedimentación. En las partes bajas (piedemontes o bordes de llanuras) disminuye su competencia y capacidad de carga, con la pérdida notable de su pendiente longitudinal, y ocurre sedimentación en conos aluviales o aluvio-torrenciales. Por la baja profundidad del cauce, sus aguas se desbordan durante el periodo lluvioso, formando áreas de inundación y desborde de las corrientes de agua en la llanura aluvial (partes bajas o depresionales).

Figura 11-40 Sistema de Transferencia



Fuente: (Arango, 2001)

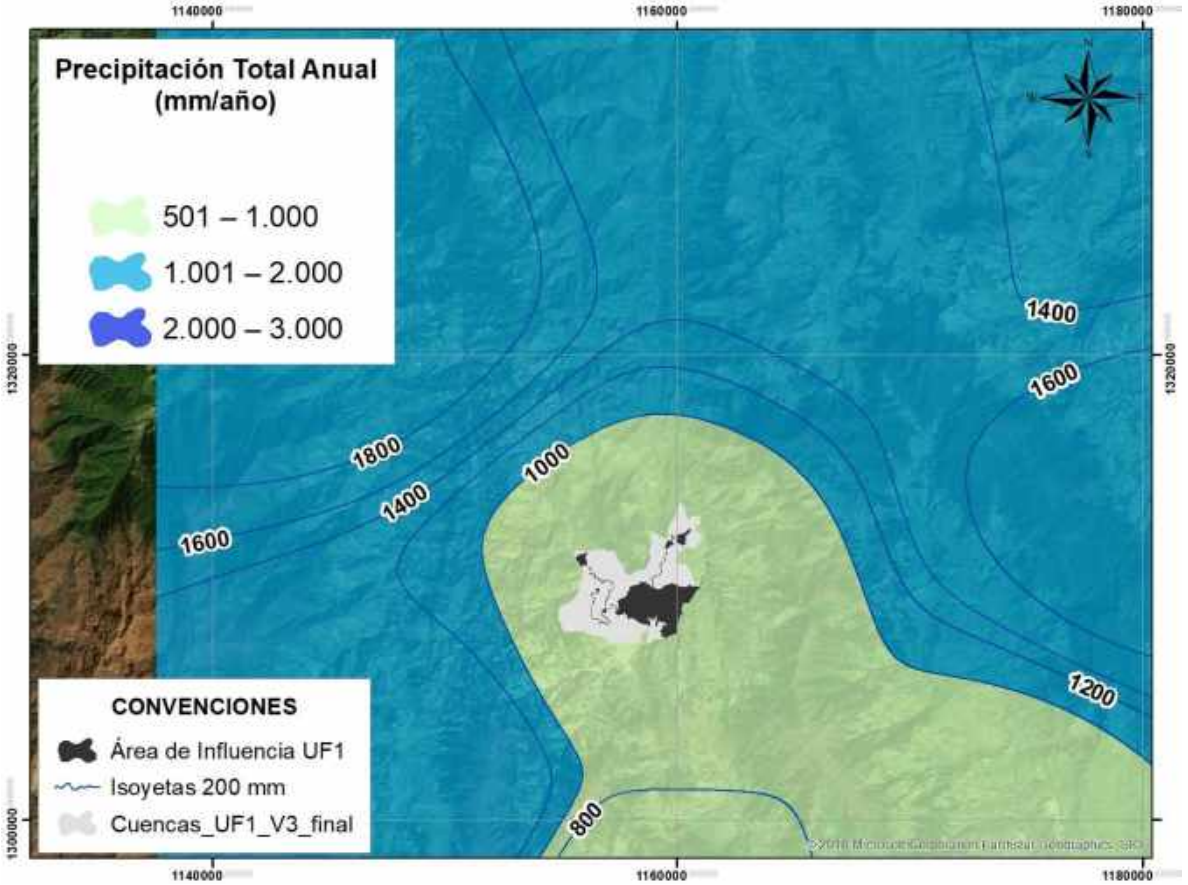
La zonificación por inundación se realizó utilizando un sistema semicuantitativo, siguiendo los procedimientos de zonificación del sistema de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación, descritos por Varnes y Van Westeen.

De acuerdo con lo anterior, para el estudio de zonificación de amenazas se tuvieron en cuenta dos aspectos relacionados con la geomorfología de los terrenos del área de influencia del proyecto, que corresponden al paisaje y las unidades geomorfológicas.

Se definió como factor detonante de las inundaciones a la precipitación, la razón es que su ocurrencia siempre está asociada al incremento de los caudales superficiales de las fuentes de agua y la posibilidad de desbordamiento de los cauces, trayendo como consecuencia dicho fenómeno natural.

La precipitación en el caso de la UF 1 se categorizó con base en un solo escenario de precipitación debido que el área de influencia e incluso las cuencas transversales a esta se encuentran dentro de la influencia de una sola estación, ISER Pamplona, además tras la definición de las isoyetas y zonificación de la precipitación no hay importantes cambios en el régimen de lluvias (ver Figura 11-41).

Figura 11-41 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

La evaluación de la amenaza por inundación se definió así:

$$Ai = (0{,}7 * SG) + (0{,}3 * P)$$

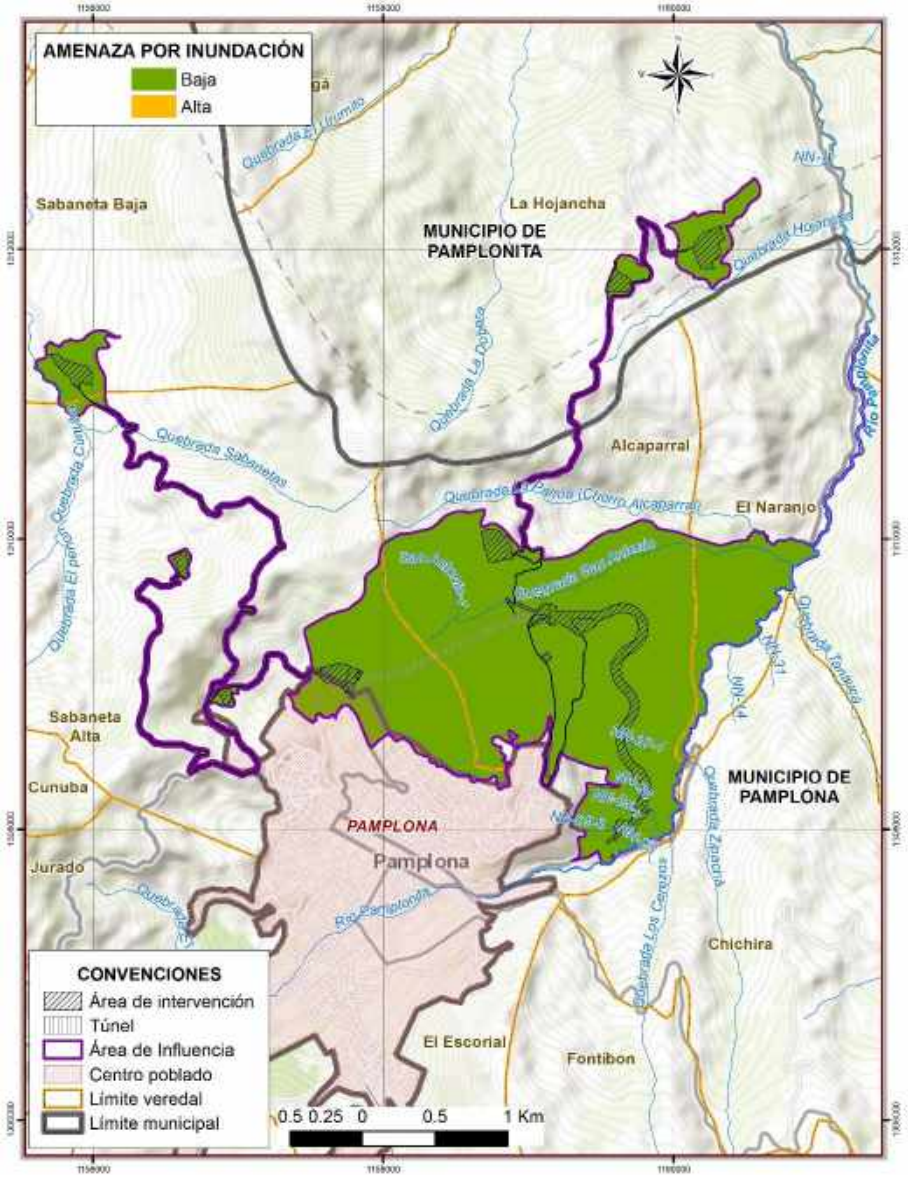
Donde:

Ai	Susceptibilidad por inundación
SG	Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve
P	Precipitación

Aplicando la evaluación anterior, a las condiciones geomorfológicas y la categorización de la precipitación, para el área de influencia del proyecto, se encontró la distribución espacial de las zonas con tendencia a inundaciones, las cuales se pueden observar en la figura.

En el área de influencia las áreas que presentan susceptibilidad a inundación corresponden a las planicies y llanuras de inundación que se encuentran en las laderas del río Pamplonita; debido a las altas pendientes montañosas que convergen en las márgenes del río, hay zonas que se pueden considerar de acuerdo con la amenaza de inundación como muy bajas.

Figura 11-42 Zonificación Susceptibilidad por inundación



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- Avenidas torrenciales

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2017) avenida torrencial corresponde a lo siguiente: *las avenidas torrenciales son procesos tipo flujo que incluyen eventos generados sobre ríos y quebradas de alta montaña y en cuencas con características geomorfológicas que favorecen una alta acumulación de sedimentos sobre el cauce, cambios drásticos en el gradiente del afluente, alta densidad de drenaje y eventos de precipitación. Sus daños a la población y a la infraestructura son de magnitud mayor, al igual que el tiempo necesario para recuperación de las cuencas después de un desastre ocasionado por este fenómeno.*

El análisis de amenaza por avenida torrencial partió de definir cualitativamente la posible torrencialidad de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1. El grado de torrencialidad fue determinado con base en a) coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc) (Arango, 2001) e índice de Melton (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009)

- **Coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc)**

Dicho coeficiente relaciona el perímetro de la cuenca *(P)* con el perímetro de un círculo *(Pc)* que tiene la misma área de la cuenca *(A).* La ecuación es la siguiente:

$$K_c = \frac{P}{P_c} \qquad \rightarrow \qquad K_c = 0{,}2821\ \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Tabla 11-28 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad

Valores de Kc	Forma	Características	Valor
1,00 – 1,25	Compacta o redonda a oval redondeada	Cuenca torrencial peligrosa	5
1,25 – 1,50	Oval redonda a oval oblonga	Presenta peligros torrenciales, pero no iguales a la anterior	3
1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	Son las cuencas que tienen menos torrencialidad	1

Fuente: (Arango, 2001)

El índice de compacidad de las cuencas asociadas a la UF1 es el siguiente:

Tabla 11-29 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF1

Cuenca	Área (km2)	Perímetro (km)	Coeficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)
Brigthon	0,998625	5,31361	1,50
El Buque	3,352887	8,265558	1,65
El Peñon	2,135175	6,33401	1,22
Hojancha	0,951858	5,627817	1,63

Cuenca	Área (km2)	Perímetro (km)	Coeficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)	
La Cruz	0,952945	4,810482	1,39	
La Palma	2,366519	8,208702	1,51	
La Reforma	1,013676	4,988582	1,40	
NN-CA-15	0,268213	2,698032	1,63	
NN13	0,011912	0,543518	1,40	
NN15	0,361272	2,624307	1,23	
NN25	0,350598	3,432551	1,64	
NN26	0,155746	2,413572	1,73	
NN27	0,702014	4,018692	1,35	
NN28	0,10824	1,868078	1,60	
NN3	0,713205	4,30115	1,44	
NN30	0,180032	2,040342	1,36	
NN32	0,269395	3,140892	1,71	
NN42	0,379867	4,262567	1,95	
NN7	0,200911	2,66143	1,68	
Sabanetas	1,286336	5,905957	1,47	
Sabanetas-01	0,024612	0,915066	1,65	
Sabanetas-02	0,013472	0,53504	1,30	
Sabanetas-03	0,065443	1,479388	1,63	
Sabanetas-04	0,033515	0,977784	1,51	
Sabanetas-05	0,047389	1,072264	1,40	
Sabanetas-06	0,029708	0,934787	1,53	
Sabanetas-10	0,016767	0,677639	1,48	
Sabanetas-14	0,173771	2,263331	1,53	
Sabanetas-15	0,854855	4,880163	1,49	
San Antonio	1,7013	7,49984	1,95	

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Índice de Melton**

El índice fue determinado mediante la siguiente ecuación:

$$índice\ de\ Melton = (H_{max} - H_{min}) \times S^{-0,5}$$

Donde:

H_{max} Cota de la altura máxima de la microcuenca (km)
H_{min} Cota de la altura mínima de la microcuenca (km)
S Área total de la microcuenca (km^2)

Figura 11-43 Categorías Índice de Melton

Índice de Melton	Valores
<0,5	1
0,5 – 0,9	2
0,9 – 1,3	3
1,3 – 1,7	4
>1,7	5

Fuente: (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009)

La primicia sobre los resultados es que cuando los valores del índice son superiores a 0,5 la microcuenca presenta torrencialidad (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009). El índice de Melton de las cuencas son los siguientes:

Tabla 11-30 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Cuenca	Índice de Melton		Presenta Torrencialidad
San Antonio	1,39		si
La Palma	1,21		si
El Buque	0,35		no
NN27	1,86		si
NN15	2,33		si
NN13	0,44		no
NN25	0,35		no
NN26	0,41		no
Sabanetas	0,52		si
El Peñón	0,31		no
La Reforma	0,33		no
NN3	0,56		si
NN7	0,41		no
Hojancha	0,51		si
NN42	0,61		si
Brigthon	0,42		no
La Cruz	0,29		no
NN28	0,69		si
NN30	0,69		si
NN32	0,68		si
Sabanetas - 01	0,77		si
Sabanetas - 02	0,34		no
Sabanetas - 03	0,71		si
Sabanetas - 04	0,38		no
Sabanetas - 05	0,69		si
Sabanetas - 06	0,32		no
Sabanetas - 10	0,27		no
Sabanetas - 14	0,09		no
Sabanetas - 15	0,70		si

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Nivel de amenaza por precipitación máxima en 24 horas**

Se evaluó para escenarios con eventos de precipitación máxima en 24 horas en condiciones antecedentes de humedad o AMC III (Chow, Mays, & Maidment, 1994), es decir bajo el mayor potencial de escorrentía, con la hoya hidrográfica prácticamente saturada de precipitaciones anteriores (INVIAS, 2009).

De acuerdo con polígonos de Thiessen, mediante los cuales se definió el área de influencia de las estaciones climáticas donde la estación IDEAM ISER Pamplona cubre el área de influencia y cuencas asociadas a la UF1; los registros diarios van desde el año 1972 hasta la actualidad; la calidad de información fue evaluada mediante la distribución de Gumbel y Pearson Tipo III, la distribución que mejor se ajustó fue la de Gumbel. El procesamiento de la información puede consultarse en los capítulos de línea base o demanda de recursos del presente estudio.

Para el análisis de amenaza por precipitación se determinaron precipitaciones diseño para diferentes periodos de retorno los cuales representan la probabilidad de ocurrencia de ese evento. Las categorías mediante las cuales se evaluó la precipitación máxima en 24 horas para dichos periodos de retorno son las siguientes:

Tabla 11-31 Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno (mm/día)

T_r (años)	PMax24h (mm/día)	Thiessen
2	45,09	
5	55,00	
10	61,73	
25	70,24	
50	76,56	
100	82,82	

Rangos	Valores
<45	1
45 – 52,5	2
52,5 – 60	3
60 – 67,5	4
67,5 - 75	5
>75	6

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Nivel de amenaza por densidad de drenajes**

La densidad de drenaje fue definida por Horton (1.932) como la longitud de los canales (L) por unidad de área (A). Se reconoce que la densidad de drenaje es un valioso indicador de las relaciones entre clima, vegetación y la resistencia del substrato rocoso o edáfico a la erosión.

Según (Arango, 2001) a)…*En sitios donde los materiales del suelo son resistentes a la erosión o muy permeables, y donde el relieve es suave, se presentan densidades de drenaje bajas. Los valores altos de la densidad de drenaje reflejan, generalmente, áreas con suelos fácilmente erosionables o relativamente impermeables, con pendientes fuertes,*

y escasa cobertura vegetal…b)…*los valores grandes de la densidad de drenaje indican mayor abundancia de escurrimiento y valores importantes de erosión*…c)…*Un aspecto específico se nota en la relación de la densidad de drenaje con los caudales máximos y las avenidas. A grandes valores de densidad de la red hidrográfica, corresponden velocidades mayores de desplazamiento de las aguas y un mejor drenaje, lo que se refleja en valores mayores de caudales máximos, subidas rápidas y duraciones totales de las avenidas, generalmente más reducidas…*

La red de drenajes fue definida con base en cartografía IGAC 1:25.000 y ajustada de acuerdo con los recorridos en campo y la ortofoto Lidar con una resolución proporcional a la escala 1:2.000. En la Universidad del Tolima se estudiaron 1283 cuencas hidrográficas a escala 1:25.000 lo cual les permitió definir la siguiente escala de valores para la calificación de la densidad de drenaje, las categorías son las siguientes:

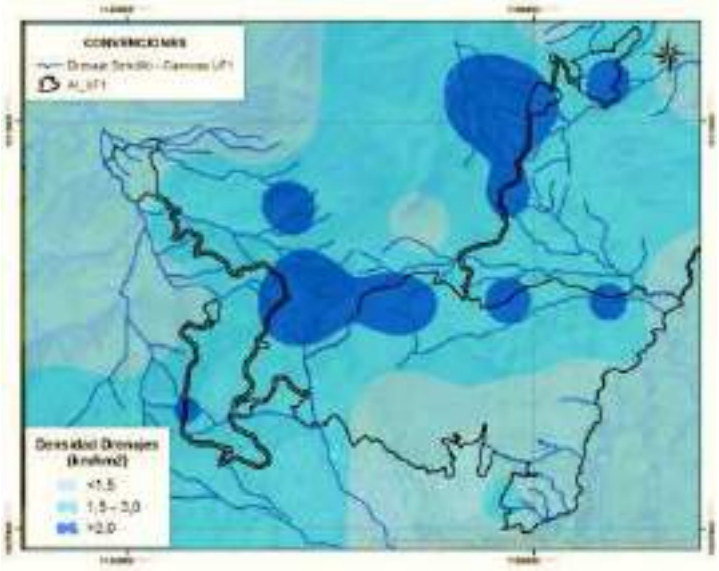
Tabla 11-32 Categorización y características de la densidad de drenaje

Densidad de Drenaje (km/km²)	Característica	Valores
<1,5	Zonas con sistemas de drenaje deficiente	1
1,5 – 3,0	Condiciones medias	3
>3,0	Zonas con alta densidad de drenajes	5

Fuente: (Arango, 2001)

De acuerdo con lo anterior se definió y categorizó la densidad de drenaje en el área de influencia de la UF1 y cuencas asociadas, los resultados fueron los siguientes:

Figura 11-44 Densidad de drenaje (km/km²) en el área de influencia de la UF1 y cuencas asociadas



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Pendiente media (%)**

De acuerdo con (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014) las clases de *pendientes en un área determinada no solo se presentan de manera simple, sino en combinación de pendientes, de acuerdo con la morfología del terreno*. Con base dichas clases se categorizaron las pendientes de la siguiente manera:

Tabla 11-33 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito

Categoría (clase)	%	Valores de clasificación (Zona de tránsito)		Valores de clasificación (Zona de depósito)	
Plana	0 – 3	1		7	
Ligeramente inclinada	3 – 7	2		6	
Moderadamente inclinada	7 – 12	3		5	
Fuertemente inclinada	12 – 25	4		4	
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25 – 50	5		3	
Moderadamente escarpada o Moderadamente empinada	50 – 75	6		2	
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada.	>75	7		1	

Fuente: Adaptado de (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014)

La variación en la clasificación pretende evaluar de manera diferencial los escenarios de una avenida torrencial los cuales según el (Servicio Geológico Colombiano, 2017) son: a) Zona de tránsito y b) Zona de depósito. El manejo diferencial se debe que en la zona de tránsito ocurre la propagación del material desplazado y los posibles represamientos; en la zona de depósito es el sector receptor donde yace el material transportado por la avenida (lodo, rocas, material vegetal, entre otros).

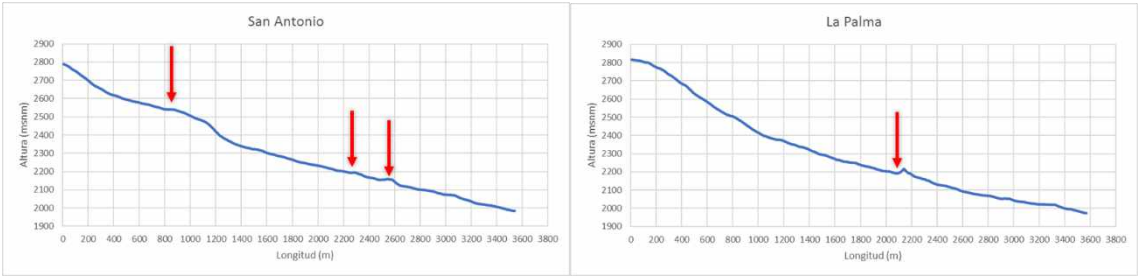
Figura 11-45 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial en Mocoa en 2017

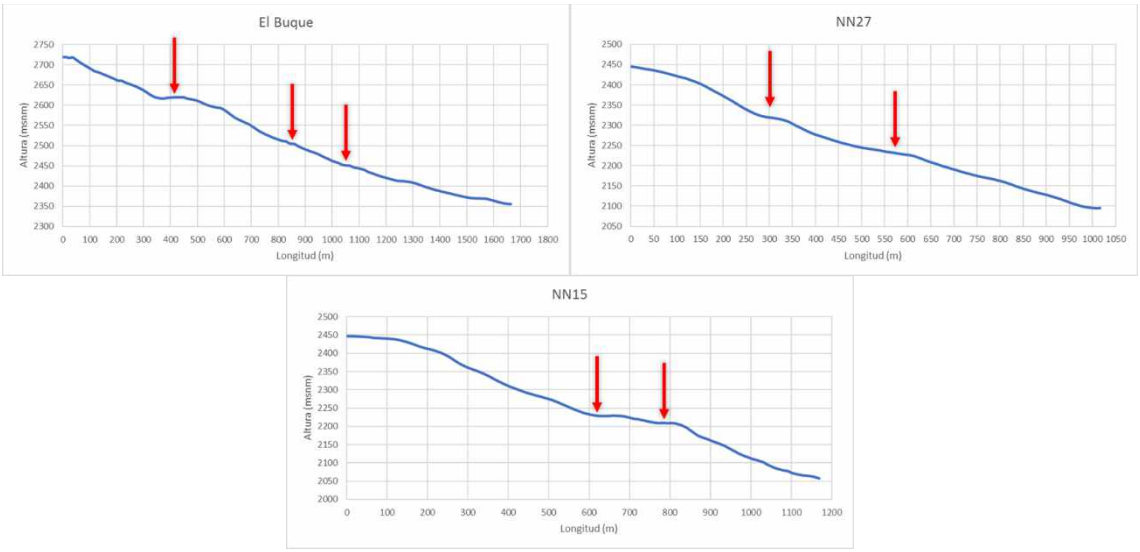
Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Posteriormente se determinó la planimetría de las corrientes principales de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 con base en el Modelo de Elevación Digital, con una resolución de 12,5 x 12,5 metros; la finalidad es ubicar los cambios bruscos de pendiente, los cuales presumen el escenario para: a) Zonas de tránsito y b) Zonas de depósito.
En la

Figura 11-46 se encuentran los perfiles altitudinales de las corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1, adicionalmente mediante una flecha roja fueron señalados los sitios donde ocurren los cambios de pendiente, es decir, de zona de tránsito a una potencial zona de depósito.

Figura 11-46 Perfiles altimétricos corrientes de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

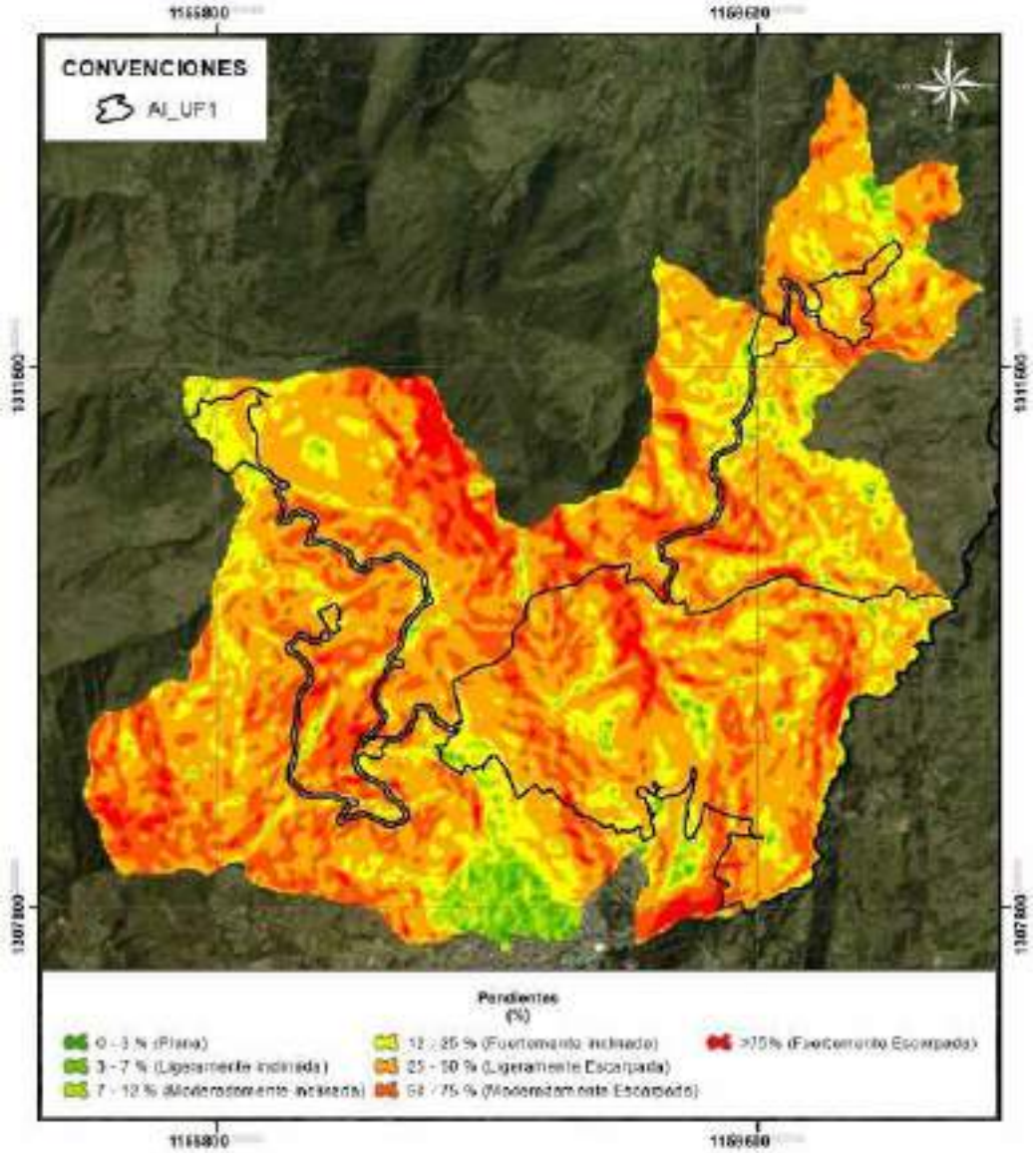




Fuente: Aecom - ConCol. 2018

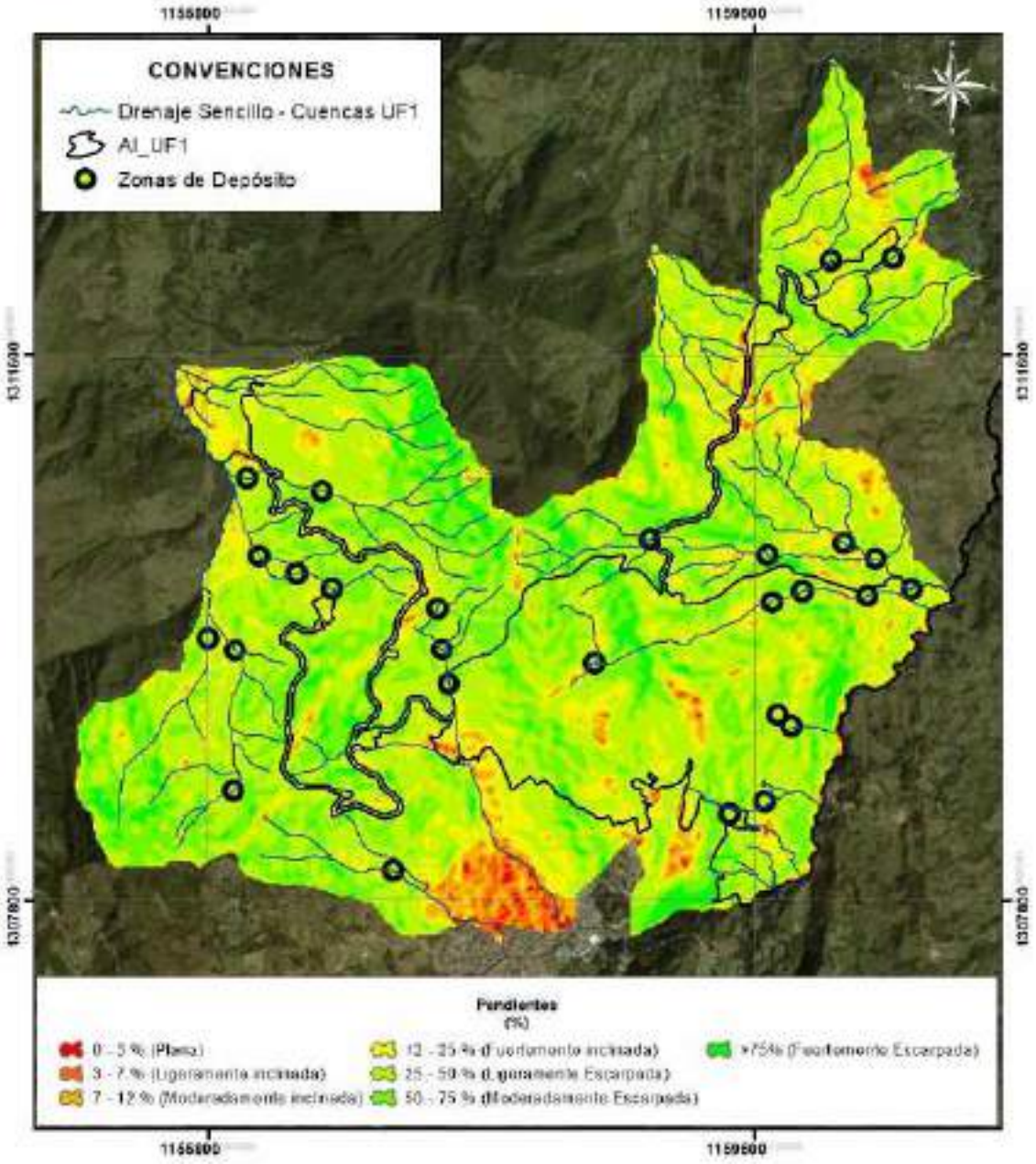
Con base en las categorías se determinó el mapa de pendientes en función de zonas de tránsito y zonas de depósito en el área de influencia de la UF1, incluyendo las cuencas, las potenciales zonas de depósito (Figura 11-47) acompañadas por un buffer de 100 metros circulares en torno a estas. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 11-47 Mapa de pendientes categorizado de mayor pendiente a menor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de tránsito)



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 11-48 Mapa de pendientes categorizado de menor pendiente a mayor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de depósito)



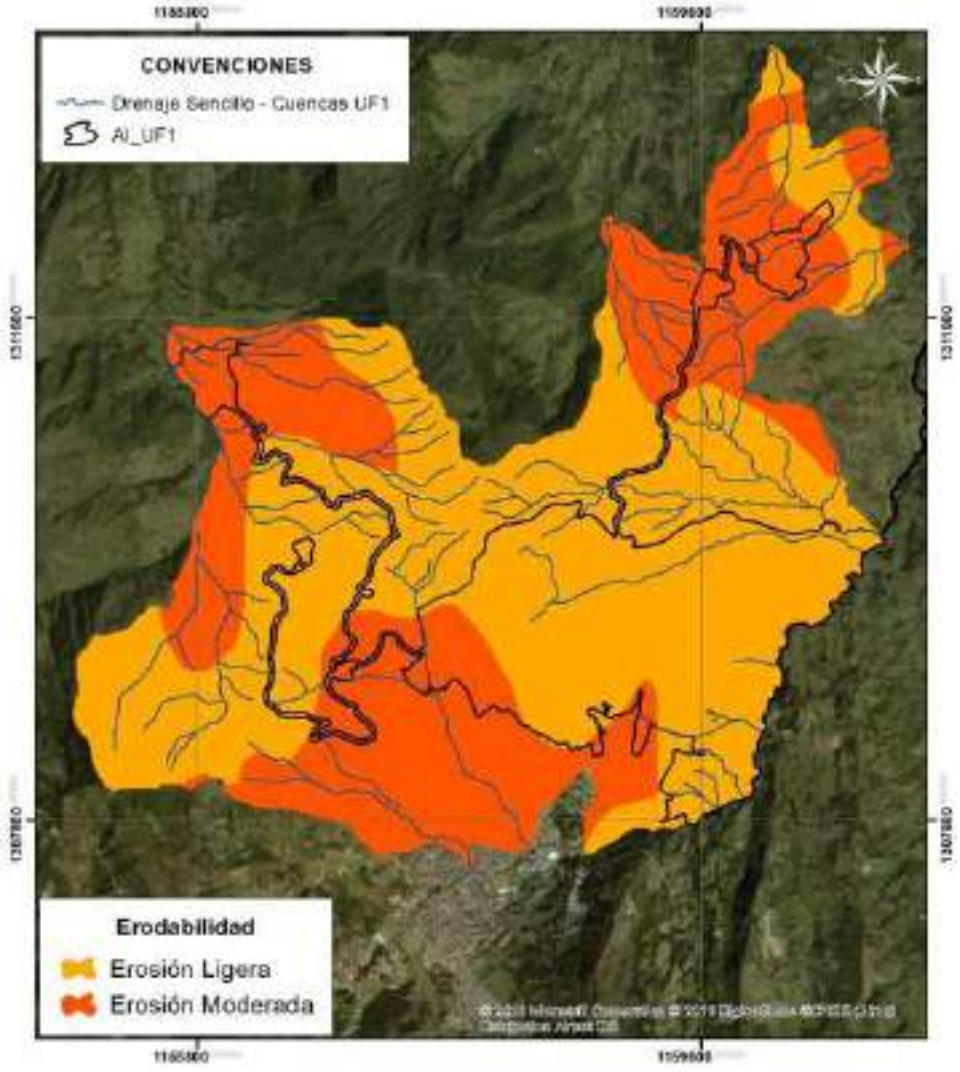
Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Erodabilidad de los suelos**

La erodabilidad de los suelos fue determinada con base en el Estudio Nacional de la Degradación de Suelos por Erosión en Colombia (IDEAM, MADS, U.D.C.A, 2015). En dicho estudio clasifican las unidades por tipo de erosión (eólica o hídrica), la clase de erosión (laminar, deflación / dunas, terraceo, pavimento del desierto, surcos y/o cárcavas), grado

de erosión (ligera, moderada, severa o muy severa), finalmente realizan una zonificación (erosión ligera, moderada, severa o muy severa). Sin embargo, hay sectores que son calificados como NO SUELO y SIN EVIDENCIA, como es el caso de un amplio sector del área de influencia de la UF1 que se encuentra dentro de la segunda categoría, dichos sectores son zonificados como “Sin evidencia de erosión”. No obstante, con base en las unidades de suelos (Ver Figura 11-49) el sector corresponde a la unidad de suelo MMEg1, la cual según (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014) se caracteriza por un grado ligero de erosión.

Figura 11-49 Grado de erosión de los suelos asociados a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

De acuerdo con lo anterior se definió que el sector categorizado en el mapa de grado de erosión como “sin evidencia” serán calificados como grado “ligero”. Por lo tanto, las categorías y su valor son los siguientes:

Tabla 11-34 Categorías y valores definidos para la erodabilidad del suelo

Grado de erosión	Valores
Ligera	1
Moderada	3
Severa	4
Muy Severa	5

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- **Zonificación de la amenaza por Avenida Torrencial**

El procedimiento consistió en espacializar todas las variables antes mencionadas, transformarlas de data set ráster a vectores, asignar los valores de importancia definidos a cada unidad de área (cuenca o polígono) y posteriormente realizar la superposición multiplicando dichos valores de importancia para generar nuevas unidades de área (polígonos) los cuales definirán espacialmente los sectores con mayor amenaza por torrencialidad (en valores numéricos) en función del elemento detonante, que para este caso es la precipitación máxima en 24 horas en diferentes periodos de retorno, la ecuación mediante la cual fueron relacionadas las variables son las siguientes:

- Zonificación de la amenaza por avenida torrencial – Zonas de tránsito

$$Amenaza\ AvTzt = K_c * índice\ de\ Melton * P_{max24h_Tr:100años} * DensidadDrenaje * S_{Zt} * E$$

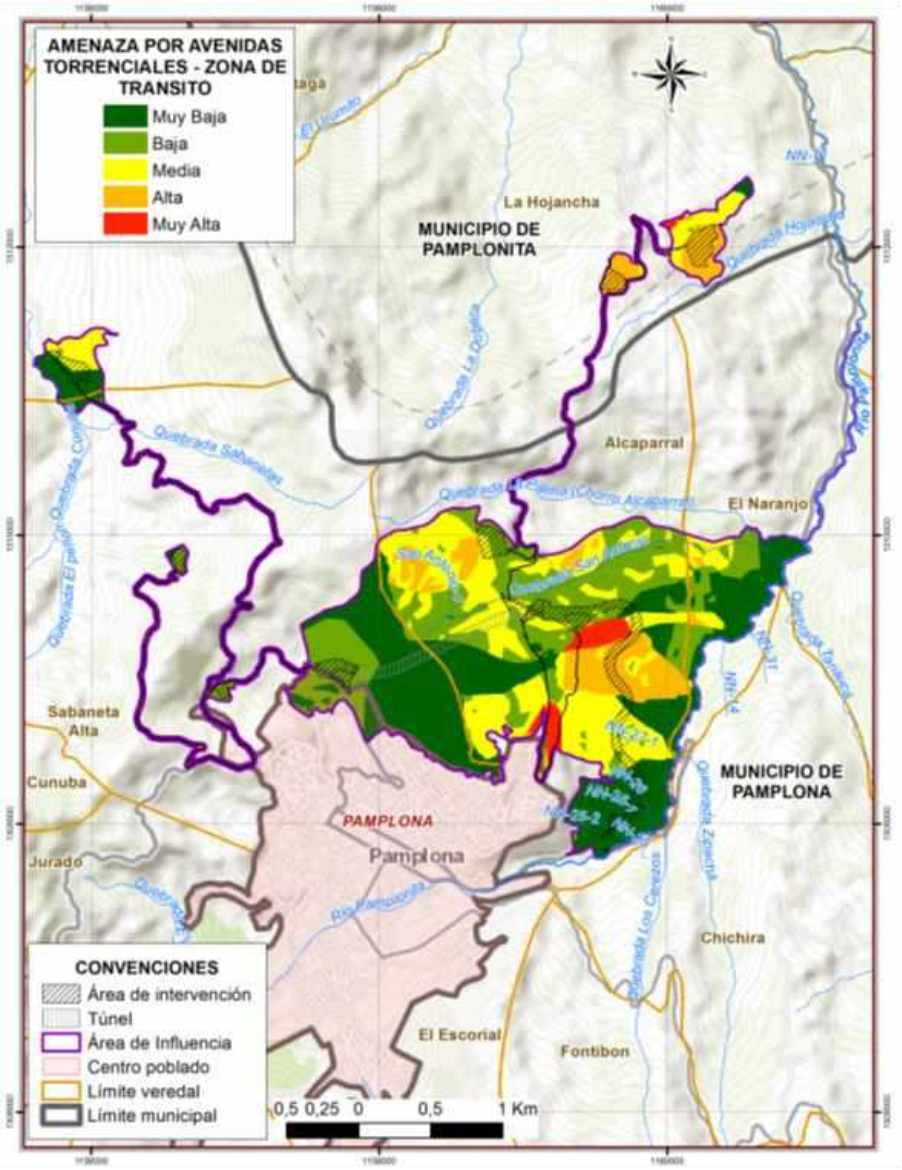
- Zonificación de la amenaza por avenida torrencial – Zonas de depósito

$$Amenaza\ AvTzd = K_c * índice\ de\ Melton * P_{max24h_Tr:100años} * DensidadDrenaje * S_{Zd} * Buffer100m_{Zd} * E$$

Las categorías mediante las cuales se jerarquizaron los valores de la zonificación fueron determinadas generando una primera zonificación donde la variable Precipitación Máxima en 24 horas corresponde a la definida para el tiempo de retorno 1,33 años, evento con mayor probabilidad de ocurrencia y considerado para el presente análisis como de menor importancia, el valor máximo fue dividido en (5) categorías (irrelevante, ligera, moderada, severa y muy severa). Dicho escenario representa un evento de lluvias máximas ordinario, el cual sería el punto de referencia para categorizar un evento de lluvia extremo, como lo es la precipitación máxima en 24 horas para el tiempo de retorno de 100 años, evento con menor probabilidad, pero con posibilidad de ocurrencia de acuerdo a los resultados obtenidos mediante la distribución de Gumbel para valores máximos.

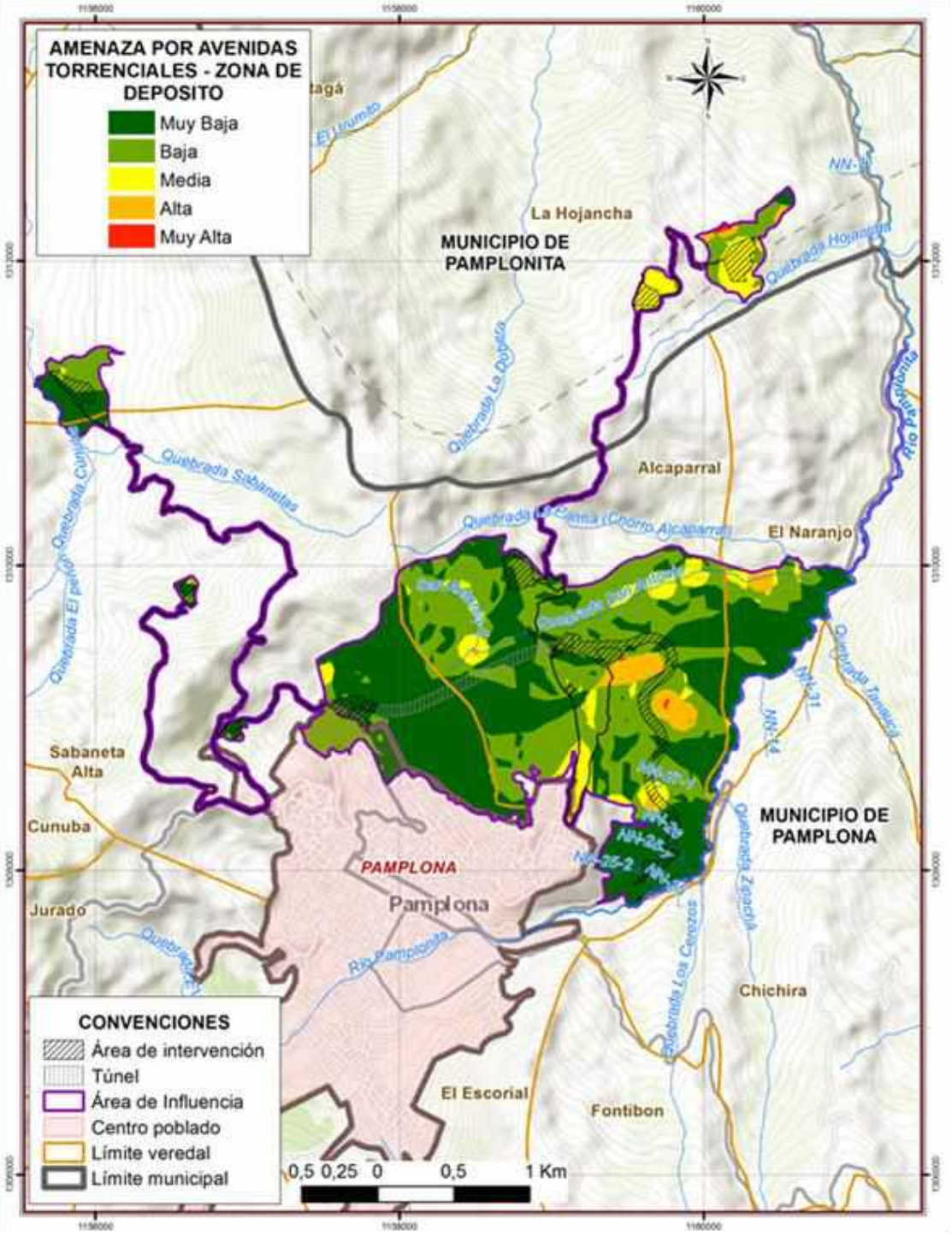
Los resultados de la zonificación fueron los siguientes:

Figura 11-50 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Tránsito



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 11-51 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Depósito



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

De esta manera los resultados indican lo siguiente:

- Zonas de tránsito: las cuencas Brigthon, NN27, NN15, La Cruz, Hojancha, NN3, Sabanetas, Sabanetas - 15 por su estructura (edáfica, hidrológica y topográfica) tienen el mayor potencial de aporte de detritos y coluviones a los cauces, tanto de afluentes como principales. Por último y en menor medida la cuenca El Buque, La Palma y La Reforma las cuales cuentan con un limitado sector con potencial. Dicha zonificación es un instrumento o carta de navegación para el manejo ambiental de dichas cuencas pues expone los sectores vulnerables a movimientos en masa ante evento(s) de precipitación.

- Zonas de depósito: la zonificación de amenaza por avenida torrencial para este elemento expresa los sectores con mayor potencial a recibir los detritos y/o coluviones y/o material aluvial transportado por un suceso de avenida torrencial, las cuencas con zonas de depósito potenciales son sabanetas, Sabanetas 15, La Cruz, NN3, parte baja de la cuenca San Antonio, NN15, sectores de la NN27 y sectores de la cuenca El Peñón; la cuenca Brigthon cuenta con sectores importantes en cercanías a su entrega al río Pamplonita. Este producto es una importante herramienta de gestión territorial puesto que expone los sectores donde podría materializarse un riesgo por el depósito de los materiales arrastrados por una avenida torrencial.

    - Vendavales

El viento es el movimiento del aire. La velocidad del viento en superficie se refiere a la velocidad que alcanza esta variable meteorológica a 10 metros de altura, que es la norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento[3].

Para la evaluación de la velocidad y dirección de viento se tiene en cuenta los valores suministrados por la estación Iser Pamplona, la cual tiene registros de datos del periodo de 1988 a 1994, con unas mediciones intermitentes que datan del periodo 2007 a 2010.

En la Tabla 11-35 y en la Figura 11-52 se muestran los valores medios mensuales multianuales de velocidad de viento para la estación Iser Pamplona, asociada a la Unidad Funcional 1.

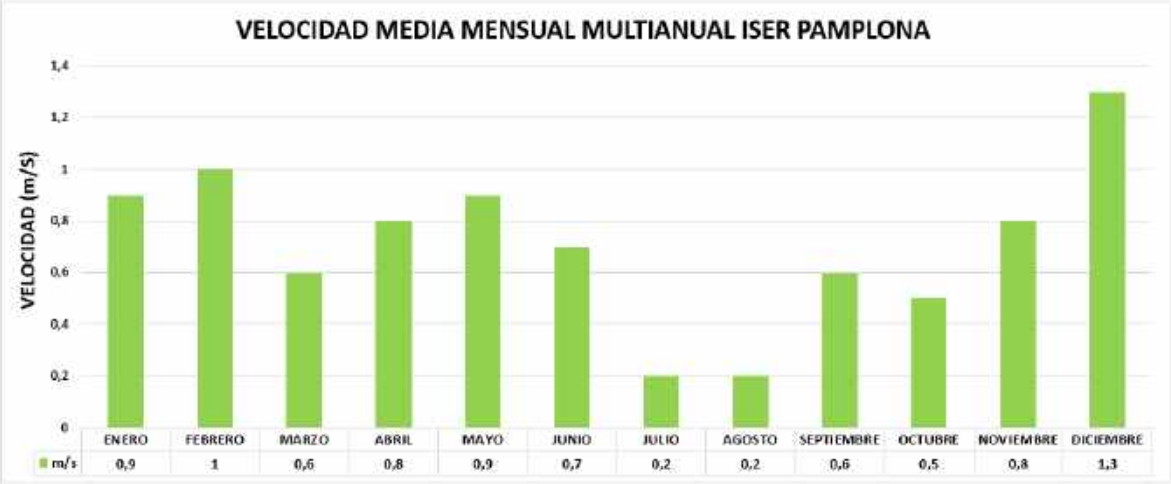
Tabla 11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
0.9	1	0.6	0.8	0.9	0.7	0.2	0.2	0.6	0.5	0.8	1.3	0.71

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

[3] Capítulo 1. Velocidad del viento en superficie. Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia. Ministerio de Minas y energías -.UPME – IDEAM. (pág. 19)

Figura 11-52 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona

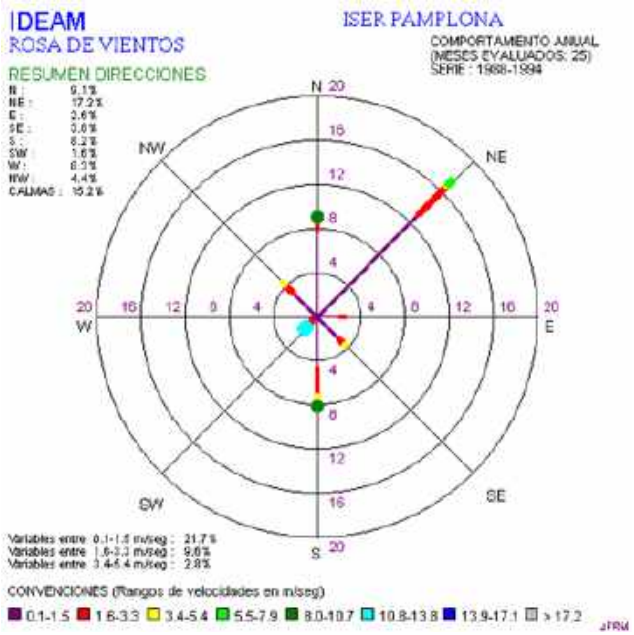


Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11-52 se muestra que la máxima velocidad de viento se registra en el mes de diciembre con una velocidad de 1.3 m/s, y la mínima en los meses de junio y agosto con un valor de 0.2 m/s.

De acuerdo con los datos de dirección del viento suministrados por la estación Iser Pamplona, se cuenta con datos con un periodo de 25 meses evaluados entre 1988 – 1994, donde la dirección predominante del viento es noreste tal como se muestra en la rosa de vientos en la
Figura 11-53.

Figura 11-53 Rosa de vientos estación Iser Pamplona

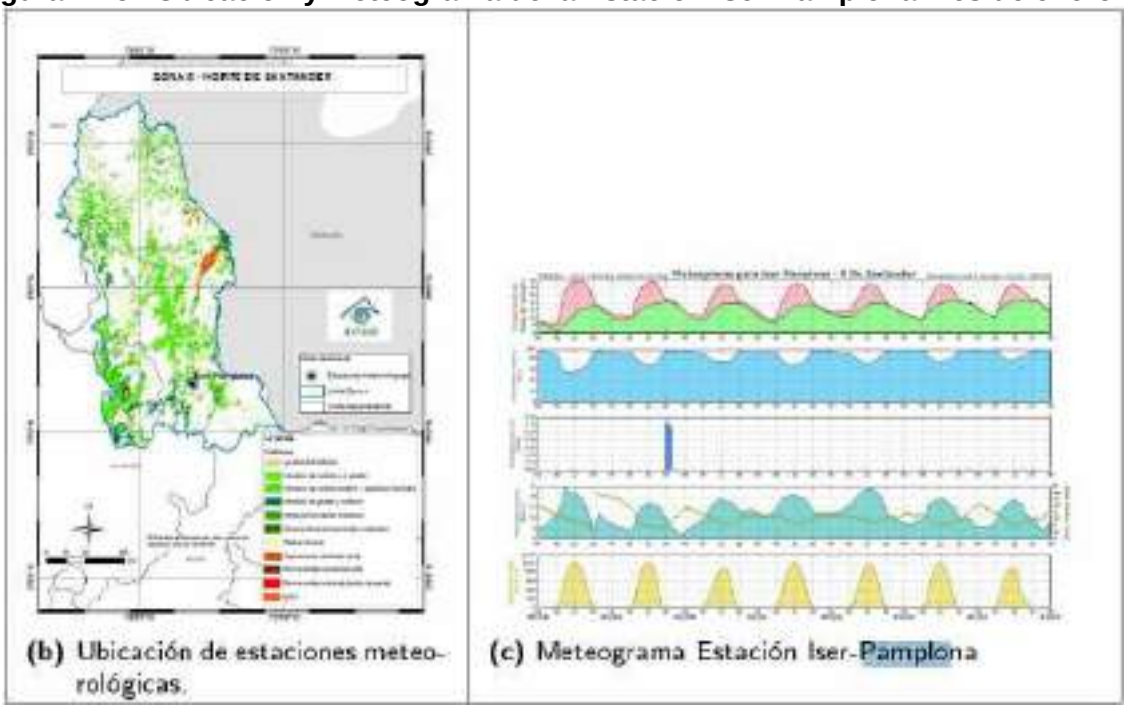


Fuente: IDEAM, (Aecom - ConCol , 2017)

La velocidad máxima registrada se encuentra dentro del rango de 5.5 a 7.9 m/s en dirección noreste, a lo largo del valle del río Pamplonita.

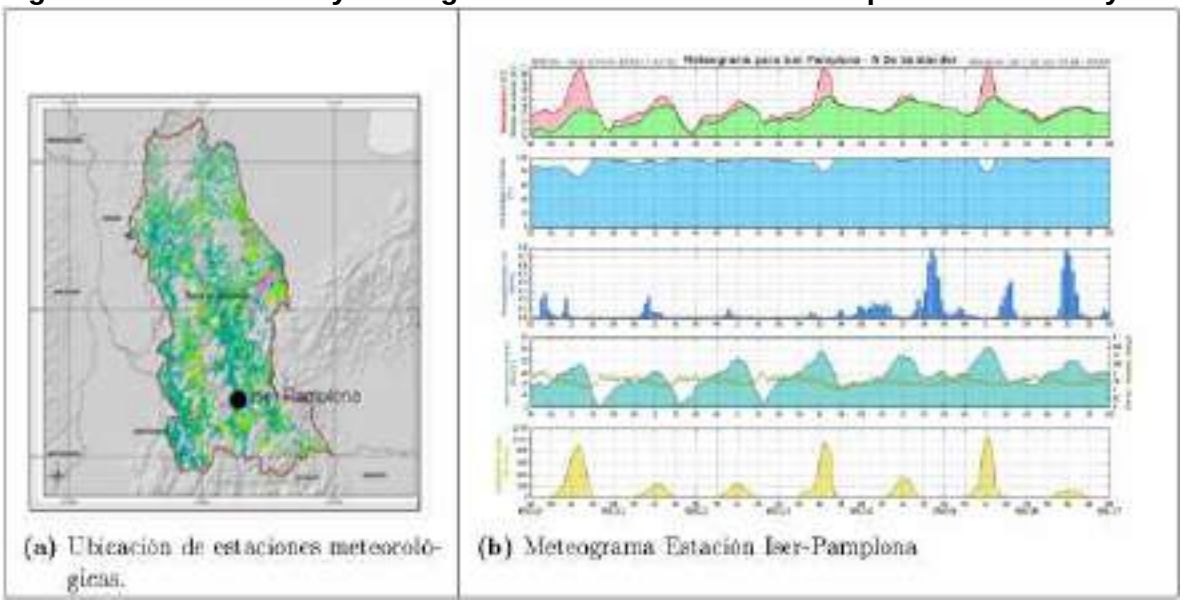
Adicional, al analizar la información consignada y al considerar el periodo registrado para la rosa de vientos (1988-1994) de la estación Iser Pamplona, se muestra a continuación en la Figura 11-54 y la Figura 11-55 la velocidad de viento registrada en el Meteograma de la misma estación en el periodo del 18 de enero al 25 de enero y del 10 de mayo al 17 de mayo del año 2016.

Figura 11-54 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero



Fuente: (IDEAM, 2016)

Figura 11-55 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo



Fuente: (IDEAM, 2016)

Para el mes de enero la velocidad máxima registrada es de 25 km/h (6,9 m/s) y para el mes mayo es de 31 km/h (8,6 ms). De esta manera se puede inferir que el comportamiento de la velocidad del viento para la zona no ha presentado mayor variación de acuerdo a los diferentes reportes del boletín agrometereológico presentado por el IDEAM, con respecto a la información reportada en la rosa de vientos (
Figura 11-53); por lo cual se considera que la probabilidad de manifestación de esta amenaza es remota.

- Tormentas eléctricas

Según Torres Sánchez[4], la principal influencia del nivel ceráunico y de la actividad eléctrica atmosférica en Colombia depende del estrechamiento de las cadenas montañosas, principalmente en las cordilleras Oriental (noroeste de Cundinamarca y sudoeste de Boyacá) y Central (noreste de Caldas, sudeste de Meta), y de los vientos que se aproximan a estas. La probabilidad de la amenaza de tormentas eléctricas tiene en cuenta dos (2) variables, estas son el Nivel Ceráunico (NC) y la Densidad de Descargas (rayos) a Tierra (DDT) en la zona de estudio, como se presentan a continuación:

i. Nivel Ceráunico

El mapa de niveles ceráunicos de Colombia elaborado por la Universidad nacional de Colombia, se establecen las líneas isoyetas, las cuales delimitan las áreas territoriales con un mismo nivel. El área de estudio se encuentra delimitada por un Nivel Ceráunico que se denota en 40 días tormentosos al año.

[4] TORRES, Horacio. ¿Qué rayos sabemos? Revista Académica Colombiana de Ciencias. 34 (131); 193 -208, 2010. ISSN 0370-3908.

De acuerdo a lo anterior y los criterios de la Tabla 11-36, la probabilidad de amenaza por tormentas eléctricas, según el Nivel Ceráunico es Muy Baja.

Tabla 11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel ceráunico

Rango de NC (días/año)	Probabilidad
≤ 60	Muy baja
61-120	Baja
121-180	Media
181-240	Alta
≥ 241	Muy alta

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita. 2017.

ii. Densidad de Descargas a Tierra

Es el número de rayos a tierra por kilómetro cuadrado al año, se determina por mediciones directas y ecuaciones en función del nivel ceráunico. Para determinar la densidad de descargas a tierra se tienen en cuenta la siguiente ecuación:

$$DDT = 0{,}0017NC^{1{,}56}$$

Dónde:

DDT: Densidad de rayos a tierra (descargas/Km^2-año)
NC: Nivel Ceráunico (días/año)

Los valores 0,0017 y 1,56 son constantes obtenidas a partir de datos de los sistemas de medición y localización de rayos en Colombia. Al aplicar la fórmula para el área de influencia se toma el valor 40 días/año; con el cual se obtiene un valor de 0,53 descargas/km^2-año. Este valor se compara con lo dispuesto en la Tabla 11-37 y teniendo en cuenta que el valor es menor que 9, la amenaza de tormentas para el área del proyecto es muy baja.

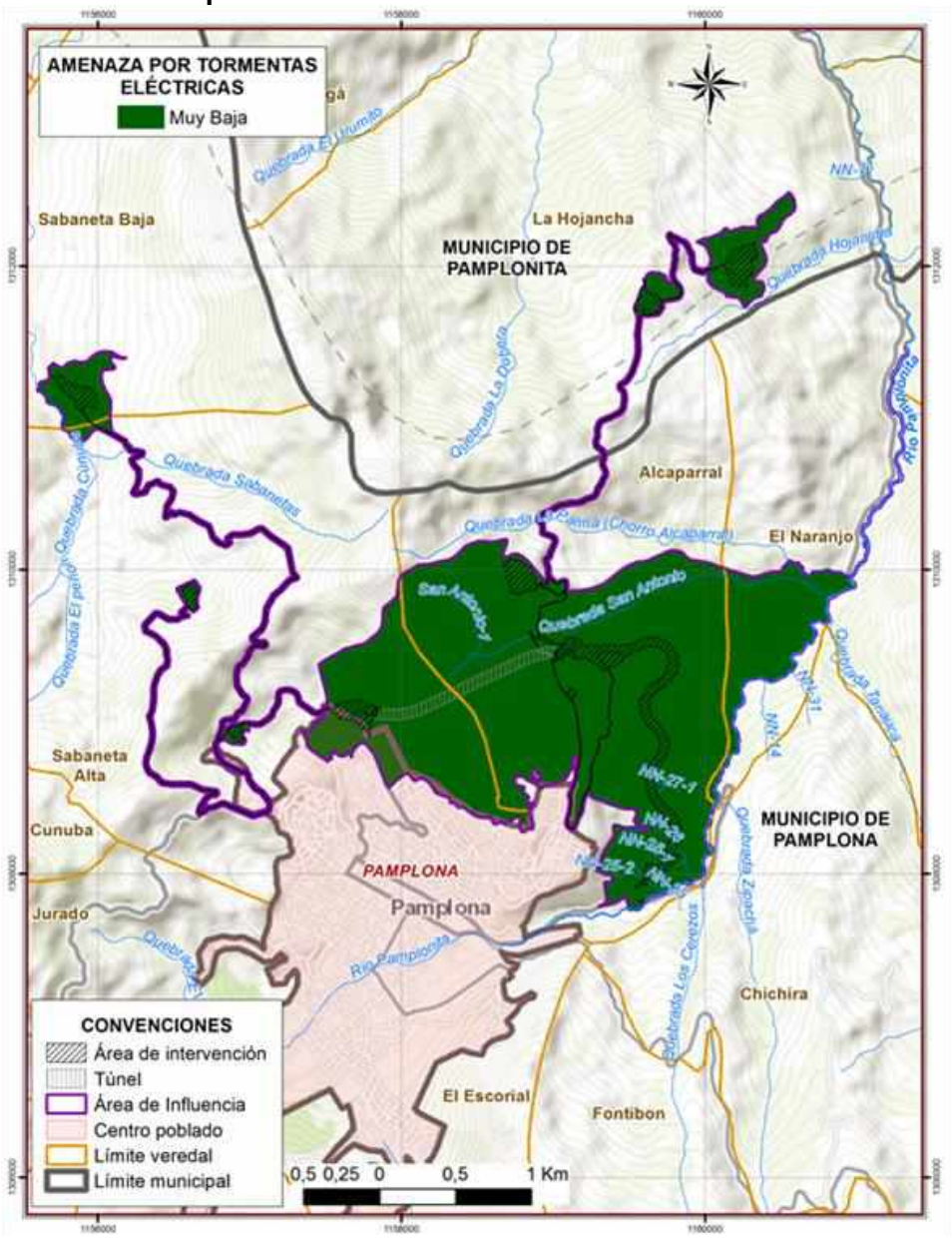
Tabla 11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT

Rango de DDT (descargas/km^2-año)	Probabilidad
≤ 9	Muy baja
10-18	Baja
19-27	Media
28-44	Alta
≥ 45	Muy alta

Fuente: GIICO[5]. Adaptado (Aecom - ConCol , 2017).

[5] GESTIÓN DE INFORMACIÓN, INGENIERÍA Y CONOCIMIENTO S.A. GIICO. Protección de edificaciones [diapositivas]. Medellín: GIICO, 2009. 158 diapositivas.

Figura 11-56 Amenaza por tormentas eléctricas



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Incendios forestales

Según Parra, (2011) los Incendios de la Cobertura Vegetal pueden ser considerados como perturbaciones ecológicas de efectos discretos o difusos, graves o destructivos, producidos por fuego de origen natural o antrópico, cuya dinámica responde fundamentalmente a la concurrencia simultánea de tres o más condiciones en un mismo sitio, los cuales se desarrollan sin control ni límites preestablecidos sobre terrenos con alguna clase de

cobertura vegetal (nativa, cultivada o inducida), utilizando como fuente de combustible la vegetación viva o muerta.

De acuerdo a los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión Del Riesgo de Desastres-Colombia (UNGRD), se registra en el municipio de Pamplona, entre los años del 2012 al 2017, un total de 12 incendios forestales con un área afectada de 108 hectáreas. El año con mayor número de incendios está dado por el 2015 con 4 reportes para el año, causados principalmente por las fuertes temperaturas (Tabla 11-38). En el año 2017, no se registraron incendios forestales en el municipio.

Tabla 11-38 Incendios forestales reportados por el UNGRD

Departamento	Municipio	Fecha	Área afectada (Ha)
Norte de Santander	Pamplona	15-feb-12	35
		06-ene-13	5,0
		06-ene-13	5,0
		17-ene-14	10
		16-mar-14	10
		17-dic-14	5
		08-ene-15	1
		26-feb-15	4
		11-may-15	0
		21-oct-15	4
		06-feb-16	4
		20-ago-16	25
		Total general	**108**

Fuente: Adaptado por (Aecom - ConCol, 2018); a partir del Consolidado Anual de Emergencias reportadas por el SNGRD de 2010 a 2017.

El diagnóstico del PBOT del municipio de Pamplona (2015), clasifica el grado de susceptibilidad del municipio frente a eventos naturales que para el caso de los incendios forestales identifica varias veredas en vulnerabilidad ambiental media y alta. En la Fotografía 11-1, Fotografía 11-2 y Tabla 11-39, se presenta el registro de eventos ocurridos en febrero y agosto de 2016.

Los incendios forestales son una amenaza que en caso de presentarse pueden ocasionar la perdida de coberturas naturales presentes dentro del área de influencia del proyecto tales como el bosque de galería, arbustales y herbazales; la transformación del ecosistema involucrando; la pérdida de biodiversidad debido al ingreso de nuevas especies “amigables” del fuego hecho que vuelve la cobertura vegetal altamente inflamable, adicionalmente dada la ocurrencia registrada por los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión Del Riesgo de Desastres-Colombia, en la Tabla 11-40 se presenta la distribución por categorías de probabilidad de ocurrencia de incendios forestales para el área de influencia. En la Figura, se puede observar la distribución espacial de la Amenaza por Incendios forestales para la UF1

Tabla 11-39 Calificación de la amenaza de incendios forestales por cobertura de la tierra

COD	COBERTURA	GRADO
314	Bosque de galería y ripario	Alta
32211	Arbustal denso alto	Alta
32212	Arbustal denso bajo	Alta
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Alta
242	Mosaico de pastos y cultivos	Media
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	Media
2221	Otros cultivos permanentes arbustivos	Media
231	Pastos limpios	Baja
232	Pastos arbolados	Baja
233	Pastos enmalezados	Baja
112	Tejido urbano discontinuo	Muy baja
113	Construcciones Rurales	Muy baja
12211	Red vial	Muy baja
1212	Zonas comerciales	Muy baja
1315	Zonas de extracción de material de construcción	Muy baja
511	Ríos (50 m)	Muy baja

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Tabla 11-40 Reporte de área por categoría para incendios forestales

CATEGORÍA	AREA (ha)	AREA (%)
Muy alta	-	-
Alta	195,28	35,71%
Media	33,63	6,15%
Baja	268,85	49,16%
Muy Baja	49,13	8,98%
Total general	**546,89**	**100**

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

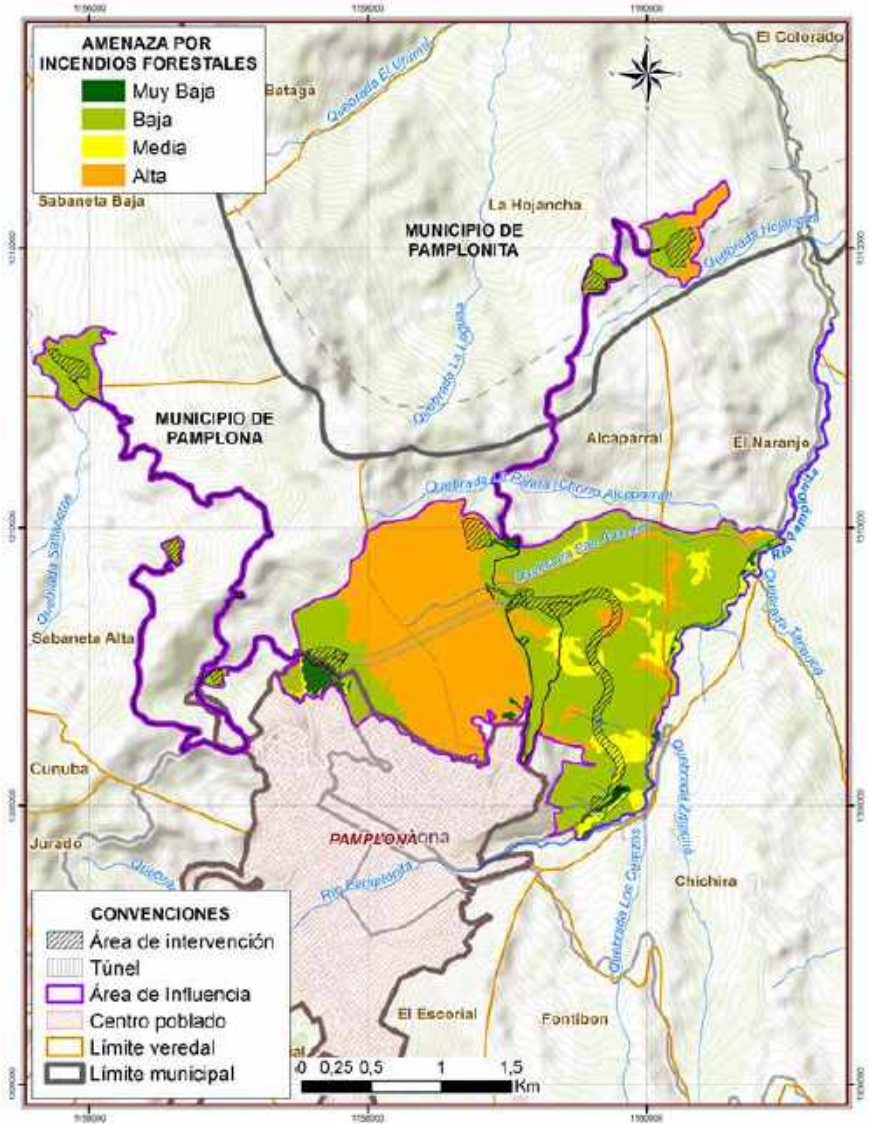
Fotografía 11-1 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Agosto 20 de 2016

Fuente:https://www.laopinion.com.co/pamplona/intentan-controlar-incendio-en-pamplona-117403

Fotografía 11-2 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Febrero 9 de 2016

Fuente: https://www.laopinion.com.co/pamplona/pamplona-sigue-alerta-por-incendios-forestales-106573#OP

Figura 11-57 Amenaza por Incendios forestales para la UF1



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Riesgo biológico

El riesgo biológico hace referencia a la probabilidad de que el personal expuesto sufra picaduras o mordeduras por el encuentro y/o perturbación de animales venenosos y/o ponzoñosos que pueden estar presentes en el lugar de trabajo.

En la zona en donde se encuentra la vía se reporta la presencia probable de invertebrados y vertebrados que pueden ocasionar este tipo de accidentes. Dentro del grupo de invertebrados, se incluyen a las arañas y ácaros, e insectos que pueden picar e inyectar veneno a través de determinadas partes de su boca o con un aguijón (MSD, 2012) y a través de los cuales inyectan toxinas que pueden ocasionar graves alergias en los humanos, potencialmente mortales si no se brinda el tratamiento médico oportuno y

adecuado. Por otro lado, se puede contraer enfermedades como el dengue y chikungunya, causada por un virus transmitido por mosquitos como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, insectos muy comunes en los países tropicales.

Adicionalmente, en el área de influencia del proyecto es probable tener contacto con la serpiente venenosa de la familia Elapidae (*Micrurus dumerilii*) ya que el área se encuentra en su rango de distribución. En general, esta especie habita en climas cálidos, templados y fríos (pero se encuentran principalmente en el bosque húmedo tropical); y provocan entre el 90 y el 95% de los accidentes ofídicos en el país.

Las serpientes corales depositan el veneno a nivel subcutáneo, debido a que sus colmillos son pequeños y no retractiles. El veneno se distribuye vía linfática y hemática llegando a las uniones neuromusculares donde las neurotoxinas se unen fuertemente al receptor colinérgico de la placa motora, en la cadena alfa del receptor, cercano al sitio receptor de la acetilcolina. Esto provoca parálisis flácida de la musculatura afectada. También es referido un efecto de inhibición de la liberación presináptica del neurotransmisor, mediado por la fosfolipasa A2. Las manifestaciones clínicas se desarrollan en las primeras 6 a 8 horas, pudiendo llegar a presentar el paro respiratorio en este corto período de tiempo (Instituto Clodomiro Picado, 2009).

El tratamiento médico para contrarrestar los efectos tóxicos de los diferentes venenos, es el uso del suero antiofídico, tratamiento que solo puede ser administrado por un médico, en un centro de atención médica, por lo tanto se debe concentrar el esfuerzo en el traslado inmediato del paciente, una vez ocurrido el accidente.

Sin embargo, durante la caracterización de la fauna silvestres para el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 sector Pamplona, dicha especie de serpiente no es común y por ende no se registran accidentes con ella.

Teniendo en cuenta lo anterior la probabilidad de manifestación de esta amenaza, Muy Baja, por ende, se presenta en forma excepcional reportando un (1) caso cada 10 años o más.

- Amenazas Antrópicas

El área de influencia del proyecto UF1, se integra por los municipios de Pamplona y Pamplonita, localizados en el departamento de Norte de Santander.

En ese escenario y teniendo en cuenta que las amenazas antrópicas son aquellas relacionadas con el peligro latente generado por la actividad humana en el deterioro de los ecosistemas, la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios, así como la construcción y el uso de edificaciones (Programa DELNET-ONU, 2008); se definen y describen las tres principales amenazas consideradas para el área de influencia del proyecto.

- Delincuencia Común (F)

La delincuencia común está relacionada con el accionar de personas o grupos de personas que violan la Ley, comenten delitos que afectan a la población civil (fundamentalmente) y en consecuencia, contribuyen a la formación de una percepción de inseguridad generalizada.

Siendo éste un fenómeno de inseguridad que no se enmarca en un accionar con direccionamientos de orden político o ideológico, sino meramente delincuenciales, no tiene como referencia a estructuras organizadas con gran capacidad operativa, sino pequeños grupos o incluso personas que actúan de forma independiente.

Lo anterior, además genera que no haya objetivos preestablecidos o limitados para la delincuencia común, por lo que los equipos, maquinarias, instalaciones o incluso las personas vinculadas al proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona", pueden ser blancos de los hechos delictivos como extorsión, hurto simple, hurto de materiales o maquinarias, acciones vandálicas y eventualmente secuestros extorsivos.

Al consultar lo reportado por los medios de comunicación locales, de manera reciente, en Pamplona se han redoblado esfuerzos para reducir la delincuencia. A través de la Policía Nacional se implementó la estrategia que busca crear cultura de seguridad ciudadana y reducir hechos que afectan el bienestar de la población. Los diez frentes de seguridad creados corresponden a Las Américas, El Topón, La Romero, El Libertador, El Zulia, San Ignacio, Tinto Redondo, Barrio Ursúa y Cuatro Esquinas. Cada uno cuenta con un coordinador de cuadra quien está en contacto permanente con sus vecinos y el Cuadrante (Extra El Diario de Todos, 2017).

Fotografía 11-3 Relanzamiento frentes de seguridad en Pamplona

Fuente: (Extra El Diario de Todos, 2017)

De otra parte, en 2016 en el marco de un Consejo de Seguridad, se evidenció que hay zonas de la cabecera municipal en la que se presentan hechos de inseguridad y riñas sobre todo durante los fines de semana, así como un aumento en el consumo de sustancias psicoactivas. El subsecretario de Gobierno de Norte de Santander, solicitó la colaboración de la Policía y se comprometió a aumentar el número efectivos en la zona (La Opinión, 2016).

Así mismo, en marzo de 2018, se extendió una estrategia denominada "Yo no pago y denuncio", por parte de la Policía Nacional, para frenar las extorsiones, principalmente a través de vía telefónica, que se han vuelto a presentar desde inicios de año, por parte de la delincuencia común. (La Opinión, 2018)

Fotografía 11-4 Campaña "Yo no pago y denuncio" en Pamplona

Fuente: Diario La Opinión, 2018.

En el municipio de Pamplonita se identifica un hecho aislado de sicariato, registrado en zona rural. El autor material del asesinato de una mujer fue capturado antes de ingresar a una banda criminal, tras su intento fallido, pretendía viajar al Catatumbo para insertarse en las filas de un grupo armado al margen de la ley (Vanguardia.com, 2015).

Con base lo reportado por los medios de comunicación, se observa que en los municipios del área de influencia actualmente no se adelantan hechos delincuenciales provenientes de estructuras organizadas que procedan bajo un *modus operandi* específico, con una frecuencia de consideración o cuyas acciones representen un peligro inminente para el proyecto; no obstante, no se desestima su eventual ocurrencia. Por tanto, se establece que la probabilidad de ocurrencia de la delincuencia común es baja.

- Acciones de grupos armados al margen de la Ley (G)

En primera instancia, cabe mencionar que de acuerdo con la Ley 782 de 2002, un grupo armado al margen de la ley es "[…] aquel que, bajo la dirección de un mando responsable, ejerza sobre una parte del territorio un control tal que le permita realizar operaciones militares sostenidas y concertadas" (Alcaldía de Bogotá, 2002). Por tanto, las acciones perpetradas por grupos armados al margen de la ley, son aquellas generadas en escenarios de conflicto y que atentan contra el bienestar de la población.

De acuerdo con la caracterización del componente político – organizativo del presente estudio (numeral 5.3.7), se identifica que el departamento de Norte de Santander ha contado con la presencia histórica de grupos armados de carácter subversivo desde la década de los setenta y la entrada de grupos paramilitares desde los ochenta.

Para el caso particular del municipio de Pamplona –fundamentalmente-ha habido presencia del Ejército de Liberación Nacional –ELN- a través de los frentes Efraín Pabón y Claudia Isabel Escobar Jerez, grupo armado que se ha mantenido en el territorio desde finales de los años setenta, con fuerte influencia sobre todo en los municipios que integran la región del Catatumbo. (Movimiento de Victimas de Crímenes de Estado, 2008)

Actualmente, en el departamento se registra presencia de las Autodefensas Gaitanistas de Colombia, conocidas también como Los Urabeños o el Clan Úsuga, Los Pelusos (disidentes del EPL) y Los Rastrojos (La Opinión, 2016).

Asimismo, en el territorio se identifica la presencia de bandas criminales, grupos que han retomado la experiencia delictiva de quienes no se acogieron al proceso de desmovilización de las AUC, para mantenerse en el control del negocio del narcotráfico sin dejar de lado su vínculo con la estructura política del país.

A través de la Tabla 11-41, se presentan las cifras con relación a las acciones de conflicto armado y el total de homicidios registrados en Pamplona durante el periodo 1990 – 2013. Asimismo, se tiene en cuenta la tipología del conflicto armado interno definida por el Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos –CERAC-, con base en datos sobre la presencia de grupos armados y el número de eventos del conflicto en los municipios. A partir de ello, presenta distintas categorías para calificar la presencia y la intensidad del conflicto en los municipios de Colombia.

Tabla 11-41 Características del conflicto en Pamplona, años 1990 - 2013

Municipio	Acciones del conflicto armado	Total homicidios	Presencia	Intensidad[6]
Pamplona	21	326	Interrumpido[7]	Baja[8]
Pamplonita	3	38	Interrumpido	Baja

Fuente: (Observatorio de la Consejería Presidencial para los Derechos Humanos, 2013), (Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos, 2014)*, consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017*

De acuerdo con la información de la Tabla 11-41, se observa que Pamplona y Pamplonita cuentan con una baja intensidad del conflicto, dado que la dinámica armada se ha concentrado en otras zonas del departamento, principalmente en la región del Catatumbo, pese a lo anterior, la presencia se mantiene en el municipio de Pamplona, pero con una incidencia baja y sin tener lugares de control permanente, por cuenta de la dinámica de los grupos armados al margen de la ley.

Por otra parte, cabe mencionar que, con base en los reportes de los medios de comunicación, se identifica que el departamento ha sido azotado por ataques a la infraestructura, perpetrados por grupos armados al margen de la ley. Dentro de la

[6] Se categorizan los municipios a partir del promedio de eventos del conflicto armado en cada municipio durante el periodo de estudio respecto a la media nacional.
[7] Durante el periodo hay años sin presencia de grupos armados.
[8] Levemente afectados e interrumpido

infraestructura más afectada está el Oleoducto Caño Limón Coveñas, cuya operación se interrumpe de manera constante.

Tal como lo reportan los medios de comunicación, en 2017 el Ejército evitó el ataque del ELN a las vías que permiten el acceso al municipio de Tibú:

> […] terroristas del autodenominado frente Juan Fernando Porras Martínez del Eln, habían sembrado en la vía que conduce del municipio de Cúcuta a Tibú, a la altura del sector conocido como San Miguel, las trampas mortales con las que pretendían atentar contra la población que a diario se desplazaba por esta carretera. Uno de los cilindros, se encontraba enterrado en la mitad de la vía, y el otro hacia uno de los costados (HSBNoticias.com, 2016)

Además, en el mes de febrero de 2018 se presentó otro atentado contra la infraestructura vial que comunica a Cúcuta con Pamplona de la presente concesión: Unión Vial Río Pamplonita-UVRP, a la altura del municipio de Bochalema en el puente denominado El Palermo. (Fotografía 11-5)

Esta acción fue realizada por el Ejército de Liberación Nacional-ELN, en el marco del paro armado que decretó esta guerrilla entre las 6:00 a.m. del 10 de febrero y las 6:00a.m. del 13 del mismo mes debido a la negativa del Gobierno de reabrir el quinto ciclo de negociación. (Semana, 2018)

Fotografía 11-5 Infraestructura vial- Puente El Palermo objetivo de ataque del ELN

Fuente: (La Lengua Caribe, 2018)

Con base en el análisis anterior y teniendo en cuenta que además de la presencia de bandas criminales en la zona, el ELN de manera reciente ha atentado contra la población civil pese a sus negociaciones con el Gobierno Nacional, se establece que la probabilidad de ocurrencia de acciones de grupos al margen de la ley que afecten el proyecto es media.

- Acciones de protesta social (H)

Las acciones de protesta social obedecen a inconformidades que surgen al interior de las poblaciones o de organizaciones que reaccionan frente a situaciones, proyectos o actividades que consideran como amenazas.

Aunque de acuerdo con lo identificado a través de la información incluida dentro de la caracterización del componente político-organizativo del presente estudio (numeral 5.3.7), no hay organizaciones sociales que luchen por la garantía de los derechos de las comunidades, se considera que las acciones de protesta social pueden presentarse, afectando de manera directa, las actividades del proyecto.

Lo anterior, puede estar asociado a cuatro factores principalmente. El primero de estos, relacionado con las expectativas de mejora en las condiciones de vida que generan los proyectos de infraestructura en la población vecina.

El segundo elemento a tener en cuenta se vincula a la migración de población venezolana que llega con el propósito de garantizar su subsistencia en Colombia. La cercanía de Pamplona y Pamplonita a la frontera con Venezuela facilita el arribo de personas que buscan el acceso a servicios públicos, sociales y a una fuente de empleo que les garantice los ingresos para mantener a sus familiares.

En ese escenario, los criterios de selección de la contratación de mano de obra del proyecto, pueden generar conflictos entre la población oriunda y la que viene de afuera y en contra de la Unión Vial Río Pamplonita.

Un tercer aspecto a tener en cuenta se relaciona con los recursos naturales pues constituyen un elemento de vital importancia para suplir las necesidades de las personas que habitan el territorio. Lo anterior, dado que la totalidad de las comunidades de tipo rural, y algunas del área urbana tienen como principal o incluso única fuente para la provisión del recurso hídrico, los acueductos veredales que se surten de los nacimientos y quebradas presentes en el área, como se detalla en el componente espacial (Numeral 5.3.4). En consecuencia, las afectaciones o amenazas a los recursos naturales, son factores de alta sensibilidad y que hacen que sea probable una acción de protesta social.

Por último, el cuarto factor que puede ocasionar acciones de protesta social está asociado a la localización de la Universidad de Pamplona en el Barrio El Buque del mismo municipio. De acuerdo con lo reportado por los medios de comunicación, los estudiantes se movilizaron en octubre del año pasado, solicitando mejorar la calidad educativa (El Tiempo, 2017).

Fotografía 11-6 Protesta de estudiantes en Universidad de Pamplona

Fuente: (El Tiempo, 2017)

De acuerdo con el análisis anterior, se establece que la probabilidad de ocurrencia de acciones de protesta social es alta.

- **Probabilidad de Ocurrencia de las amenazas endógenas y antrópicas**

Para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas para el proyecto, se utilizaron los conceptos técnicos elaborados en el marco del estudio e información secundaria (cómo el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Cordoba, 2012 y estadísticas de eventos consignadas en el Sistema de inventario de efectos de desastres - *DESINVENTAR*) y se aplicaron las categorías planteadas en la Tabla 11-42. Adicionalmente, se tuvo en cuenta para dicha valoración la información recopilada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

A las amenazas identificadas se les asignó un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más alta sea la calificación de la probabilidad, mayor será la posibilidad de que se materialice el evento amenazante y se vean afectados los elementos vulnerables (Tabla 11-42). Para las amenazas naturales se tiene la cartografía presentada con anterioridad donde se reflejan los polígonos con sus diferentes categorías.

Tabla 11-42 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas

ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		OBSERVACIONES*
AMENAZAS ENDÓGENAS				
A	Incendios / Explosiones	1	Muy Baja	Análisis espacial
B	Derrames	3	Media	Análisis matricial
C	Accidentes laborales*	4	Alta	Análisis matricial
D	Accidentes de tránsito*	4	Alta	Análisis matricial
AMENAZAS NATURALES				
J	Sismicidad	4	Alta	Análisis espacial
K	Amenaza geotécnica	4	Alta	Análisis espacial
L	Inundación	2	Baja	Análisis espacial

ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		OBSERVACIONES*
M	Avenidas torrenciales	4	Alta	Análisis espacial
E	Vendavales	2	Baja	Análisis matricial
N	Tormentas eléctricas	1	Muy Baja	Análisis espacial
O	Incendios forestales	4	Alta	Análisis espacial
F	Riesgo Biológico	2	Baja	Análisis matricial
AMENAZAS ANTRÓPICAS				
G	Delincuencia Común	2	Baja	Análisis matricial
H	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	Media	Análisis matricial
I	Acciones de protesta social	4	Alta	Análisis matricial

*Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Las amenazas que pueden ser espacializadas no se incluyen en el análisis matricial. Las amenazas endógenas se asociaron a las áreas de intervención del proyecto. * Contempladas dentro de la gestión HSEQ de la compañía.*

- **Identificación de elementos vulnerables**

Para desarrollar el análisis de riesgos se identificaron de acuerdo a las etapas del proyecto los procesos, la infraestructura asociada y la que se construirá en el área de influencia del proyecto. Así mismo se identificaron elementos expuestos en el ámbito ambiental y sociocultural.

Dichos elementos se agruparon y clasificaron en los diferentes componentes vulnerables que podrían llegar a ser afectados en caso de manifestarse algunos de los eventos amenazantes. A continuación, en la Tabla 11-43, se listan los elementos en riesgo involucrados en el análisis y se muestran espacialmente en la Figura 11-58, Figura 11-59, Figura 11-60 y Figura 11-61.

Tabla 11-43 Componentes vulnerables

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN		CARACTERÍSTICAS
Ambiental	**Áreas sensibles**	**Rondas Protección**	30 metros de rondas hídricas
		Otras áreas	314 Bosque de galería y ripario
			Arbustal denso alto (32211)
			Ríos (50 m) (511)
Social	**Asentamientos humanos**		Construcciones Rurales (113)
			Tejido urbano continuo (111)
			Tejido urbano discontinuo (112)
Socioeconómico y cultural	**Infraestructura pública**		Red vial (12211)
			Redes identificadas en campo
	Infraestructura productiva		Otros cultivos permanentes arbustivos (2221)
			Explotación de materiales de construcción
			Zonas comerciales
			Mosaico de pastos y cultivos
Individual	**Áreas de intervención del proyecto**		Área de almacenamiento
			Área de retorno

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
		Accesos ZODMES
		Diseño de vía
		Portal
		Túnel
		Vía industrial
		ZODMES
		Zonas de lavado y parqueo
		Polvorín

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-58 Componente Ambiental

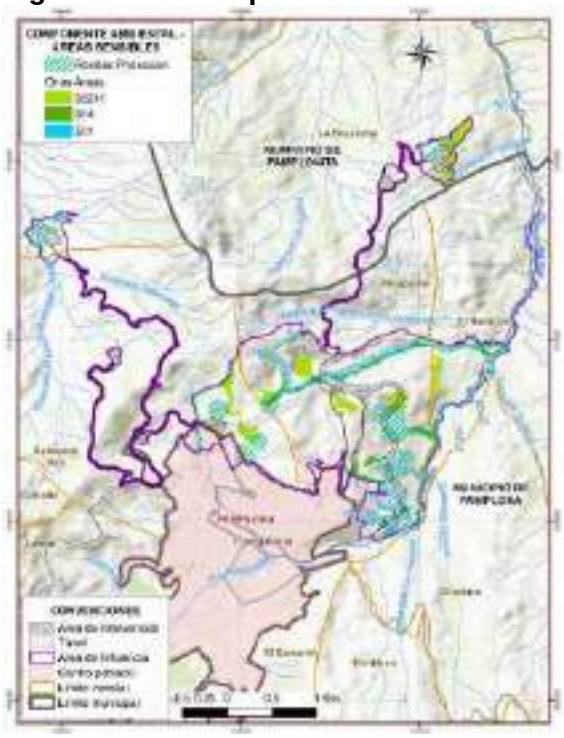


Figura 11-59 Componente Social

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-60 Componente Socioeconómico y cultural

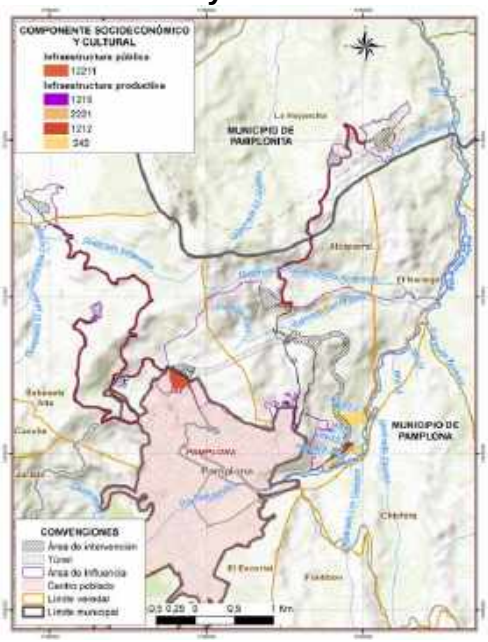
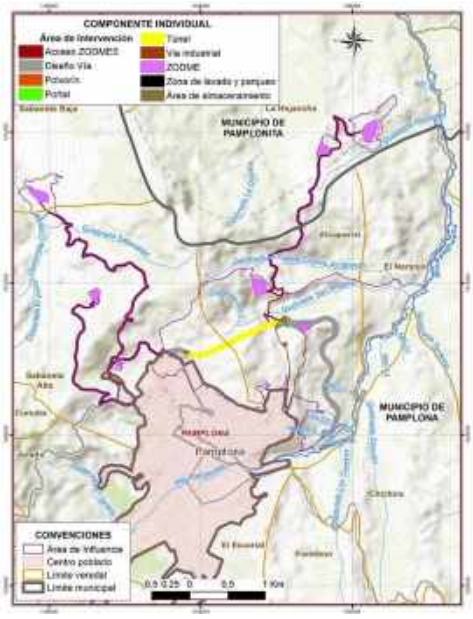


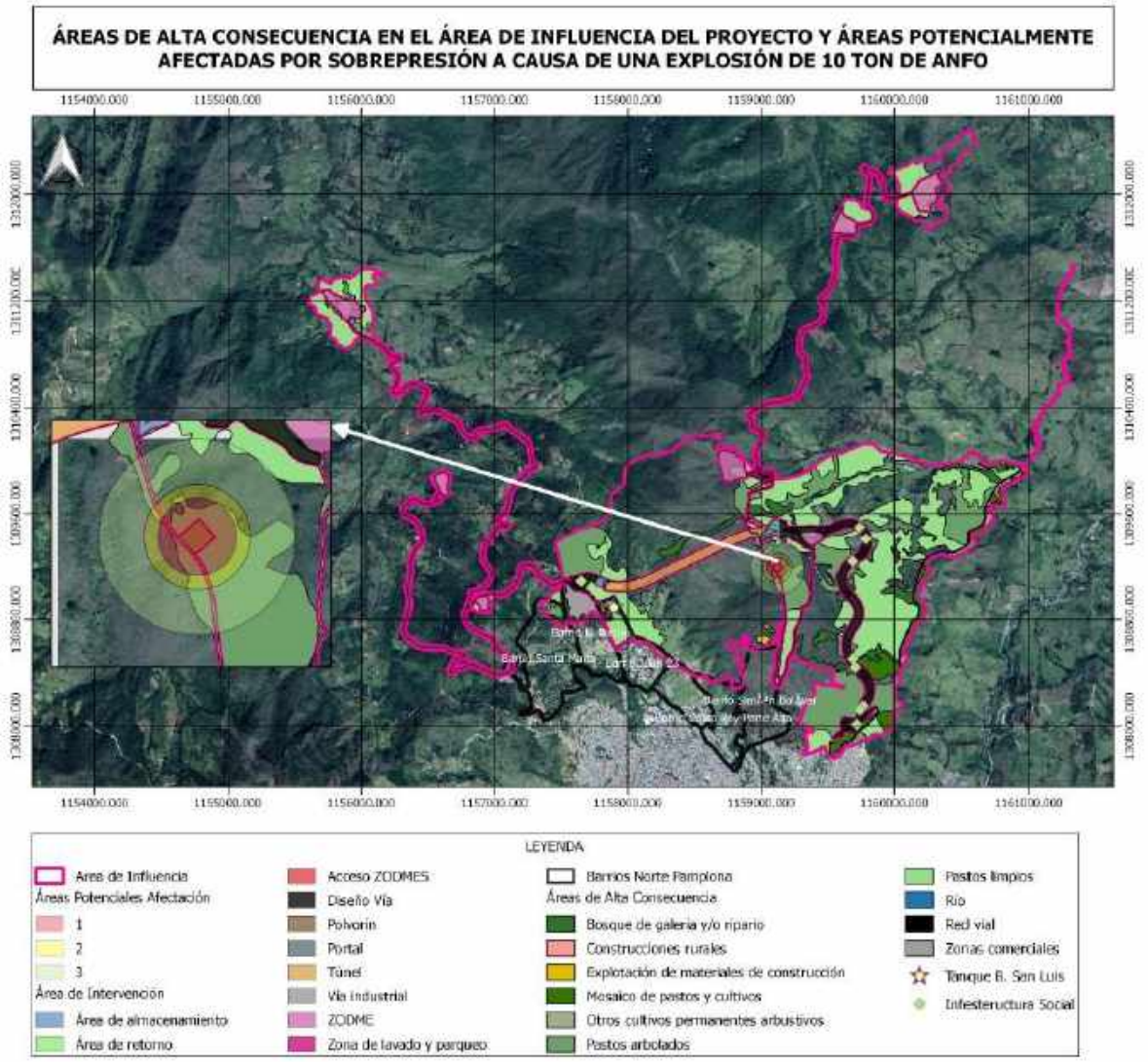
Figura 11-61 Componente Individual



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

De acuerdo a la amenaza endógena de explosión espacializada, no se identificaron áreas de alta consecuencia (áreas pobladas de más de 50,000 habitantes, vías fluviales, fuentes de agua para consumo humano, doméstico, áreas de actividades agrícolas, recreativas, industriales y de transporte; carreteras principales, vías férreas, acuíferos, ecosistemas sensibles y áreas protegidas, fauna y flora) que puedan verse afectadas en el fortuito caso de la explosión del polvorín. Las áreas circundantes al polvorín que podrían verse afectadas corresponden a áreas de pastos arbolados, donde se podrían desarrollar actividades pecuarias relacionadas principalmente con la ganadería extensiva. En la Figura 11-62 se presentan espacialmente la ubicación de los elementos sensibles identificados y de la envolvente de afectación por sobrepresión en caso de la explosión del polvorín.

Figura 11-62 Áreas de alta consecuencia en el área de influencia del proyecto y áreas potencialmente afectadas por sobrepresión a causa de una explosión de 10 Ton de ANFO



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- **Identificación de los escenarios de riesgo**

De acuerdo a la metodología planteada, las amenazas antrópicas, endógenas y las naturales, y los elementos vulnerables descritos anteriormente (Tabla 11-43), en la Tabla 11-44 se presentan los escenarios de riesgo identificados (celdas resaltadas con color azul).

Tabla 11-44 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto

ID	ORÍGEN	AMENAZA	1	2	3
			Preconstructiva	Construcción	Construcción de Túneles
A	Endógenas	Incendios / Explosiones			A3
B		Derrames		B2	B3
C		Accidentes laborales	C1	C2	C3
D		Accidentes de tránsito	D1	D2	D3
E	Naturales	Vendavales	E1		
F		Riesgo Biológico	F1		
G	Antrópicas	Delincuencia Común	G1		
H		Acciones de grupos armados al margen de la Ley	H1		
I		Acciones de protesta social	I1		

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018) A pesar de que las amenazas naturales y antrópicas pueden afectar los componentes sociales, socioeconómicos y ambientales, no se relacionan cómo escenarios analizados ya que no sería alcance del plan de gestión de riesgos de la compañía su atención.*

- **Resultados matriciales del análisis de riesgo**

En la Tabla 11-45 se observa la calificación asignada para los criterios de vulnerabilidad, exposición y riesgo para cada uno de los escenarios identificados en el análisis matricial del riesgo.

Tabla 11-45 Resultados matriciales del análisis de riesgo

ETAPA	ESCENARIO		PROBABILIDAD DE LA AMENAZA		VULNERABILIDAD				EXPOSICIÓN				RIESGO			
					Individ	Social	Socioe conóm	Ambie ntal	Individ	Social	Socioe conóm	Ambie	Individ	Social	Socioe conóm	Ambie
Preconstructiva	C.1	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.1	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B
	E.1	Vendavales	2	Baja	1	1	1	1	2	2	2	2	B	B	B	B
	F.1	Riesgo Biológico	2	Baja	5	1	2	1	5	1	1	1	A	B	B	B
	G. 1	Delincuencia Común	2	Baja	2	1	1	2	4	4	1	1	B	B	B	B
	H.1	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	Media	5	1	1	1	4	4	1	1	A	B	B	B

ETAPA	ESCENARIO		PROBABILIDAD DE LA AMENAZA		VULNERABILIDAD				EXPOSICIÓN				RIESGO			
					Individ	Social	Socioe conóm	Ambie ntal	Individ	Social	Socioe conóm	Ambie	Individ -	Social	Socioe conóm	Ambie
	I.1	Acciones de protesta social	4	Alta	2	2	1	1	4	4	1	1	M	M	B	B
Construcción	B.2	Derrames	3	Media	2	2	1	1	3	1	1	3	M	B	B	B
	C.2	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.2	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B
Construcción de Túneles	A.3	Incendios / Explosiones	1	Muy Baja	5	5	3	3	1	1	1	1	B	B	B	B
	B.3	Derrames	3	Media	2	2	1	1	3	1	1	3	M	B	B	B
	C.3	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.3	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B

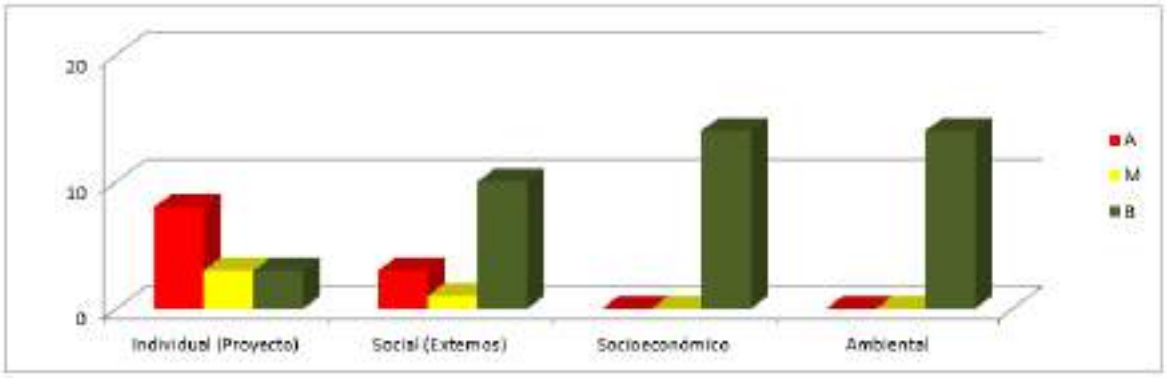
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En la Figura 11-63 se presentan los resultados obtenidos para el análisis de riesgos matricial. Se observa que los elementos vulnerables socioeconómicos y ambientales presentados en la Tabla 11-43 no se ubicarían bajo ningún escenario de riesgo alto principalmente porqué las amenazas endógenas que tendrían el potencial de causar afectaciones a dichos componentes tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia.

Por su parte los escenarios para el componente social que presentan una categoría alta corresponden a la amenaza de accidentes de tránsito que involucren vehículos de la compañía y puedan ocasionar fatalidades a terceros.

En cuanto al componente individual, en el cual se evaluaron las potenciales afectaciones de las amenazas endógenas, se obtuvo que los escenarios de riesgo alto corresponden a accidentes laborales o accidentes de tránsito que ocasionen fatalidades. La amenaza endógena de Incendios/Explosiones a pesar de tener el potencial de causar afectaciones en un radio considerable del polvorín, presentó una categoría de riesgo baja dado la muy baja probabilidad de manifestación del evento.

Figura 11-63 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- **Resultados a nivel espacial del análisis de riesgo**

  - Consolidado de amenazas

Para el análisis cartográfico del riesgo; las amenazas endógenas y exógenas que pudieron ser espacializadas se superpusieron entre sí, con el fin de obtener el consolidado de amenazas para el área del proyecto. De esta forma, se obtuvo la Figura 11-64 para las amenazas endógenas, la Figura 11-65 para las amenazas naturales y la y Figura 11-66 cómo el consolidado de amenazas, priorizando las categoría de amenaza más alta en un mismo espacio geográfico.

Figura 11-64 Representación espacial de las amenazas endógenas

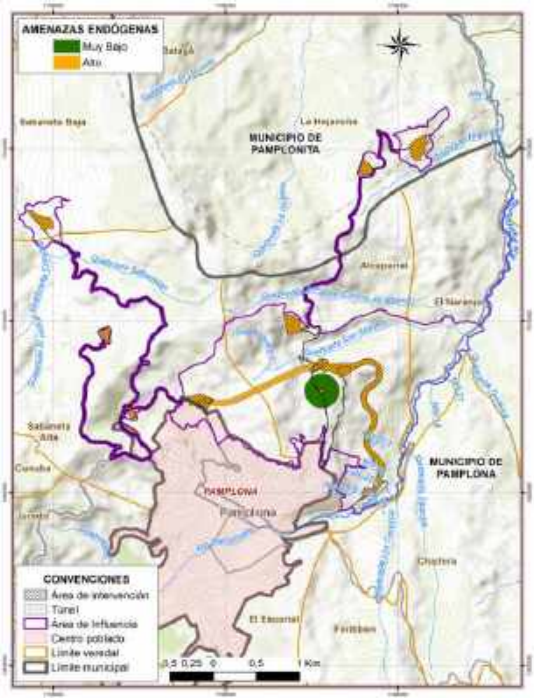


Figura 11-65 Representación espacial de las amenazas naturales

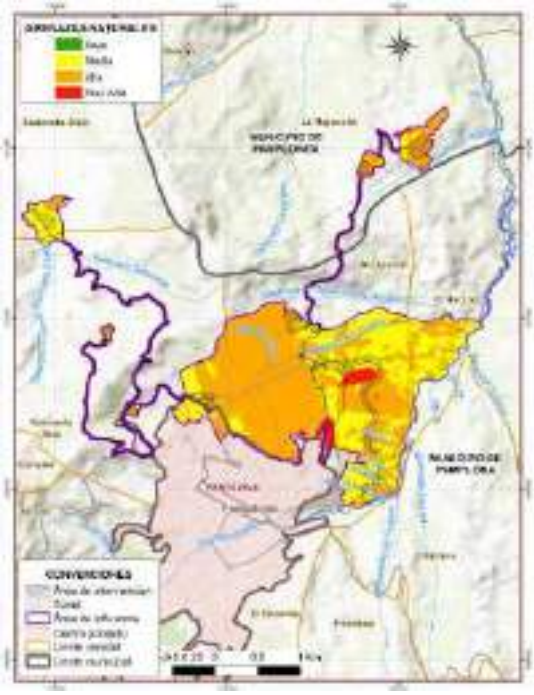
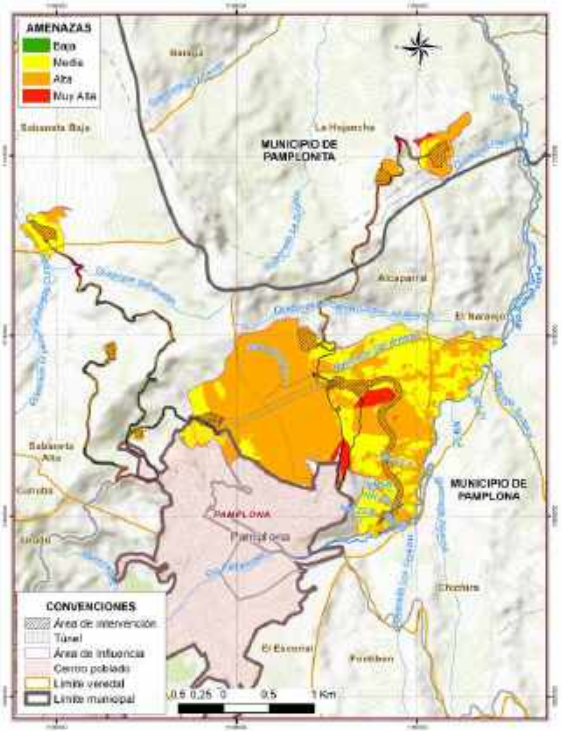


Figura 11-66 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio

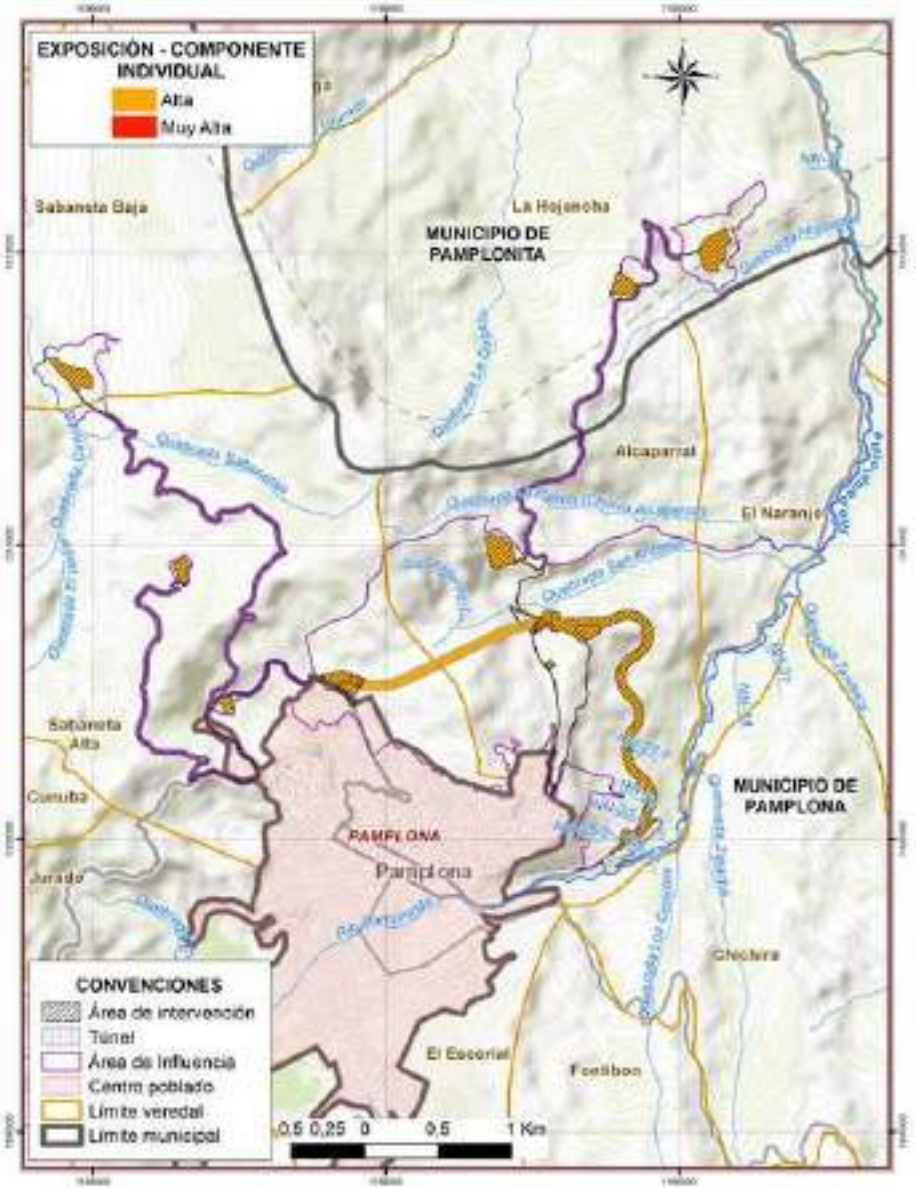


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Identificación de elementos expuestos y Vulnerabilidad

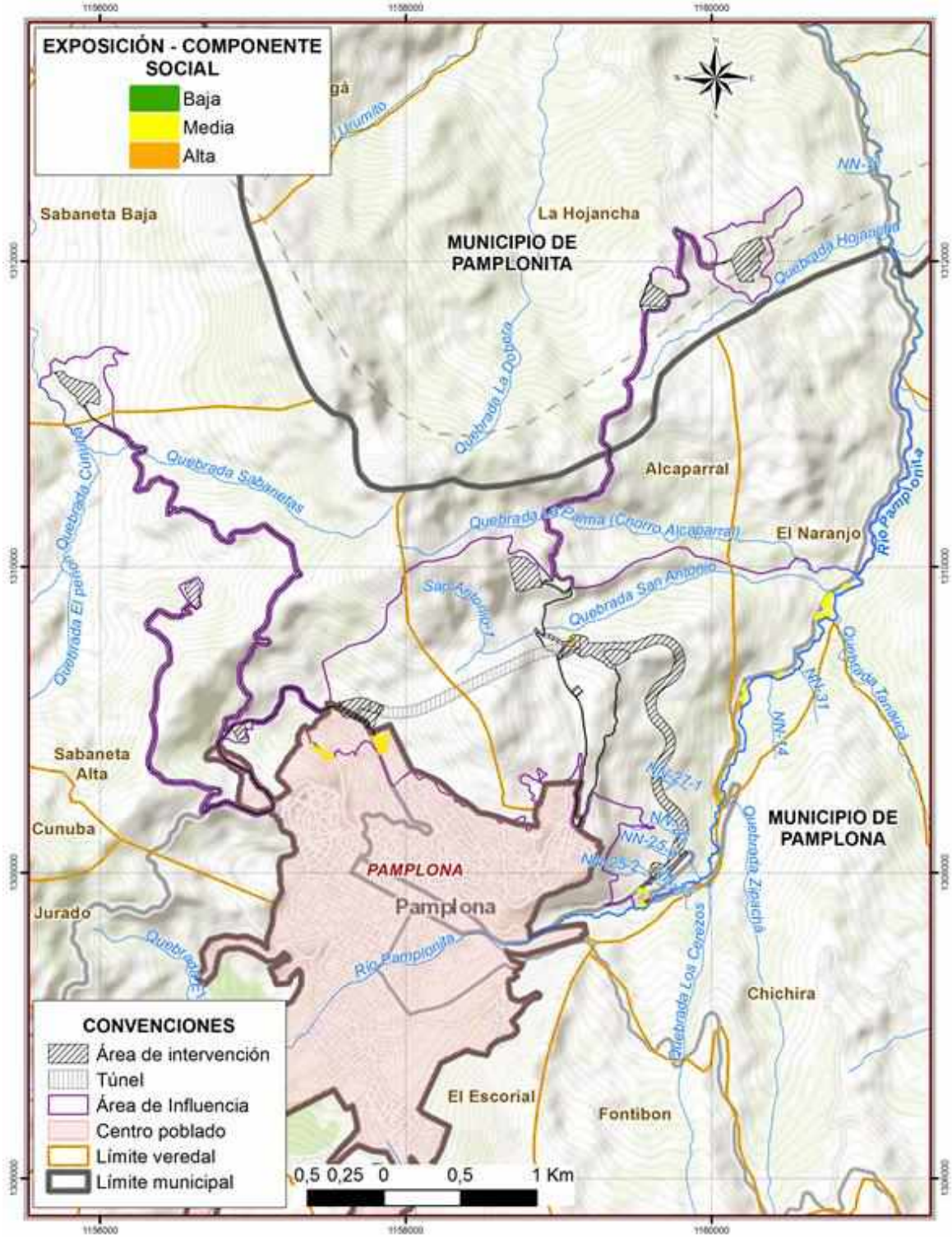
A su vez, para el caso de la exposición se presenta en la Figura 11-67, Figura 11-68, Figura 11-69 y Figura 11-70 los resultados del análisis de la exposición de los elementos vulnerables en función de las amenazas naturales.

Figura 11-67 Exposición individual



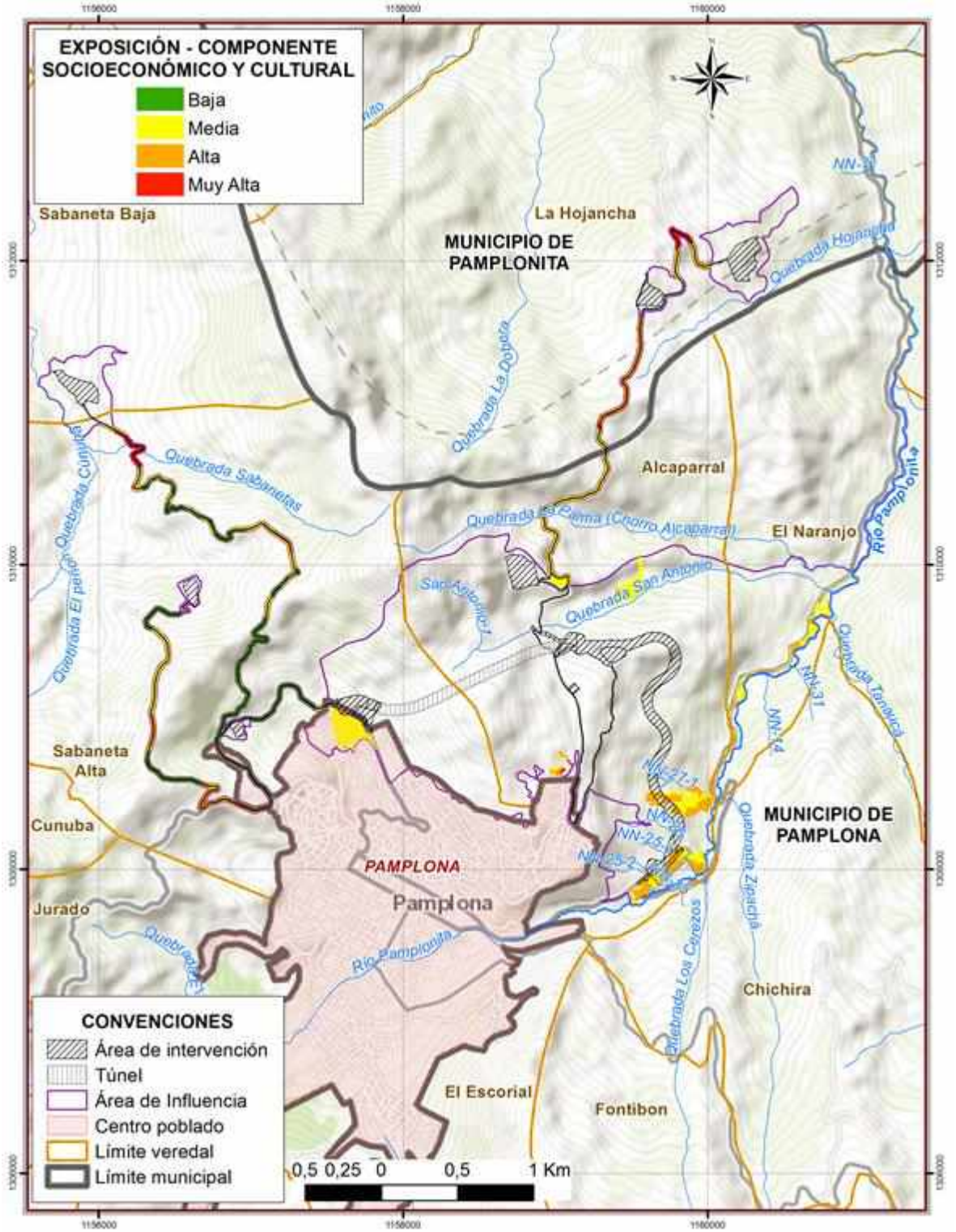
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-68 Exposición social



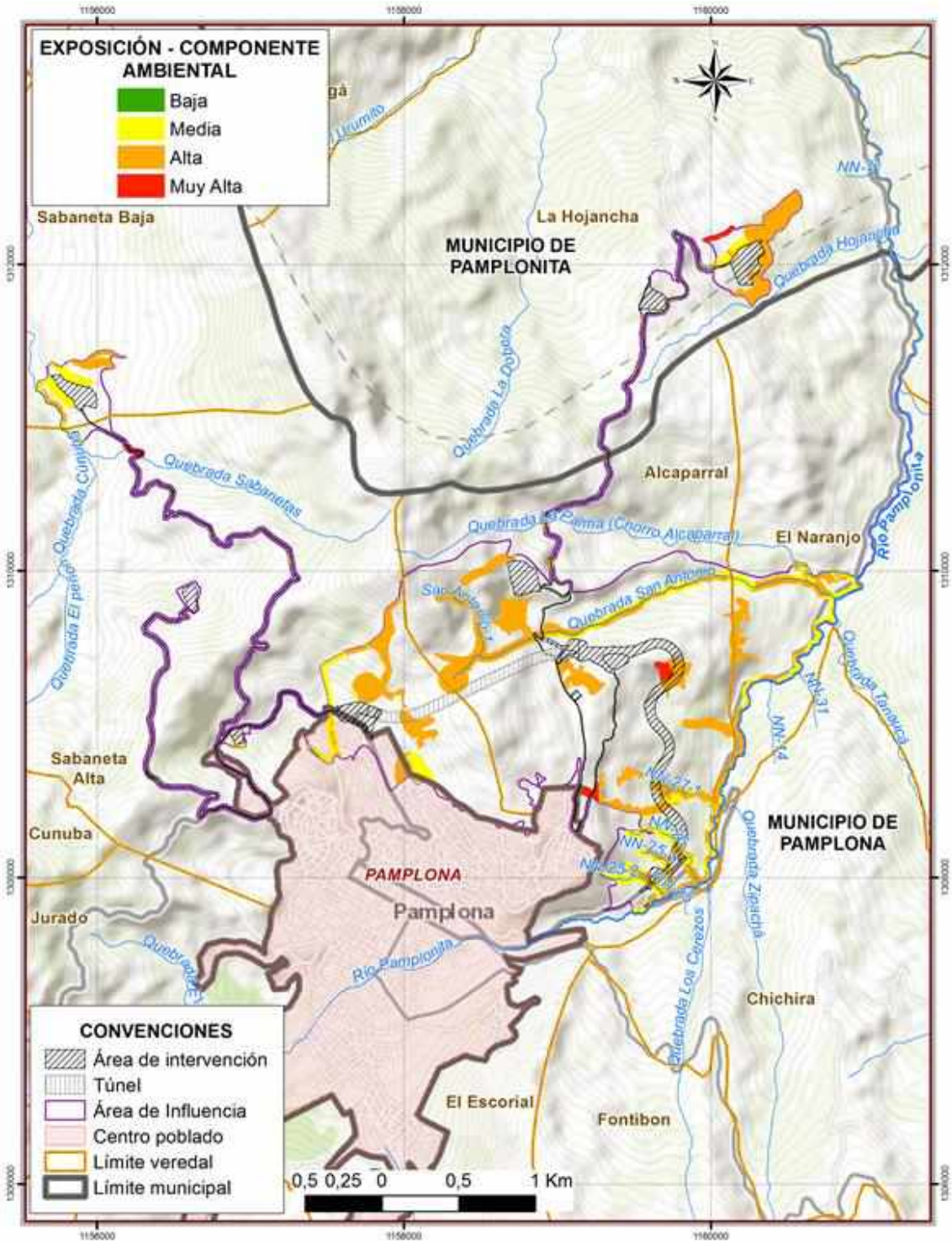
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-69 Exposición socioeconómica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-70 Exposición ambiental



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Riesgo

Por último, se obtuvo la estimación del riesgo de acuerdo a la Tabla 11-7, obteniendo el consolidado en la Figura 11-75, y los riesgos para los diferentes componentes en la Figura 11-71, Figura 11-72, Figura 11-73 y Figura 11-74.

Figura 11-71 Riesgo Ambiental

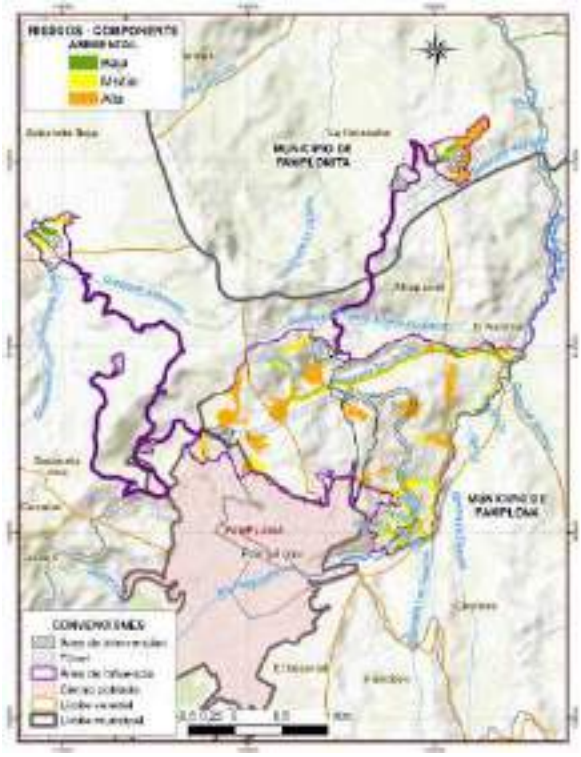
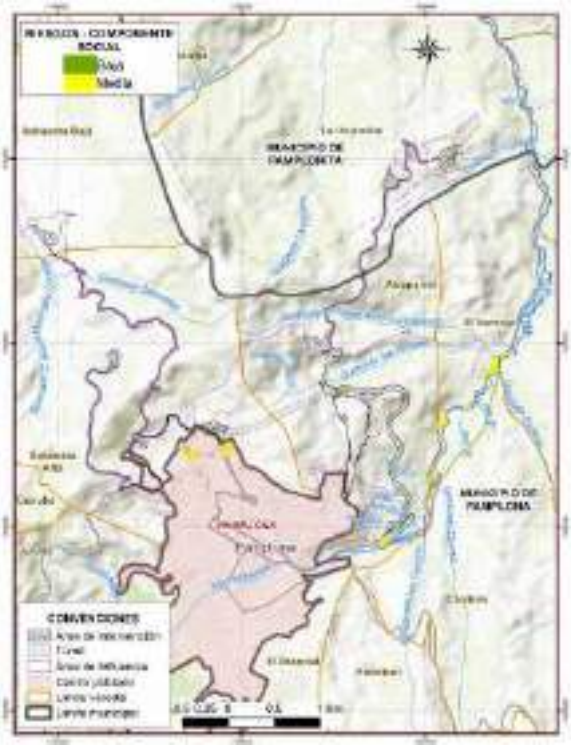


Figura 11-72 Riesgo Social



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-73 Riesgo Socioeconómico y cultural

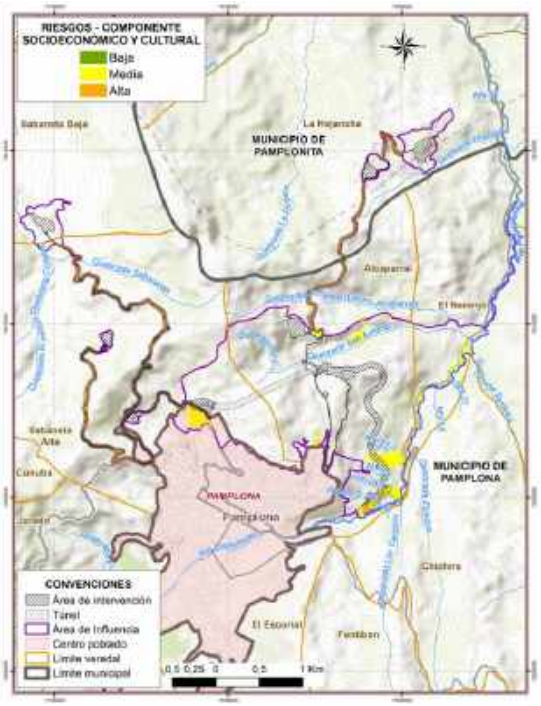
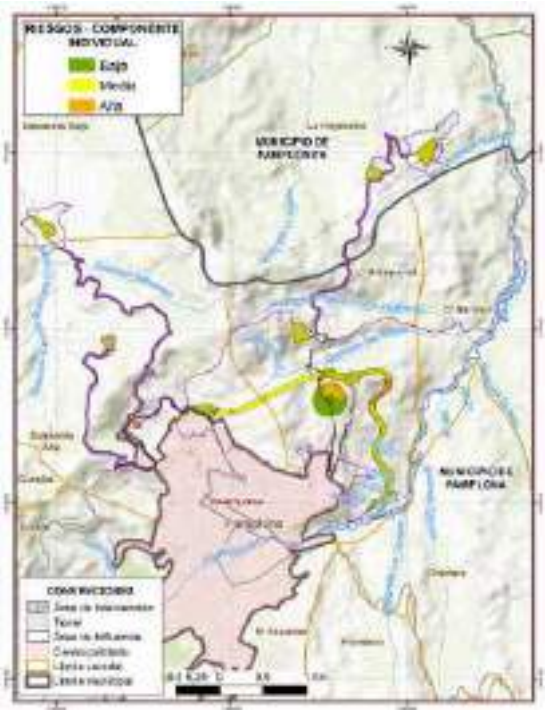
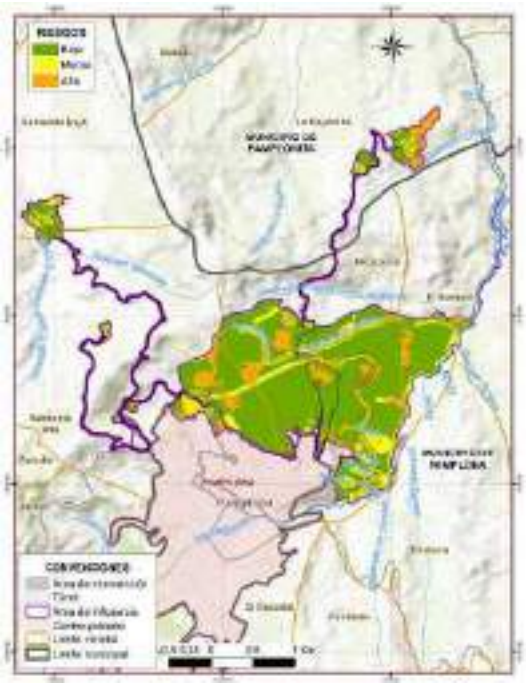


Figura 11-74 Riesgo Individual



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-75 Riesgo

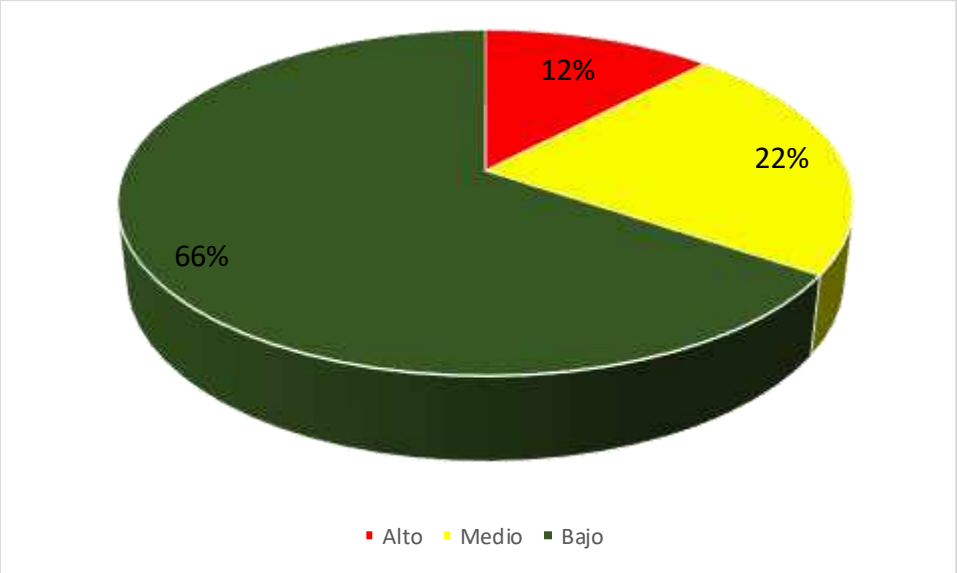


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Se observa que la mayor proporción del territorio se localiza en la categoría de riesgo bajo. El porcentaje de riesgo alto está determinado principalmente por la amenaza de sismicidad, avenidas torrenciales y por la amenaza geotécnica, relacionada principalmente con potenciales procesos de remoción en masa.

Las amenazas endógenas no representan riesgo medio o alto para los elementos sensibles sociales o socioeconómicos. Para los elementos sensibles ambientales que se encuentran sobre el área de intervención el riesgo se considera medio principalmente por el potencial de presentarse pequeños derrames de insumos usados durante la construcción, que generarían afectaciones muy puntuales principalmente al suelo que se está interviniendo.

Figura 11-76 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo)



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.8 Reducción del riesgo

A continuación, se presentan los lineamientos básicos orientados a la reducción prospectiva y correctiva del riesgo. Estos lineamientos serán revisados y actualizados de acuerdo a los requerimientos de actualización del Plan de Gestión del Riesgo.

11.1.3.8.1 Medidas de Intervención Prospectiva

Este tipo de medidas busca controlar el desarrollo de los factores de riesgo, con el fin de garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo y que se evite la implementación de intervenciones correctivas.

Las acciones preventivas y de control de fallas tienen un rol fundamental en la prevención de riesgos. Estas deben ser tenidas en cuenta durante todas las fases del proyecto, abarcando la construcción, operación y mantenimiento de la vía.

Muchos de los eventos, siniestros o accidentes que ocurren en las vías no pueden describirse estadísticamente dado a su naturaleza o falta de un sistema unificado de información. Debido a esto, la descripción de la incertidumbre de los eventos, los peligros o amenazas y los riesgos asociados a estos eventos no se puede formular de forma precisa con base en la definición de un valor probabilístico, sino con una apreciación subjetiva de ésta (lo cual es válido en la teoría de las probabilidades). Esto ha conllevado a establecer una apreciación de tipo posibilístico, dada por rangos de posibilidad de ocurrencia, sin definir exactamente valores, sino calificativos lingüísticos.

Algunos de los escenarios como derrames, accidentes, fallas en el proceso operativo de equipos, procesos de remoción en masa, atentados, entre otros, pueden no ser asociados a valores estadísticos y los métodos implementados en los análisis no pueden garantizar la prevención de estos eventos; sin embargo los criterios de diseño, los procedimientos y medidas HSEQ a implementar durante la construcción y operación, deberán velar por la prevención, reducción y control de los riesgos y por tanto las consecuencias de estos eventos a lo largo de la operación del proyecto.

Desde los diseños del corredor vial se deben contemplar los riesgos potenciales a raíz de amenazas endógenas o exógenas, con el fin de propender por la mínima afectación al medio, evitando la propagación o contacto de áreas sensibles con las amenazas.

Así mismo, durante el proceso constructivo, el coordinador de las actividades debe tener en cuenta todas las posibilidades de ocurrencia de un evento, ya sea de origen antrópico o natural, que pueda poner en juego la integridad del proyecto, comprometer la integridad física de algún trabajador o el equilibrio normal de los recursos naturales presentes en el área de intervención, de tal forma que se pueda prever el control y la no propagación del efecto.

De esta forma durante las actividades de construcción, operación o mantenimiento las acciones encaminadas a disminuir el riesgo podrían contemplar, entre otras:

i. Aplicación de las fichas PMF-12 Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva y PMF-13 Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso
ii. La capacitación del personal en temáticas de seguridad industrial y salud ocupacional para diferentes actividades de construcción, operación y mantenimiento.
iii. Capacitación del personal en atención de emergencias.
iv. Conformación de brigadas para la atención de emergencias.
v. Desarrollo de simulacros y establecimiento de procesos de mejora continua con relación a la atención de emergencias.
vi. Contar con recursos (técnicos, financieros, físicos) adecuados para la prevención y atención de emergencias.
vii. La utilización de la señalización adecuada y demarcación de áreas operativas, de tal forma que se puedan identificar las condiciones de ingreso y las restricciones de las mismas.
viii. Patrones de conducción y transporte de materiales.

ix. Mantenimientos preventivos y correctivos.
x. Procedimientos de identificación de equipos en mantenimiento y disponibilidad operativa de los mismos.
xi. Gestión con entes de asistencia a emergencias de centros poblados cercanos que brinden una atención rápida a una eventual emergencia.
xii. Limitar la presencia de personas entre trabajadores y visitantes, lo que disminuye la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro.

Dado que la amenaza interna de explosión es de las que potencialmente podrían tener mayores consecuencias, se deberán considerar los siguientes lineamientos:

Contenedores

Los polvorines serán contenedores con las siguientes características:

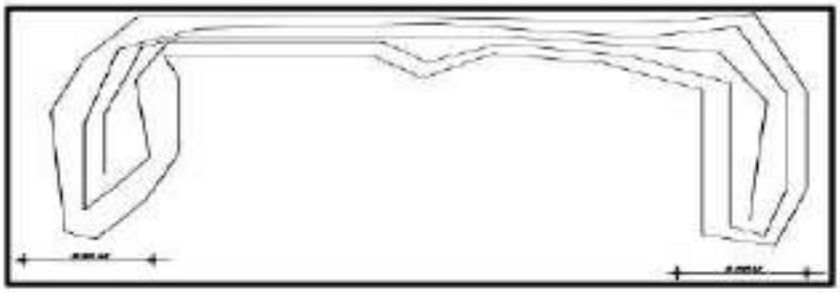
- Contenedores metálicos con marcos rígidos continuos y complementarios, con perfiles tubulares, de espesores que pueden ir de los 3 mm en las vigas, de 6 mm en los pilares esquineros y refuerzos en las puertas de 10 mm.
- La puerta debe estar aislada y con recubrimiento, metálica con chapa doble contacto y bisagras, montada sobre marco metálico.
- Deben estar cubiertos de pintura anticorrosiva: Limpieza química con anticorrosivo industrial, esmalte sintético en 1,5 mm de espesor de película seca en su exterior.
- Aislamiento interior con goma o madera
- El interior del contenedor debe llevar piso aglomerado y atornillado al piso.
- El polvorín debe tener ventilación con ventanas laterales
- Debe estar conectados a tierra y tendrán una conexión a suelo para la descarga estática del usuario antes del ingreso al polvorín
- El contenedor debe tener una base en hormigón para permitir la ventilación y evitar la humedad del piso.
- Los contenedores deben ir sobre un piso en materiales aislantes que puede ser asfaltico para sellado hermético, contra humedad, calor y filtraciones.
- Diseños con parámetros de sismoresistencia.
- Buena iluminación y ventilación.

Adicionalmente, se seguirán las medidas establecidas en la ficha PMF-07 Manejo de explosivos y ejecución de voladuras subterráneas y a cielo abierto.

Espaldones

De acuerdo a la literatura consultada, las barreras físicas pueden disminuir de 30% (Rouse, 2010) a 50% (Eckhoff, 2005) las sobrepresiones generadas por una explosión; por tal razón, el Polvorín contará con espaldones para evitar que la onda expansiva pueda causar daño en el posible caso de siniestro, estos espaldones pueden ser artificiales y ubicados alrededor de los contenedores a una distancia de 3 metros, pueden ser en materiales pétreos y con una altura mínima de 3 metros.

Figura 11-77 Modelo de espaldones



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

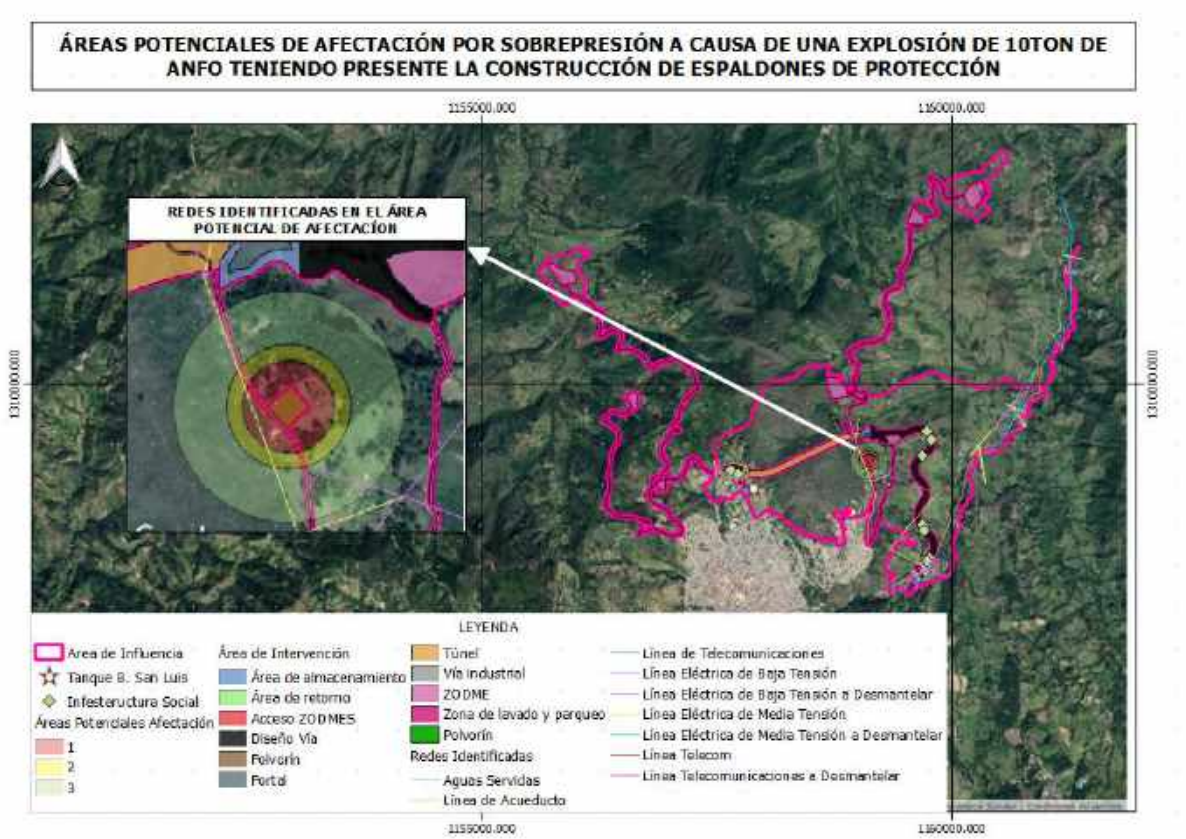
De acuerdo a los espaldones mencionados, se volvió a desarrollar el modelo para determinar las áreas potenciales de afectación por sobrepresión en caso de una explosión en el polvorín; teniendo en cuenta una reducción del 30% en la presión. De esta forma se obtuvo la Tabla 11-46 y la Figura 11-78.

Tabla 11-46 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía

kPa*	Z (m/kg$^{1/3}$)	W_{TNT}	R_d (m)
71,7	4,0	8.073,40	80,2
31,3	5,4		108,25
9	10,0		200,7

*Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). * Valores a los cuales aplicándoles un 30% menos de energía corresponderían a los valores establecidos en la Tabla 11-9.*

Figura 11-78 ÁREAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN A CAUSA DE UNA EXPLOSIÓN DE 10TON DE ANFO TENIENDO PRESENTE LA CONSTRUCCIÓN DE ESPALDONES DE PROTECCIÓN



*Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). * 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.*

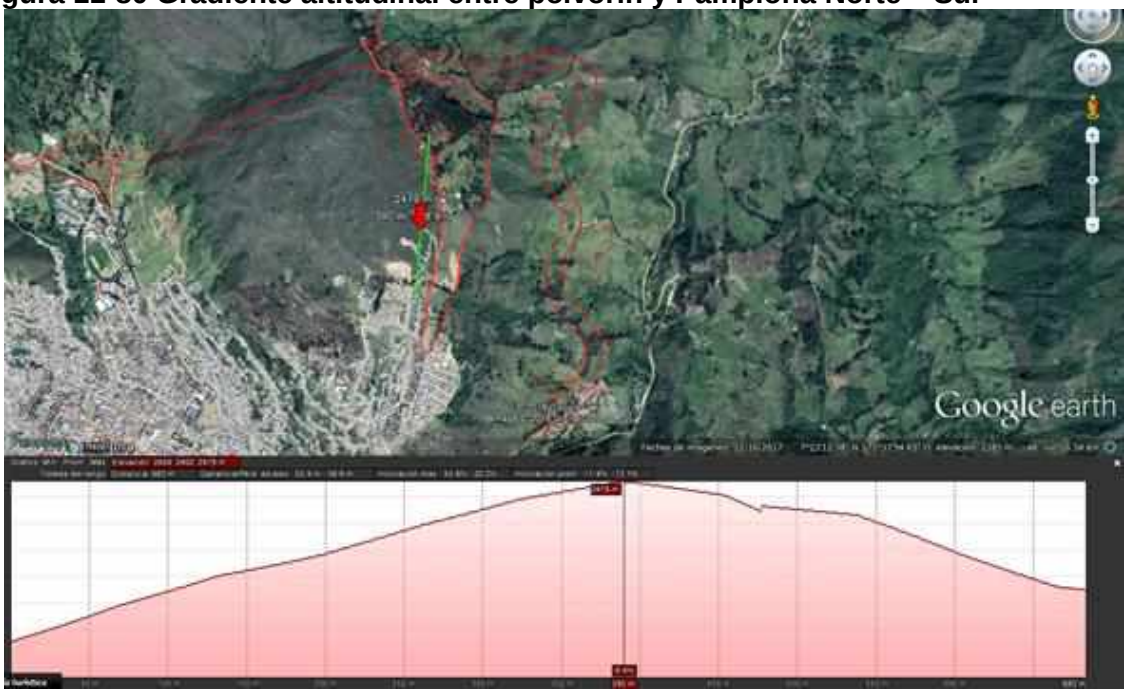
Se observa una reducción en los elementos vulnerables sociales, socioeconómicos y ambientales expuestos a las áreas de afectación. Principalmente se observa una potencial afectación en caso de la manifestación del evento de una Línea eléctrica de media tensión, y una de baja tensión. Se debe tener presente que dado la probabilidad de ocurrencia tan baja de este tipo de evento en esta industria el riesgo resultante es muy bajo.

Así mismo, la geoforma del terreno propiciaría una reducción significativa de los efectos de sobrepresión sobre elementos sensibles localizados hacía Pamplona, dado el gradiente altitudinal entre el polvorín y las áreas pobladas. En la Figura 11-79 se observa dicho gradiente en orientación Noreste – Suroriente (hacía la vía Berlín - Pamplona); se aprecia que el polvorín estaría a una altura sobre el nivel del mar aproximadamente de 2.436 msnm, el punto más alto del eje estaría localizado sobre los 2.631 msnm (195 m de diferencia ascendente) y el costado de los elementos vulnerables en Pamplona se encontrarían sobre los 2.367 msnm. Por su parte, en la Figura 11-80 se ve el trazado en una ruta Norte Sur (desde el polvorín hacía la Carrera 14ª en Pamplona), en este sentido también se observa que el punto más alto del eje estaría localizado sobre los 2.479 msnm, es decir, 43 m más que el polvorín.

Figura 11-79 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Noreste – Suroriente

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

Figura 11-80 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Norte – Sur



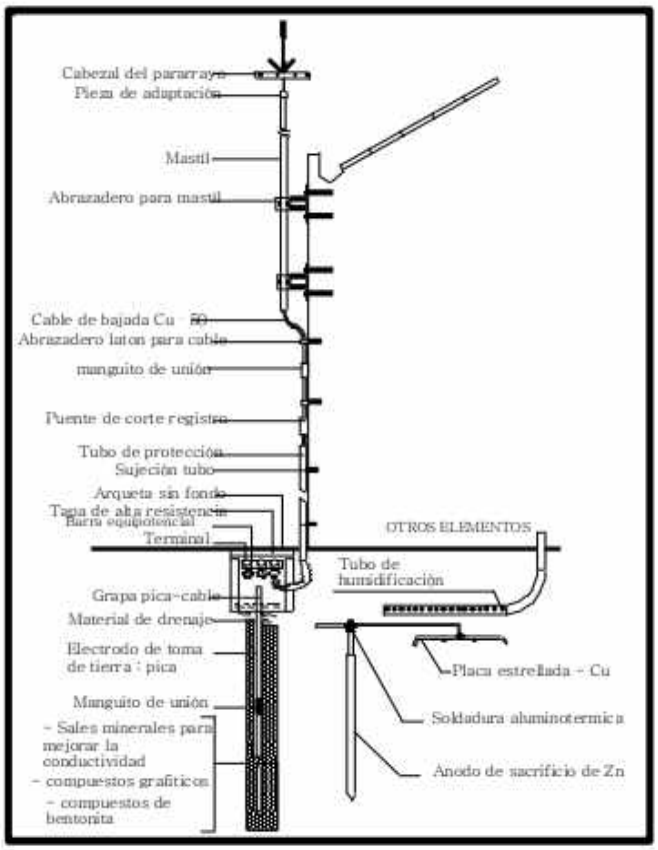
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

Pararrayos

Con el propósito de evitar que descargas eléctricas puedan causar explosiones al interior de la zona de almacenamiento el polvorín debe tener un sistema de pararrayo (tipo de rayo Atómico , 3 unidades, cubrirán un radio de 10 metros c/u) ubicados en línea en el centro del área, en este punto se ubicará el primero y de ahí los dos restantes, ubicados en dos puntos equidistantes y estratégicos para que cubran especialmente el área donde se encuentran los contenedores, en torres metálica con su respectiva puesta a tierra y en su parte más alta ubicar el mástil cuya altura debe ser mínimo de 10 metros con su bajante a tierra ecualizada o unida equipotencialmente con la de la torre, a la estructura metálica del almacén y la manija de descarga electrostática, debiendo su resistencia ser igual o inferior a 1 ohmio, a su vez todas las uniones deben ser termo soldadas.

El polvorín debe tener una manija de descarga electrostática en la puerta de acceso, la misma que deberá estar ubicada a una altura de 1.20 m del piso exterior. Cerca de cada contenedor debe constar de una varilla de cobre para hacer la descarga estática. Es así como todas las partes metálicas que haya dentro de la estructura deben estar conectadas eléctricamente entre sí y puestas a tierra.

Figura 11-81 Modelo pararrayos polvorín



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.8.2 Medidas de Intervención Correctivas

Estas medidas se planifican con el objetivo de disminuir el riesgo existente, incluyendo la reducción del riesgo y la preparación de la respuesta. Las intervenciones correctivas como el reforzamiento de infraestructura, la estabilización de taludes, entre otros, son necesarias para reducir el riesgo existente, en tanto, las intervenciones prospectivas son esenciales para evitar la construcción de nuevos riesgos en el corto, mediano y largo plazo (Sistema Nacional de Defensa Civil, Perú, 2018).

Entre estas medidas se contemplan:

- Las planteadas en el Programa para la conservación y restauración geotécnica, del presente EIA (PMF-01 Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica).
- El monitoreo permanente de las obras realizadas.
- Realizar revisiones y mantenimientos periódicos a los sistemas de desagües, alcantarillado, etc.

11.1.3.8.3 Protección financiera

En el marco del contrato de Concesión bajo la modalidad de la Alianza Público Privada -APP- N° 002 de junio 02 de 2017, entre la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI- y el Concesionario Unión Vial Río Pamplonita S.A.S. (UVRP), es claro que éste debe mantener las garantías o mecanismos de cobertura, en plena vigencia y validez por los términos y en las condiciones expresadas en el Contrato y deberá pagar los valores o las primas y demás gastos necesarios para constituirlas, mantenerlas, prorrogarlas o adicionarlas.

Por tratarse de un contrato estatal, las obligaciones adquiridas por el Concesionario mediante el contrato de concesión deben permanecer garantizadas, sin que sea admisible ningún tipo de revocatoria por parte de entidad emisora de la garantía y/o el Concesionario, hasta la liquidación del contrato y la prolongación de sus efectos.

Conforme con lo establecido en el contrato, se cuenta con una garantía de responsabilidad extracontractual, la cual cubre la responsabilidad civil del Concesionario por sus acciones u omisiones así como las de sus agentes, contratistas y/o subcontratistas, en desarrollo de cualquier actividad ejecutada con ocasión del contrato de Concesión, las cuales causen daños a propiedades o la vida o integridad personal de terceros o de la ANI, incluyendo cualquiera de sus empleados, agentes o subcontratistas.

Adicionalmente, el Seguro de Obras civiles que se toma para cada unidad funcional, cubre los daños que pueda llegar a sufrir la infraestructura de dicha unidad funcional, independientemente de la causa que genere el daño.

11.1.3.9 Manejo del desastre

11.1.3.9.1 Componente de preparación para la respuesta a emergencias

Capacitación

El objetivo es capacitar al personal del proyecto en la identificación y el manejo de los riesgos potenciales a los cuales se pueden ver expuestos durante el desarrollo del mismo.

En la Tabla 11-47, presentan las temáticas sugeridas y el tiempo propuesto para la capacitación del personal. Estos elementos se deberán ajustar según requerimientos de la empresa contratista.

Tabla 11-47 Programa de educación y divulgación

TEMA	Nº HORAS
Manejo del plan de evacuación	3
Riesgos de seguridad de los brigadistas	2
Comportamiento del fuego	4
Métodos, agentes y equipos de atención	4
Extintores portátiles bajo la normatividad nacional e internacional	4

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Se deberán establecer cronogramas de divulgación del plan de gestión del riesgo entre el personal del proyecto y la comunidad cercana al proyecto, la información podrá ser entregada a través de folletos, cartillas o volantes.

Se podrá realizar la divulgación del Plan de Gestión del Riesgo por medio de talleres participativos a todo el personal de la empresa (involucrados activamente o no en el plan), y a la comunidad del área de influencia, incluyendo los Consejos Municipales para la gestión del riesgo, con el fin de que conozcan el plan e identifiquen la forma de articularse al mismo en caso de una emergencia. En la Tabla 11-48 se relaciona el programa tentativo de dicha divulgación.

Tabla 11-48 Contenido del programa de divulgación

CONTENIDO
Sensibilización de la importancia de evaluar los riesgos
Marco Normativo
Metodología para el análisis de riesgos
Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos
Análisis de riesgos desarrollado
Plan de Gestión del Riesgo priorizando las estrategias de respuesta

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Las divulgaciones podrán ser realizadas anualmente o cuando se efectúen modificaciones en la identificación de las amenazas.

Simulaciones y simulacros

Para complementar el entrenamiento y preparación ante emergencias, se realizarán simulacros para poner a prueba los conocimientos y el nivel de respuesta del personal. Los simulacros por realizar son:

i. Evacuación de frentes de obra
ii. Evento de remoción en masa
iii. Evento de derrames

En la primera etapa del proyecto se llevará a cabo la planificación de los simulacros en la que se definirá: programación, frecuencia, población objetivo y escenarios a ser evaluados. Posteriormente, para cada uno de ellos se definirá el guion o libreto, preparación específica de los escenarios, equipos de trabajo (coordinador, control, evaluador, observador) y la lista de verificación.

Una vez finalizado el simulacro, se llevará a cabo su evaluación para detectar oportunidades de mejora del Plan de Gestión del Riesgo, ya sea en su diseño, entrenamiento al personal o divulgación, entre otros.

La frecuencia de los simulacros y demás actividades que hacen parte del plan se programarán a más tardar un (1) mes después del inicio de actividades.

Recursos para la atención de emergencias

De acuerdo con la identificación y evaluación de riesgos; a continuación, se relacionan los recursos mínimos para la atención de emergencias. Las cantidades y especificaciones técnicas serán definidas de acuerdo con las características de cada frente (número de trabajadores, capacidad técnica y operativa) y la dinámica del proyecto, dichas especificaciones deberán enmarcarse en la normativa en Colombia.

- **Recurso humano entrenando**

Se efectuará una selección de personal, cuya aptitud y actitud le permita participar de la brigada de emergencias. Dicho personal recibirá el respectivo entrenamiento, teniendo en cuenta la capacidad de respuesta local del proyecto y los riesgos identificados durante el análisis de riesgos. El personal vinculado de manera directa e indirecta debe recibir capacitación y ser evaluado en los simulacros, lo cual permitirá evidenciar el nivel de seguimiento de instrucciones por parte de la brigada de emergencia y su respuesta ante una situación de emergencia.

- **Recurso físico**

Para la atención de una emergencia se contará en la zona con:

i. Extintores portátiles multipropósito (ABC), de agua a presión y/o Solkaflam, los cuales deberán estar ubicados en los lugares en donde exista riesgo de conato de incendio.

ii. Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado en los lugares con probabilidad de generación de derrames.
iii. En caso de trabajo nocturno, es necesario contar con una torre luminaria, la cual deberá encontrarse en buen estado, tanto para el trabajo a realizar como para la atención de una contingencia.
iv. Señalización. Dependiendo de la fase del proyecto, se tendrá una señalización básica informativa en caso de emergencias, para el personal que labore en la el proyecto, como:
    a. Evacuación y salvamento en ruta de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro.
    b. Indicación de clase de vehículos, dirección, grado de pendiente, velocidad máxima permitida, lugares con probabilidad de remoción en masa, paso a nivel y almacenamiento de combustible en sitios de circulación vehículos.
    c. Prohibición ("no fumar", y de ingreso restringido a las áreas).
    d. Advertencia de peligro (riesgo de explosión, incendio, zonas críticas de remoción en masa).
    e. Elementos de protección personal de uso obligatorio según el área.

- **Equipamiento**

Estar preparado para la atención de emergencias requiere de recursos humanos entrenados y calificados, dotados con los equipos necesarios, entre otros. Para la atención de emergencias mayores es preciso acudir a recursos externos como bomberos, policía y defensa civil u otras entidades con las que se hayan acordado planes de ayuda mutua.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, mediante la Ley 9 de Enero 24 de 1979, en su artículo 127 estableció la exigencia a los lugares de trabajo para que cuenten con las facilidades y recursos necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores. Adicionalmente, en la Resolución 1016 de 1989, en el artículo 10 numeral 7, se establece que como un subprograma de medicina preventiva se debe organizar e implantar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios.

Sin embargo, no se cuenta con una directriz clara que reglamente los equipos e insumos que se deberían tener cómo mínimo para la atención de emergencias. En la Tabla 11-49 se sugieren algunos elementos y equipos que deben estar a disposición en la etapa de construcción, siempre teniendo en cuenta que este listado debe ser ajustado una vez que se inicie la obra, de acuerdo con la cantidad de personal y la ubicación de frentes de trabajo.

Para la etapa de construcción, operación y mantenimiento tanto los equipos sugeridos, cómo las cantidades se establecerán de acuerdo a los estándares establecidos por la organización.

Tabla 11-49 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación

FASE	DETALLE
PRIMEROS AUXILIOS	POLITRAUMATISMOS - Camilla rígida

FASE	DETALLE
	- Juegos de inmovilizadores para extremidades (cervical y extremidades superiores e inferiores) - Equipo de respiración (bala de oxigeno con manómetro, humidificador cánulas, resucitador manual) - Compresas - Gasas estériles en empaque individual - Vendas de gasa - Vendas elásticas - Vendas de algodón - Parches oclusores (ojos) - Vasos desechables - Jabón quirúrgico - Alcohol antiséptico - Esparadrapo - Micropore - Curas - Tela limpia - Frascos de suero fisiológico QUEMADURAS - Gasa vaselinada o tela limpia y vaselina (para humectar la piel) LESIONES OSTEOMUSCULARES - Tablillas y férulas de diferentes tamaños - Baja lenguas OTRAS - Sales de rehidratación oral - Guantes desechables - Tapa bocas - Gafas de protección - Tijeras - Termómetro - Tensiómetro - Botiquín tipo morral / mochila - Linterna y pilas de repuesto - Bolsas rojas - Manual de primeros auxilios
CONTRA INCENDIOS	Oficinas / Campamentos: - Extintores Solkaflan (equipos electrónicos) - Extintores A, B, C, - A B C - Arena - Canecas con agua - Baldes / canecas / recipientes Frentes de obra: (Incendios forestales): - Batefuegos - Maruyama (Motobomba lanza agua) según viabilidad presupuestal) Equipos a motor / vehículos / Maquinaria: - Extintores A, B, C, - ABC
DERRAMES	- Elementos absorbentes adecuados para los productos manejados (barreras, materiales y paños) - Palas plásticas antichispa - Guantes multipropósito - Tapabocas y mascarillas para prevenir la inhalación de vapores

FASE	DETALLE
	- Gafas de seguridad - Canecas para la recolección de suelo afectado y para la recuperación de producto - Bolsas rojas para disponer los productos empleados en la recolección del producto derramado - Cinta de precaución para señalización
EVACUACIÓN	Señalización según código de colores NTC 1461 (Forma, color símbolo): - Oficinas - Campamentos - Líneas de trabajo - Zonas de parqueo - Puntos de encuentro - Cintas reflectivas y delimitadoras - Paletas de Pare Siga Sistemas de alarma: - Pitos - Sirenas - Radios de Comunicación
TRABAJO EN ALTURAS	- Arnés - Casco de seguridad - Descendedor - Cuerda estática - Mosquetones de seguridad - Guantes para rappel - Mono gafas - Linterna manos libres

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

La lista presentada anteriormente fue elaborada a partir del Manual para la Elaboración de Planes Empresariales de Emergencia y Contingencias y su Integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (Dirección de Prevención y Atención de Desastres -DGPAD- y Consejo Colombiano de Seguridad -CCS-, 2003) y las directrices de la Resolución de la Secretaría Distrital de Salud 0705 DE 2007.

Son elementos opcionales y deberán ser revisados y ajustados una vez se instalen los campamentos, oficinas temporales y permanentes.

Adicionalmente, una vez se defina el concesionario y el personal requerido para la construcción del proyecto, se deberá establecer en esta sección un directorio interno con el fin de facilitar la comunicación del personal en caso de una emergencia.

De la misma forma, se debe implementar una red de comunicaciones (con recursos como teléfonos celulares, radio con alcance necesario para una comunicación efectiva y/o Avantel), los cuales deben estar localizados en los frentes de obra. El Coordinador de Emergencia o ingeniero del frente será el responsable de la comunicación con los organismos de apoyo externo, y los integrantes de los comités deberán tener un directorio actualizado de los teléfonos de las personas que lo conforman y de las entidades de apoyo registradas en la zona del proyecto.

Roles, responsabilidades y organización para la respuesta

La estructura de respuesta desarrollada para la atención de emergencias se estableció de acuerdo al Sistema Comando de Incidentes (SCI).

El SCI fue desarrollado en la década de 1970 por FIRESCOPE (*Fire Fighting Resources of Southern California Organized for Potential Emergencies*)a raíz de la necesidad de un nuevo enfoque para atender de forma oportuna y eficiente las emergencias generadas por incendios en California (Programa Regional de Asistencia para Riesgos de Desastres (RDAP), 2012).

El sistema fue concebido bajo los siguientes principios básicos (Stumpf, 1999):

i. El sistema debe ser organizacionalmente flexible, con el fin de satisfacer las necesidades de cualquier tipo y magnitud del incidente.
ii. Las diferentes organizaciones que pueden dar respuesta a una emergencia deberán estar en la capacidad de usar el sistema como parte de su rutina diaria, pero también como mecanismo para afrontar una emergencia de gran magnitud.
iii. El sistema debe ser lo suficientemente estandarizado con el fin de permitir que personal de diferentes organizaciones y agencias de respuesta puedan fusionarse de forma rápida en una única estructura de manejo.
iv. El sistema debe ser costo efectivo.

El equipo para atención de emergencias estará conformado por el personal que labore en las actividades del proyecto.

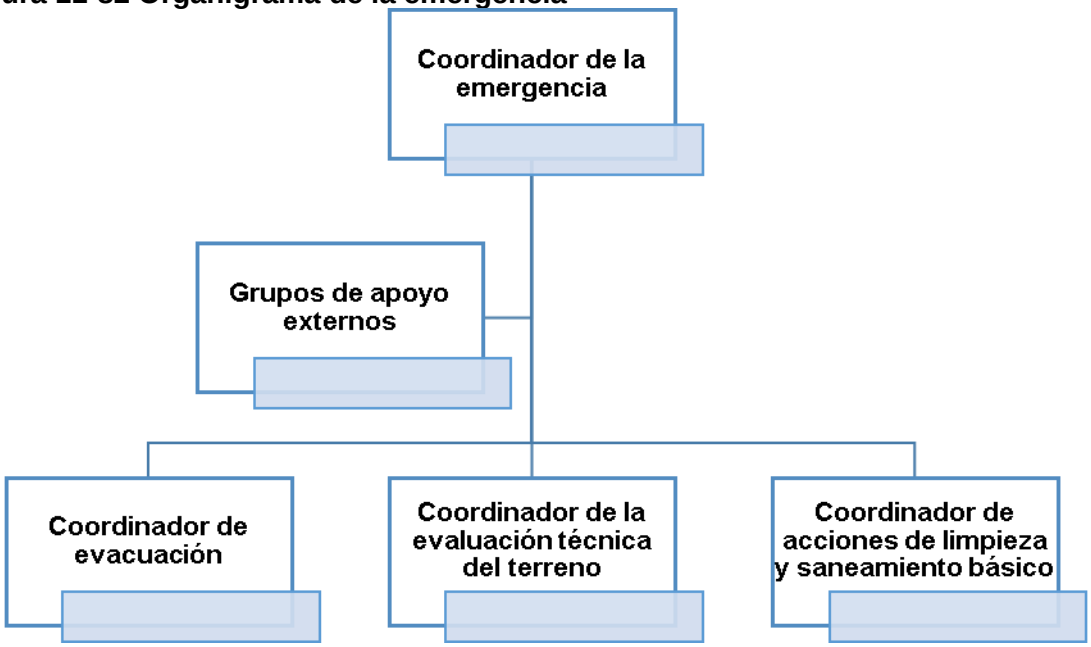
Cada frente de trabajo, así como las empresas contratistas que se contemplen deben establecer un organigrama de emergencias, delegando responsables e implementando las medidas de mitigación y respuesta a situaciones de riesgo.

La dirección del Plan de Gestión del Riesgo deberá estar integrada por los máximos representantes de cada frente de trabajo, quienes tienen la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del plan, asegurando los recursos de personal, administrativos, técnicos y financieros para su implementación, mantenimiento, puesta en marcha y seguimiento.

A continuación, en la

Figura 11-82 se presenta el esquema básico de un organigrama de atención de emergencia y su jerarquía, de acuerdo a los riesgos identificados. Al establecer las personas que conforman la brigada, se debe comunicar a todos los trabajadores el nombre de cada integrante de la brigada y su funcionamiento.

Figura 11-82 Organigrama de la emergencia



Fuente: Unión vial Río Pamplona, 2017.

Funciones de los coordinadores de emergencia

i. Máxima autoridad en sitio durante una emergencia.
ii. Coordinar las acciones preventivas y de atención contenidas en el Plan de Gestión del Riesgo.
iii. Velar por la actualización de la información de los grupos de apoyo primario y de la comunidad del área de influencia directa, quienes participarán en simulacros y en toma de decisiones sobre aspectos a mejorar.
iv. Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la brigada.
v. Participar en los simulacros para ajustar los mecanismos de respuesta, asegurando la efectividad de respuesta ante un evento.

Funciones de la brigada de emergencia

Antes

i. Realizar inspecciones periódicas al estado de las obras estructurales para prevención de las amenazas.
ii. Realizar inspecciones periódicas al estado de la zona, con el fin de identificar pisos agrietados, arboles inclinados, desprendimientos de suelo u otros elementos que impliquen riesgos para el personal del proyecto o terceros.
iii. Participar en capacitaciones y simulacros.
iv. Reportar condiciones inseguras y/o comportamientos de la persona en el desempeño de su cargo.
v. Identificar en conjunto con el personal necesario la/s ruta de evacuación y sistemas de alarma y socializarlo a todo el personal del proyecto.

Durante:

i. Evaluar el evento y su magnitud.
ii. Accionar el sistema de emergencia, según el evento presentado.
iii. Determinar la necesidad de evacuar al personal vinculado, hacia el punto de encuentro o zona segura.
iv. Controlar la emergencia mediante los Procedimientos Operativos Normalizados (PON), hasta donde su seguridad no se exponga.

Después:

i. Evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas al regresar a su área.
ii. Identificar posibles puntos de contaminación.
iii. Dar prioridad y coordinar la búsqueda de personas que no se encuentren en el punto de encuentro o que estén atrapadas.
iv. Verificar y restringir el ingreso de personas y vehículos a la zona, exceptuando grupos de apoyo, quienes ingresarán debidamente identificados.
v. Participar en la evaluación del evento, por medio de informe detallado del evento, respuesta generada e impactos resultantes por el fenómeno.
vi. Reacondicionamiento de equipos y áreas.
vii. Evaluar en conjunto con el Coordinador de Contingencias y grupos de apoyo interno la efectividad del Plan de Gestión del Riesgo.

Junto con la brigada de emergencia, se establecerá el Comité de Emergencia, que estará conformado por dos representantes de Gerencia y el Coordinador de la Brigada.

El comité tiene como responsabilidades una vez ocurrida la emergencia:

i. Definir si se suspenden actividades.
ii. Determinar si es necesario evacuar total o parcialmente las instalaciones.
iii. Si se ha evacuado, determinar si se puede regresar a las instalaciones a continuar la labor.
iv. Si es necesaria la intervención de grupos de apoyo o auxilio, coordinar el Puesto de Mando Unificado (PMU), esto es, el espacio físico para coordinar desde allí cualquier situación de emergencia cuando sea necesario evacuar la totalidad del personal, no se pueda regresar a las instalaciones y se requiera apoyo de entidades externas; y estar al tanto de lo que se requiera.

v. Investigar y generar planes de acción de las emergencias presentadas.
vi. Realizar reuniones cuando haya cambios significativos que afecten el plan de emergencia o al finalizar una emergencia real.

11.1.3.9.2 Componente de ejecución para la respuesta a emergencias

En este componente se establecen los procedimientos básicos de la operación del plan de gestión del riesgo y se definen los lineamientos y mecanismos de notificación, organización y funcionamiento del mismo.

Adicionalmente, se pretende organizar la interacción entre los grupos internos destinados a la atención de emergencias y los grupos de apoyo externo, de ser requeridos.

Niveles de emergencia

De acuerdo a la magnitud potencial de la afectación, a raíz de la manifestación de una amenaza, y de los recursos técnicos y físicos requeridos para la atención de la emergencia; a continuación, se propone la clasificación de las emergencias.

i. Emergencia Grado Menor: Se trata de emergencias que no afectan la continuidad de operación pues no compromete más de un área o equipo especifico, los daños a bienes inmuebles se pueden subsanar en sitio, no hay daño al medio ambiente que suponga medidas de atención a largo plazo y en cuanto a lesiones personales estas no generan al trabajador incapacidad. El personal de respuesta y el personal técnico pueden velar por la atención básica de la emergencia, el área de influencia del evento no supera el corredor de la vía, o las áreas de servicios auxiliares.
ii. Emergencia Grado Medio: Este tipo de emergencias pueden afectar por corto plazo la continuidad de la operación, al comprometer más de un área o equipo, no es posible subsanar los daños a bienes inmuebles en sitio por lo que se pueden requerir repuestos no disponibles en el proyecto. Los daños generados al medio ambiente pueden requerir de reparación a mediano plazo y en cuanto a lesiones personales, estas tendrían el potencial de generar lesiones con incapacidad temporal en el trabajador. Para la atención de este tipo de emergencias se puede llegar a requerir de apoyo externo local aparte del personal de respuesta.
iii. Emergencia Grado Mayor: La emergencia afecta por largo plazo, o de manera indefinida la continuidad de la operación, los daños al medio ambiente podrían ser a largo plazo y cambiar las condiciones del terreno. En cuanto a lesiones personales, se podría generar en los trabajadores lesiones permanentes e incluso la muerte. Para la atención de la emergencia es preciso poner en marcha todos los recursos disponibles en el proyecto y se podría requerir apoyo externo local y regional.

Sistema de alarmas

La alarma es activada por el Centro de Control Operacional, procediendo a actuar de acuerdo con la emergencia presentada, evaluando si es necesario suspender actividades, evacuar y/o solicitar apoyo de externos. En la etapa inicial del proyecto (planificación), se definirán los medios para informar la ocurrencia de una emergencia (radio, celular, Avantel, entre otros).

Punto de encuentro y ruta de evacuación

Se evacuarán los diferentes frentes de trabajo de las actividades e intervenciones prioritarias de la vía existente Pamplona - Cúcuta, si se presenta alguna de las siguientes emergencias:

i. Fenómenos de remoción en masa con el potencial de afectar la integridad del personal o terceros.
ii. Deslizamientos y hundimientos del terreno inducidos.
iii. Sismo y/o terremoto: la evacuación se efectuará una vez finalizado el movimiento telúrico.
iv. Incendio o explosión.
v. Inundación.
vi. Tormenta eléctrica.
vii. Avalanchas.
viii. Amenazas de tipo social.
ix. Cuando el Coordinador de la emergencia así lo considere.

Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

i. Suspender la actividad que se está realizando
ii. Abandonar de forma ordenada el área
iii. Aislar la zona del evento
iv. En caso de estar bloqueada la ruta de evacuación con material desplazado por remoción en masa, evaluar el estado del terreno e identificar zonas que no presentes señales de un posible desprendimiento de materiales, para evacuar a través de éstas.
v. Si se sospecha que alguna persona ha quedado atrapada en el área afectada, notificarlo inmediatamente a la Brigada de Emergencia y a las entidades de apoyo.
vi. Dirigirse al punto de encuentro.

Las rutas de evacuación y los puntos de encuentro serán las establecidas por la concesionaria Unión Vial Río Pamplonita, una vez inicien las actividades. Para definirlos se tendrá en cuenta: que sean de fácil acceso para todo el personal del frente de trabajo; que durante su recorrido y permanencia el personal no esté expuesto a riesgos significativos; y deberán ser divulgados y conocidos por todos los trabajadores.

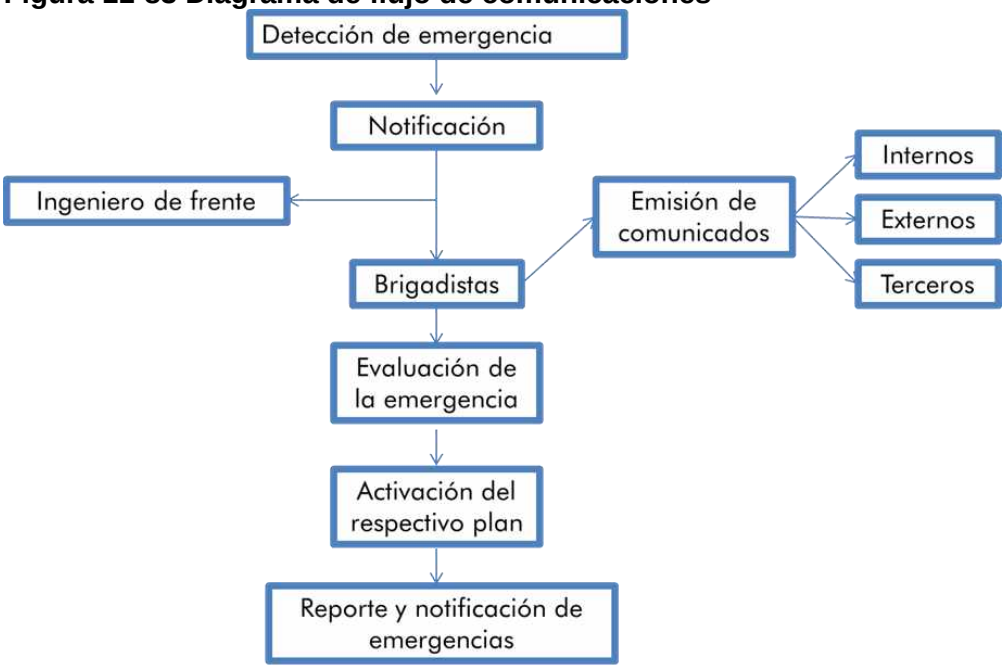
Esquema de notificación de emergencias

Aquella persona que detecte una emergencia debe notificarla de inmediato a un brigadista. Una vez la brigada evalúa la emergencia, se determinará su nivel, la activación del Plan de Gestión del Riesgo y la notificación al Centro de Control Operacional de la Concesionaria, área encargada de emitir las comunicaciones internas y externas para coordinación de la atención.

Posteriormente, se elaborarán reportes de notificación de contingencias, de acuerdo con el formato para reportar incidentes o emergencias. Estos deberán proporcionar la siguiente información:

i. Fecha y hora de ocurrencia del evento
ii. Lugar exacto de ocurrencia del evento
iii. Circunstancias y descripción breve del evento
iv. Afectación generada a los componentes ambientales
v. Las acciones desarrolladas para controlar la crisis

Figura 11-83 Diagrama de flujo de comunicaciones



Fuente: Unión vial Río Pamplonita, 2017.

11.1.3.9.3 Procedimientos Operativos Normalizados para la atención de emergencias

Los procedimientos operativos normalizados son acciones específicas de respuesta estandarizadas que permiten a todos los organismos y personas que intervienen en la atención de un incidente actuar de forma similar, coordinadamente, facilitando las comunicaciones y optimizando el uso de los recursos disponibles.

PON Incendio y explosión

Antes de la emergencia:

a. De acuerdo al trabajo a realizar se analizarán los riesgos (permiso de trabajo en caliente).

b. Realizar un mantenimiento preventivo del sistema, equipos y programa de control de riesgos de incendio y explosión.
c. Entrenar y capacitar a la brigada de emergencias en rescate de heridos, control de incendios.
d. Realizar simulacros de posibles incendios de acuerdo al cuadro de riesgo de la obra.
e. Establecer contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

a. Se activa la alarma de incendio por la persona que detecta el evento informándole al superior o al área de Seguridad y Salud en el trabajo.
b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y el sistema de administración de emergencia.
c. El personal del frente utilizará los extintores del área en caso de incendio, en caso de explosión evacuará para establecer el sistema de administración de emergencias.
d. Se realizará el aseguramiento del área por una persona previamente capacitada. Si es incendio aislará 50 metros de Radio, si es explosión 300 metros de Radio.
e. Se verifica si el personal ha evacuado en su totalidad o hay personas afectadas.
f. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de control del incendio o explosión y organiza el esquema comando de incidente.
g. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere para la atención de la emergencia.
h. Todas las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo de ambiental se recolectará los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con personal operativo analizará el Análisis de las causas Raíz.
c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos, fija responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Accidente de equipo/maquinaria/vehículos en carretera (fallas de equipos y sistemas)

Antes de la emergencia:

a. De acuerdo al equipo, maquinaria o vehículo y de acuerdo al trabajo a realizar, se analizarán los riesgos en el área teniendo en cuenta también el terreno, su estabilidad, las vías de circulación, esto por parte del responsable del trabajo en

unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.

b. El personal deberá verificar con una lista de chequeo, la condición tecno-mecánica de los equipos, maquinaria y vehículos, antes iniciar su operación.
c. El personal que realizará el trabajo debe tener los vehículos, equipos y maquinaria con un buen mantenimiento preventivo y contará con un programa de capacitación en los trabajos a realizar de acuerdo a los riesgos inherentes a la actividad).
d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos deben entrenar y capacitar a la brigada en atención de emergencias.
e. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con el apoyo externo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

a. Se activa la alarma de emergencia por la persona responsable del trabajo o por la persona que detecta el evento.
b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada por el líder de la brigada primaria.
d. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analiza el escenario para descubrir riesgos potenciales.
e. Si hay personal atrapado se utilizará el instructivo de rescate vehicular, si hay personas lesionadas se guiará por el instructivo de accidentes.
f. El administrador, en unificación de criterios con el área médica de la empresa, decidirá hasta donde se debe atender a un lesionado dentro del proyecto para luego utilizar los entes externos.
g. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
h. Todas las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo del área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y los operativos realizarán el análisis de las causas Raíz.
c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Accidente de vehículos en carretera propiciado por terceros (fallas de equipos y sistemas)

Antes de la emergencia:

a. De acuerdo al desarrollo de las actividades en la vía se deberá garantizar una adecuada señalización, corrección y mejoramiento del corredor vehicular y de acuerdo al trabajo a realizar, se analizarán los riesgos en el área teniendo en cuenta también el terreno, su estabilidad, las vías de circulación, esto por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal de operaciones, técnica, ambiental, social, jurídico, financiero, calidad y seguridad y salud en el trabajo.
b. El personal de supervisión en la vía deberá verificar con una lista de chequeo, las condiciones diarias del corredor vial y reportarlas oportunamente.
c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos deberán garantizar la operatividad de los grupos asistenciales médicos y mecánicos.
d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con el apoyo externo para trabajo en conjunto en la atención de la emergencia.
e. Control y verificación de documentos con apoyo de la autoridad competente.

Durante la emergencia:

a. Se notifica la emergencia por la persona que evidencie dicha emergencia al CCO
b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada.
d. El vigilante o supervisor vial actuará como administrador de la emergencia en campo tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analiza el escenario para descubrir riesgos potenciales y organizar la logística pertinente.
e. Si hay personal atrapado se utilizará el instructivo de rescate vehicular, si hay personas lesionadas se guiará por el instructivo de accidentes.
f. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
g. Todas las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

a. El encargado de coordinar la emergencia hará recuperación operacional, con el apoyo de operaciones y el área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible
b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos, si aplica.
c. El administrador general de la emergencia realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento si aplica para evitar una recurrencia.

PON Fugas y derrame de materiales peligrosos

Antes de la emergencia:

a. Sensibilización en riesgo de los Materiales Peligrosos.
b. El personal que Manipule maneje o transporte sustancias Químicas debe capacitarse en manejo de la sustancia química antes de proceder a su manipulación, el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo o el proveedor puede brindar esta ayuda.
c. De acuerdo al trabajo a realizar se analizarán los riesgos de los productos químicos con ayuda de la MSDS del producto Químico a utilizar en el área por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.
d. El personal de producción o almacenamiento debe contener este producto en recipientes adecuados y de material compatible con el mismo.
e. El responsable del almacenamiento debe fabricar diques o en su defecto tener material para absorber, contener o confinar la sustancia derramada.
f. El área responsable debe realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones.
g. El área de Seguridad y Salud en el trabajo y Producción deben entrenar, capacitar, simular derrames químicos para la preparación del personal de producción, almacenamiento y Brigada.
h. El área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

a. Personal responsable del área o trabajo detecta la fuga o derrame, se da aviso al jefe, líder de brigada primaría, este informa al administrador de emergencia con este paso se activa el plan de emergencia.
b. El personal del frente de trabajo de acuerdo a los riesgos del producto evacuará y asegurará el área.
c. El líder de la brigada primaría analizará la escena y decidirá el procedimiento de control, siempre y cuando tenga la capacidad teniendo en cuenta la seguridad de sus brigadistas.
d. El administrador estará en comunicación constante y si se requiere toma el mando y desplaza la brigada de apoyo al sitio, puede también pedir ayuda de los organismos externos.
e. Establecido el plan, se siguen los Roles de cada responsable, se verifica la evacuación, se estiman los daños sin intervención, se constituyen respuestas, se implementa la mejor Opción, se desarrolla y se evalúa, (proceso D.E.C.I.D.E.)
f. Se deberá realizar lo establecido en el anexo 4 (Plan de Gestión del Riesgo de Sustancias Químicas) si aplica según el diagnóstico de la emergencia.

Después la emergencia:

a. El encargado de coordinar la emergencia hará recuperación operacional, con el apoyo de operaciones y el área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible
b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos, si aplica.
c. El administrador general de la emergencia realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento si aplica para evitar una recurrencia.

PON Accidentes de trabajo

Antes de la emergencia:

a. De acuerdo al trabajo a realizar se analizarán los riesgos en el área por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.
b. El personal que realizará el trabajo debe tener los equipos con un buen mantenimiento preventivo y contará con un programa de capacitación en los trabajos a realizar de acuerdo a los riesgos inherentes a la actividad.
c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo con el apoyo del DAGRD debe entrenar y capacitar a la brigada en atención de emergencias.
d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto para la emergencia.

Durante la emergencia:

a. Se activa la alarma de emergencia por la persona responsable del trabajo o por la persona que detecta el evento.
b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de la emergencia.
c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada, por el líder de la brigada.
d. Se verifica el personal que procedió a evacuar, se informa al administrador de emergencia, para búsqueda y rescate si se requiere.
e. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analizando la escena, verificando los riesgos de acuerdo a la particularidad de los accidentes; dentro de los riesgos se debe analizar corrientes eléctricas (se utiliza como apoyo a las personas del área que tengan las competencias para controlar el riesgo; accidente eléctrico, el electricista del área es el personal de apoyo que el líder de primera respuesta utilizará para eliminar el riesgo). Posibles caídas de estructuras, derrumbes, etc.
f. La primera atención al paciente la realizará el auxiliar de enfermería de la empresa y será luego respaldado por el área médica existente en el proyecto.
g. El administrador solicitará ayuda externa si se requiere o solicitará el traslado a los centros de atención de acuerdo a la gravedad de la lesión. Ver Anexo 1.
h. Todas las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo del área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con el personal operativo realizará el Análisis de las causas Raíz.
c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos, fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Orden público

Antes de la emergencia:

a. Reconocer e identificar situaciones de riesgo de orden público cercanas al lugar donde se realizan labores.
b. Tener claro el sistema de alarmas establecidas previamente que se activarán en caso de desorden público.
c. Entrenar, simular y capacitar a la brigada de emergencias para realizar una adecuada evacuación en caso de ser necesario.
d. Establecer contacto con grupos y centros de apoyo externo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

a. Se activará la alarma de emergencia por parte del personal encargado.
b. Se activará el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
c. Se realizará el aseguramiento del área por personal de seguridad privada designado, y este está en continua comunicación con el administrador general de la emergencia.
d. El administrador general de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento.
e. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
f. Todas las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

a. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y la Gerencia del proyecto realizará el análisis de las causas Raíz.
b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y la Gerencia, fijarán responsables y fechas de los correctivos y preventivos.

c. El administrador general realizará la evaluación, análisis del plan de emergencia y contingencia y opciones de mejoramiento.

PON Asalto, atracos y robos

Antes de la emergencia:

a. Reconocer e identificar situaciones de riesgo de orden público cercanas al lugar donde se realizan labores, debes estar consciente de tus alrededores
b. Guardar las pertenencias de valor en un lugar no visible.
c. Evitar vestirse con ropa muy llamativa.
d. Evite caminar o viajar solo en lo posible hágalo con compañero de labores.
e. Manténgase en las partes bien iluminadas.
f. Llama la atención de las personas que están alrededor gritando algo específico como un nombre o papa.

Durante la emergencia:

a. Conserve la calma y entregue lo que le soliciten, evite ser lesionado.

Después la emergencia:

a. Establecer contacto con la policía.
b. Denuncie el hecho.

PON Movimientos sísmicos

Antes de la emergencia:

a. El área de Seguridad y Salud en el trabajo y el área de Operaciones revisará y analizará las especificaciones de la construcción de las locaciones, para realizar la preparación ante un sismo.
b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo demarcara las Rutas de evacuación.
c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y el área de Operaciones garantizará el buen estado de los equipos de emergencia necesarios para sismo.
d. El área de Seguridad y Salud en el trabajo realizará el programa para entrenar, capacitar y motivar la brigada en búsqueda y rescate, primeros auxilios y manejo de emergencias.
e. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo con la colaboración de la Gerencia de la concesionaria realizarán los simulacros respectivos.

Durante la emergencia:

a. Tener en cuenta los procedimientos para actuar en la emergencia, colóquese en el lugar más seguro en su sitio de trabajo, acuéstese y sujétese a una estructura firme siempre y cuando no represente riesgo de colapso, caída de objetos, vidrios, etc.
b. El plan de emergencia y contingencia queda activado para actuar en los riesgos post sismo, y de acuerdo a la necesidad proceder según las instrucciones de la

Brigada. Por ejemplo: Búsqueda y rescate, incendio, personas accidentadas, derrame de sustancias Químicas.

c. En lo posible utilice el triángulo de Vida, cuando los objetos o cosas lo permitan.
d. Evacúe siguiendo las rutas preestablecidas siempre y cuando sean seguras, de lo contrario el líder de la brigada primaria puede modificar el sitio de refugio.

Después la emergencia:

a. En los sitios de evacuación los coordinadores de evacuación se elegirá un coordinador de refugio este verifica que todo el personal este en el sitio e informa al administrador de la emergencia.
b. El líder de la brigada primaria realiza la evaluación de la escena y procede organizar la Brigada para la actividad de rescate y atención de víctimas.
c. La brigada de apoyo llegará al sitio y brindará el apoyo requerido, si se requiere solicitará al administrador de la emergencia a los organismos de apoyo externo y se trabajará en conjunto.
d. Se establecerá un área de concentración de víctimas, coordinada por el área médica de la Concesionaria.
e. El personal de Operaciones realizará el corte o cierre del paso a los servicios públicos, (gas, electricidad, agua) hasta que se haga una revisión para encontrar fugas o derrames.
f. El administrador de emergencia analizara y tomara acciones para posibles réplicas.
g. El coordinador de Seguridad analizara la escena para garantizar que no haya riesgo y retornar a sus labores
h. El administrador de emergencias realizara una reunión para analizar como funcionó el plan de emergencia y contingencia y sus posibles mejoras.
i. La brigada en conjunto con el área Ambiental toma los correctivos si hay contaminación.

PON Catástrofes naturales y movimientos de taludes

Antes de la emergencia:

a. El área de Seguridad y Salud en el trabajo en conjunción con el área técnica y de operaciones evaluará las condiciones de taludes por medio de inspección al corredor vial.
b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo identificara las posibles áreas susceptibles a esto.
c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y de Operaciones garantizará el buen estado de los equipos de emergencia necesarios para movimiento de taludes.
d. El área de Seguridad y Salud en el trabajo realizará el programa para entrenar, capacitar y motivar la brigada en búsqueda y rescate, primeros auxilios y manejo de emergencias.
e. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo con la colaboración del Gerente de la concesionaria realizarán los simulacros respectivos.

Durante la emergencia:

a. Se evacuará el área que presente el desplazamiento, notificándolo de manera inmediata al CCO.
b. Demarcar el área de trabajo guardando siempre su seguridad de manera prioritaria.
c. El CCO en dirección del encargado de emergencias y operaciones deberá garantizar la logística para la remoción oportuna e intervención del talud siempre y cuando las condiciones estén dadas para esta tarea.
d. El plan de emergencia y contingencia queda activado para actuar una vez evidenciada la emergencia y de acuerdo a la necesidad proceder a las instrucciones del líder de emergencias. Por ejemplo: Búsqueda y rescate, incendio, personas accidentadas, derrame de sustancias Químicas.

Después la emergencia:

a. Verificar la estabilidad de los taludes.
b. Mantener la señalización vial adecuada en al área afectada si es necesarios.
c. Garantizar auxiliares de tráfico si es necesario.
d. El Coordinador de la emergencia realizará la evaluación de la escena y procede gestionar las Brigadas para la actividad de rescate y atención de víctimas.
e. Se establecerá un área de concentración de víctimas si es necesario en coordinación con el área asistencial médica de la Concesionaria.
f. El personal de Operaciones realizará el corte o cierre del paso a los servicios públicos, (gas, electricidad, agua) hasta que se haga una revisión para encontrar fugas o derrames, si es lugar habitado.
g. El administrador de emergencia analizara y tomara acciones para posibles réplicas en el desplazamiento de taludes.
h. El coordinador de Seguridad analiza la escena para garantizar que no haya riesgo y retornar a la normalidad
i. El administrador de emergencias realizara una reunión para analizar como funcionó el plan de emergencia y contingencia y sus posibles mejoras.
j. La brigada en conjunto con el área Ambiental toma los correctivos si hay contaminación.

11.1.3.9.4 Criterios de finalización de una emergencia

a. En caso de un evento natural, a partir de la información suministrada por el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres.
b. En caso de incendio, una vez el fuego haya sido extinguido y no haya posibilidad de nueva ignición.
c. En caso de derrame, una vez se controle el punto de salida del producto, se almacene el producto derramado en tambores y se disponga del material y de tierra contaminada (si aplica).
d. En primeros auxilios, finaliza cuando la persona lesionada sea atendida por una entidad prestadora de servicios de salud.
e. Los criterios de finalización de una emergencia y por ende la notificación de la misma deberá ser establecida por el Coordinador de la emergencia.

11.1.3.9.5 Requerimientos de actualización del presente Plan de Gestión de Riesgo

A todo el personal que participe en el proyecto se le capacitará sobre qué hacer en caso de una emergencia, algunos de los temas a tratar son:

i. Plan de respuesta a emergencia
ii. Plan de Gestión del Riesgo
iii. Evacuación
iv. Entrenamiento respuesta a derrames de sustancias peligrosas
v. Seguridad vial (mecánica básica para vehículos de carga, retroexcavadora y vehículos livianos, manejo defensivo y primeros auxilios)
vi. Identificación de señales de fenómenos de remoción en masa
vii. Control de incendios para brigadistas
viii. Manejo de hojas de seguridad de los productos químicos (MSDS)

11.1.3.10 Directorio de contactos de emergencia

A continuación, en la Tabla 11-50 se presentan los teléfonos de contacto de las principales entidades externas que se podrían requerir para la atención de una emergencia en el proyecto.

Tabla 11-50 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplona

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Pamplona	Alcaldía	(57-7) 568 1174
	Hospital San Juan de Dios Pamplona	(57-7) 568 2486 / 568 2482 / 568 2907 / 568 1431.
	Inspección de policía	(57-7) 568 2880 / 112
	Cuerpo de Bomberos	119
	Defensa Civil Colombiana – Seccional Cúcuta	(57-7) 571 8547 / 144
	Defensa Civil Colombiana Pamplona	3102110641
	Numero Único De Emergencias	123
	Ejército Nacional	147
	Cruz Roja Seccional Norte de Santander	(57-7) 572 5600 / 571 6524 / 132

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.10.1 Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres

En la Tabla 11-51 se presentan los teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal de los consejos para la gestión del riesgo.

Tabla 11-51 Teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal del consejo para la gestión del riesgo

DEPARTAMENTO	COORDINADOR CONSEJO DEPARTAMENTAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CDGRD)	COORDINADOR CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CMGRD)
Norte de Santander	Adriana Arias Carrillo	Felix Adolfo Muñoz Luna
	Cel: 3202407276	Cel: 3202407614, 3165329282
	Cdgrd.ntesantander@gestiondelriesgo.gov.co	cmgrd.cucuta@gestiondelriesgo.gov.co

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

11.1.3.10.2 Directorio de las Juntas de Acción Comunal

A continuación, en la Tabla 11-52 se presentan los datos de los miembros de las JAC localizadas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 11-52 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto

MUNICIPIO	NO.	UNIDAD TERRITORIAL	PRESIDENTE JAC	CELULAR
Pamplona	1	Barrio El Buque	Jorge Eliecer Herrera	311 275 4660
	2	Barrio San Luis	Carolina Delgado Leal	320 410 3899
	3	Barrio Simón Bolívar	Rosalia Mantilla	320 300 5658
	4	Vereda Sabaneta Alta	Juan de Jesús Caicedo	313 488 1778
	5	Vereda Sabaneta Baja	Jesús Armando Becerra Albarracín	311 516 3584
	6	Vereda Alcaparral	Bernabé Anteliz Espinosa	317 377 3246
	7	Vereda El Naranjo	Edinson Fernando Torres Cañas	312 308 6719
	8	Vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda	310 882 8168
Pamplonita	9	Vereda La Hojancha	José Eugenio Acevedo Leal	313 212 0667

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.1.4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA- CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11. PLANES Y PROGRAMAS – PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

11 PLANES Y PROGRAMAS 1

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 1

11.1.4 Plan de desmantelamiento y abandono 1

11.1.4.1 Abandono 1

11.1.4.1.1 Abandono de áreas temporales 2

11.1.4.1.2 Abandono Zonas de Disposición de Materiales de Excavación-ZODMEs 3

11.1.4.1.3 Manejo y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento 3

11.1.4.1.4 Manejo de residuos 3

11.1.4.1.5 Propuesta del uso final del suelo 4

11.1.4.1.6 Plan de revegetalización 4

11.1.4.1.7 Lineamientos de la gestión social para la fase de abandono de la construcción 5

CORREDOR 4G PAMPLONA- CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11. PLANES Y PROGRAMAS – PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 11-1 Grupos de interés del Proyecto 6

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.1.4 Plan de desmantelamiento y abandono

El Plan de desmantelamiento y abandono se ha formulado para ser implementado cuando finalice la etapa de construcción del proyecto Doble calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 variante Pamplona**,** específicamente para la infraestructura utilizada en la etapa de construcción que no es necesaria durante la etapa de operación.

La intención del Plan de Abandono es establecer medidas adecuadas para un abandono completo, planificado y efectivo de las áreas que serán afectadas temporalmente por el proyecto, para lo que se aplicarán acciones de recuperación, con el fin de llegar a obtener condiciones armónicas con el medio circundante luego de la intervención.

Además, se pretende realizar un monitoreo y seguimiento de las acciones de abandono y restauración con el fin de evaluar su efectividad y la adecuada implementación de las medidas adoptadas y en su defecto establecer en el momento de la restauración las medidas correctivas.

11.1.4.1 Abandono

El abandono de las áreas implica el retiro y/o desmantelamiento de la infraestructura y equipos empleados y estructuras en general, conservando aquella que previene y controla procesos erosivos o aquella que puede ser de beneficio para la comunidad, con previo acuerdo. Posteriormente se realiza la recuperación ambiental de las áreas intervenidas.

El desmantelamiento se hará una vez finalizadas las actividades de ejecución de la obra. Se procederá con la entrega de las zonas que fueron ocupadas para la implementación de ZODMEs.

Los lugares ocupados por infraestructura asociada al proyecto, serán concertados para su utilización a manera de préstamo durante la ejecución del proyecto, por lo tanto, no aplica en sí el término de abandono y restauración, sino de restitución o entrega a los propietarios de estos sitios. En dichos lugares, se deberán desmontar, retirar los equipos, materiales y realizar la limpieza de las áreas.

Finalmente, se realizará una reunión informativa con las unidades territoriales del área de influencia con el fin de comunicarles sobre la terminación de la etapa constructiva y el inicio de la etapa de operación, previendo que los pobladores tengan un conocimiento general y completo de lo que ocurre durante el proyecto.

11.1.4.1.1 Abandono de áreas temporales

El desmantelamiento y retiro se realizará una vez finalizadas las labores de construcción del tramo de la UF 1. Estas áreas temporales corresponden a baños portátiles, plataformas de trabajo, zonas de parqueo de vehículos, almacenamiento de materiales, zonas de lavado y tratamiento de aguas, entre otros, necesarias para la construcción del Proyecto. Esta fase implica la ejecución de actividades y obras necesarias para realizar el abandono que se relacionan a continuación:

i. Se procederá al desmonte y retiro de instalaciones, maquinaria, materiales, equipos y en general todos los elementos que no formarán más parte integral del paisaje, dejando únicamente la infraestructura requerida para la etapa de operación y aquella infraestructura y elementos instalados para el control de la erosión y protección de las ocupaciones de cauce.
ii. Demolición, escarificación y retiro de las estructuras y superficies que no impliquen la generación de procesos de desestabilización o perturbación del manejo de aguas lluvias. Es decir, se deben conservar las obras construidas para estabilización y manejo de aguas lluvias como gaviones, cunetas, zanjas de corona, entre otras.
iii. Limpiar y manejar los residuos de canales, cunetas, estructuras y áreas duras en general.
iv. Cumplir las normas de seguridad industrial básicas durante las labores de desmantelamiento de las instalaciones con el fin de minimizar los riesgos de accidentes. Esto incluye dotar al personal encargado de los elementos de protección personal necesarios para las labores que lo requieran (trabajos mecánicos, químicos y eléctricos).
v. Reconstruir y/o reparar las estructuras intervenidas como cercas, líneas eléctricas, obras de arte, entre otras, que hayan podido ser dañadas o afectadas durante las actividades del proyecto.

El abandono de las áreas intervenidas contempla el mantenimiento y arreglo final de las vías veredales y privadas que fueron utilizadas, con el objetivo de entregarlas a la comunidad y a las autoridades locales en las mismas o mejores condiciones a las que presentaban antes del inicio del proyecto. Para lo anterior se debe tener en cuenta que previo al proceso de ocupación de las áreas temporales se generan actas con los propietarios de los predios susceptibles de intervención temporal, además se tienen actas de vecindad en caso de ser necesario con el fin de evaluar las posibles afectaciones. Las principales actividades a realizar en general son:

i. Inspección e inventario de sectores y obras objeto de reparación o mantenimiento.
ii. Limpieza de cunetas, alcantarillas, descoles y sistemas de drenaje en general.
iii. Cuneteado, nivelación y colocación de afirmado de los sectores en mal estado.
iv. Estabilización de taludes y construcción de obras geotécnicas si se requiere.
v. Reparación o construcción de estructuras afectadas.

Considerando que las áreas temporales generalmente se instalan dentro del área que va a ocupar la vía, las obras de restauración y/o revegetalización están incluidas dentro de las actividades de paisajismo y tratamiento de la vía, que incluye separadores, glorietas y zonas de retiro.

11.1.4.1.2 Abandono Zonas de Disposición de Materiales de Excavación- ZODMEs

Terminada la configuración de las ZODMEs se prevé realizar la revegetalización con especies herbáceas. Para el control de la escorrentía se prevé la realización de canales perimetrales con el fin de recolectar las aguas de escorrentía, conduciéndolas de forma adecuada a las fuentes de drenaje naturales o a los descoles de la vía, según se determine en los diseños de estos depósitos.

El costo de manejo de ZODME, está incluido dentro del plan de manejo ambiental, el cual tiene como propósito adecuar estas áreas paisajísticamente, dejándolas acondicionadas y estabilizadas, por lo que se solo se presenta el valor como referencia de la actividad.

La ocupación temporal de las áreas de ZODME se respalda por medio de las actas firmadas con los propietarios de los predios susceptibles de intervención temporal.

11.1.4.1.3 Manejo y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento

Se debe realizar limpieza e inspección general que consiste en retirar todos los materiales y residuos que aún quedan después del desmantelamiento, los cuales serán entregados a un tercero autorizado o de acuerdo con su clasificación y origen podrán ser reutilizados en otras actividades. Se llevará a cabo la inspección final por parte del contratista y del interventor ambiental para constatar el cumplimiento de esta obligación.

La misma inspección final servirá para detectar efectos ambientales producidos por las actividades realizadas y para evaluar la efectividad de las medidas de restauración realizadas.

En el área se realizará el perfilado y/o nivelación del terreno, de tal manera que permita la conducción de aguas lluvias hacia los drenajes naturales, con el fin de evitar encharcamientos. De ser necesario, se construirán obras geotécnicas e hidráulicas para el control de procesos erosivos y de inestabilidad.

Es necesario realizar la limpieza e inspección general, retirando todos los materiales y residuos durante las actividades y después del desmantelamiento, los cuales, de acuerdo con su clasificación y origen serán acopiados para ser utilizados en otras actividades, dispuestos en los lugares que señale el programa de residuos sólidos o entregados a un tercero autorizado.

11.1.4.1.4 Manejo de residuos

i. Los residuos sólidos domésticos generados durante el desmantelamiento serán retirados por el contratista al Relleno Sanitario Regional La Cortada, ubicado en el municipio de Pamplona y autorizado mediante Resolución 0222 de 2016, o a otro sitio con licencia ambiental para su disposición final, o entregados a un tercero autorizado para el manejo.
ii. Los residuos sólidos provenientes de la excavación serán dispuestos en Zodmes y terceros autorizados.

iii. El manejo de los residuos sólidos se deberá llevar a cabo de acuerdo con las políticas y los mecanismos de clasificación, transporte, manejo y disposición final definidos y de acuerdo con las características de cada uno de los residuos generados.
iv. Se realizarán inducciones a todo el personal sobre el manejo de los residuos, que incluyan las acciones de clasificación en la fuente, las alternativas para la minimización de residuos y las actividades de manejo y disposición final.
v. Se deberán instalar en los frentes de trabajo y áreas objeto de abandono y desmantelamiento, los recipientes debidamente rotulados y marcados, acordes a la capacidad y tipo de residuos generados por la actividad.
vi. Para la gestión de los residuos especiales o peligrosos se podrá contratar a empresas debidamente constituidas para realizar el respectivo manejo, transporte, tratamiento y disposición final, siempre y cuando cuenten con los respectivos permisos y/o licencia ambiental vigente expedida por la autoridad ambiental competente.

11.1.4.1.5 Propuesta del uso final del suelo

La propuesta de uso final del suelo para las áreas de las 8 ZODMES dentro del plan de desmantelamiento y abandono se basa en la destinación productiva del suelo previa intervención del proyecto, en donde a nivel general el 82 % del área que comprenden las ZODMES, corresponde a pastos limpios y arbolados, las cuales son utilizadas como praderas de pastoreo en una producción ganadera extensiva.

Por lo anterior, la restauración de estas áreas estará enfocada en la revegetalización con pastos y herbáceas, que permitan en un mediano plazo, el aprovechamiento productivo de estas áreas a través del pastoreo de ganado, recuperando su destinación económica inicial, siempre y cuando las condiciones de estabilidad de las ZODMES lo permitan, de lo contrario, deberán ser áreas destinadas para la recuperación y estabilización del terreno.

11.1.4.1.6 Plan de revegetalización

Estas acciones están encaminadas al restablecimiento de la cobertura vegetal de las áreas intervenidas, mediante la implementación de especies de rápido crecimiento, para evitar que el suelo quede desprotegido.

La ejecución de la actividad de revegetalización se realizará una vez se termine la reconformación del terreno que se adecuó para efectos de obra.

- Actividades
    - Obtención del material vegetal

i. Las especies que se utilizarán para revegetalización serán aquellas que se encuentran actualmente en la zona. Se utilizarán las especies de gramíneas o herbáceas de uso comercial

ii. Colectar semillas de las especies gramíneas de uso comercial que se encuentran en las zonas para esparcirlas (al voleo) en las áreas afectadas y permitir la regeneración de la vegetación original.

- Adecuación del terreno para la revegetalización

Con el propósito de garantizar el éxito del programa se debe hacer un previo acondicionamiento de las áreas intervenidas, esta preparación está basada en:

i. Recolección de escombros y/o elementos extraños al medio que dificulten la siembra.
ii. Nivelación del terreno mediante desagregación del suelo, eliminando grandes terrones o bloques, protuberancias o depresiones bruscas.
iii. Las prácticas de nivelación y adecuación física del terreno pueden ser realizadas manual o mecánicamente, dependiendo de la accesibilidad y su extensión.
iv. Antes de la siembra es necesario humedecer mediante riego el área de trabajo.
v. Aplicación de cobertura de suelo con materia orgánica.

Para el adecuado desarrollo de las gramíneas, se deberá esparcir sobre el terreno un sustrato de tierra negra, dejando una capa mínima de cinco (5) centímetros.

- Siembra

Revegetalización con semillas al voleo: Se hará mediante el sistema de siembra de semillas al voleo de especies de fácil adaptabilidad al medio sobre áreas intervenidas. Previo a la revegetalización, las áreas serán preparadas mediante actividades propias del proceso, en caso de requerirse, se realizará la aplicación de enmiendas o abonos al suelo para favorecer el desarrollo de la vegetación a establecer. Se recomienda la siembra de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) por la adaptabilidad que tiene a las condiciones de la zona y por su capacidad colozadora en áreas desprovistas de vegetación. También se pueden utilizar especies de gramineas provenientes de la actividad de remoción de la cobertura vegetal y descapote o de uso comercial.

De igual manera es fundamental considerar, que una vez se presente la culminación de las actividades de intervención y se inicie el restablecimiento de las condiciones de suelo, se podrán evidenciar los procesos de regeneración natural, dados por factores de dispersión de semillas de agentes como el aire, agua, animales y por autopropulsión.

11.1.4.1.7 Lineamientos de la gestión social para la fase de abandono de la construcción

i. Objetivo

Establecer las estrategias y actividades a desarrollar en el Programa de Gestión Social durante la etapa de desmantelamiento y abandono, para el adecuado desarrollo del Proyecto Construcción de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1- Variante Pamplona.

ii. Lineamientos

Instaurar un proceso informativo y participativo con las autoridades departamentales, municipales, asociaciones de usuarios de acueducto, representantes de la Universidad de Pamplona, Comité de Participación y Control Ciudadano y comunidades del área de influencia del Proyecto, donde se informen las actividades a realizar durante la etapa de desmantelamiento y abandono y se generen los respectivos paz y salvos del Proyecto.

iii. Actividades por realizar

Se presentará una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto y de la gestión social. Para ello, se enviará carta informativa a los grupos de interés (Ver Tabla 11 1), donde se notificará sobre el proceso de desmantelamiento y abandono de las áreas Intervenidas durante la ejecución del Proyecto.

Tabla 11-1 Grupos de interés del Proyecto

Grupo de interés	Municipio	Nombre
Autoridades Ambientales/Departamentales	Cúcuta	CORPONOR -Dirección General y Territorial Pamplona-
	Cúcuta	Gobernación del Norte de Santander
Autoridades Municipales	Pamplona	Alcaldía Municipal
		Personería Municipal
	Pamplonita	Alcaldía Municipal
		Personería Municipal
Comunidades	Pamplona	JAC Barrio El Buque
		JAC Barrio San Luis
		JAC Barrio Simón Bolívar
		JAC vereda Sabaneta Alta
		JAC vereda Sabaneta Baja
		JAC vereda Alcaparral
		JAC vereda Ulagá Baja
		JAC vereda El Naranjo
	Pamplonita	JAC vereda La Hojancha
Asociaciones de usuarios de acueducto	Pamplona	El Naranjo
		Ulagá Baja
		La Hojancha
Universidad de Pamplona	Pamplona	Directivas del plantel educativo

Fuente: Aecom - Concol, 2017

La metodología para el proceso de información se adelantará a través de reuniones informativas y divulgación a través de volantes y carteleras.

Las reuniones con comunidades se realizarán en los lugares de encuentro establecidos por las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia del Proyecto y las demás reuniones con autoridades y Universidad de Pamplona, en los lugares que se consideren pertinentes.

Durante estos espacios de encuentro se brindará la información suficiente para evitar la generación de falsas expectativas relacionadas con el cierre y con el uso final del suelo y se entregará un folleto donde se informen las actividades de cierre, el uso del suelo resultado de la concertación con las comunidades y autoridades municipales y los proyectos que se implementarán para la realización de los nuevos usos.

En dicha reunión informativa con las principales autoridades departamentales, municipales, directivos de la Universidad de Pamplona, líderes comunitarios (incluidos los de las asociaciones de usuarios de acueducto) e integrantes del Comité de Participación y Control Ciudadano, donde se informará acerca los siguientes aspectos:

- Determinación del cierre de las actividades.
- Actividades por realizar o realizadas durante la etapa de desmantelamiento y abandono
- Estado de los Proyectos y actividades Socio-Ambientales
- Estado de cumplimiento de las obligaciones del Plan de Manejo Ambiental e instrumentos de seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental
- Verificación del cierre de pendientes en donde figure si durante el desarrollo del Proyecto se causó algún tipo de perjuicio a la comunidad de Intervenida, con el fin de atenderlo oportunamente.
- Resultado de la gestión de manejo de quejas, reclamos y solicitudes y sus respectivas respuestas.
- Finalizar acuerdos y compromisos establecidos con la comunidad y con la Universidad de Pamplona.
- Se levantará un acta firmada por los asistentes de las reuniones y se realizará registro fílmico y/o fotográfico.
- Presentación de los indicadores de impactos acumulativos y sinérgicos; y los resultados alcanzados con el desarrollo de plan de manejo ambiental

Teniendo en cuenta el requerimiento establecido en los términos de referencia acogidos mediante Resolución 0751 de 2015, durante el desarrollo de las actividades del plan de abandono, se presentarán ante las autoridades locales y comunidades localizadas en el área de influencia del proyecto, los resultados alcanzados en la implementación del Plan de Manejo Ambiental-PMA-, además de los resultados de los indicadores de los impactos acumulativos y sinérgicos asociados al desarrollo de las obras.

- Oficina de Atención al Usuario

Se contará con un espacio de atención a la comunidad que permita la recepción, trámite y respuesta oportuna y eficaz a las peticiones, quejas, reclamos y sugerencias –PQRS- que se presenten a través de los distintos canales de atención.

El contacto con los diferentes actores sociales de las unidades territoriales mayores y menores estará liderado por un profesional de Gestión Social que permanecerá en contacto continuo con las comunidades, líderes, comerciantes, propietarios y autoridades municipales para que conozcan los mecanismos de comunicación establecidos y cuenten con información veraz y oportuna acerca del Proyecto: "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 “Variante Pamplona”. A continuación, se describen las actividades a desarrollar:

El Sistema de Atención al Usuario para la recepción, trámite y solución de PQRS brindará información del proyecto; de acuerdo con los siguientes lineamientos:

Todas las manifestaciones ciudadanas (peticiones, quejas, reclamos y sugerencias), serán atendidas por el profesional social y se les dará trámite y respuesta en un tiempo no mayor a quince días hábiles. Asimismo, será el responsable de diligenciar los formatos de Atención al Usuario.

Una vez presentada la persona en la Oficina de Atención al Usuario, se recepcionará su manifestación, la cual puede ser verbal o escrita y se procederá a diligenciar el Formato de Recepción de Peticiones, en cada uno sus ítems. En el diligenciamiento del formato se registrará sí la atención es suficiente con información verbal o requiere de visita, de reunión, entrega de información escrita u otra acción.

Durante el diligenciamiento del formato se registrará sí la atención es suficiente con información verbal o requiere de visita, de reunión, de entrega de información escrita u otra acción. Si la manifestación ciudadana lo requiere, la profesional social remitirá mediante correo electrónico al área que corresponda la situación presentada; con el fin de coordinar y unificar los términos de la respuesta y solución bajo el alcance del contrato.

El trámite se iniciará el mismo día de presentada la solicitud; se aclara que, en todo caso, el plazo máximo de atención de la PQRS es de quince días hábiles conforme a la Ley. El seguimiento y solución de cada uno de los casos se registrará en el formato correspondiente indicando el consecutivo y fecha de la respuesta.

Se entiende por cerrada una manifestación cuando el usuario es notificado por escrito o a través de correo electrónico. Posteriormente, el profesional social de la Interventoría firma el Formato de Seguimiento PQRS, concluyendo así el trámite de la PQRS.

- Levantamiento de actas de vecindad de cierre

Antes de culminar las fases de abandono y desmantelamiento, se levantarán actas de vecindad de cierre. Las actas de vecindad de cierre se realizarán a los predios que se encuentran adyacentes a las diferentes áreas de trabajo del Proyecto y que cuentan con el acta de vecindad de inicio de obra, con el fin de registrar el estado de la infraestructura después de las etapas de construcción y operación.

El registro de las condiciones físicas internas y externas de la estructura se realizará mediante el diligenciamiento del formato de acta de vecindad de cierre, en cada uno de los predios vecinos a las actividades de obra, el cual estará acompañado con el registro fotográfico de cada uno de los espacios de la infraestructura existentes. Cabe mencionar que estos espacios pueden ser viviendas, hoteles, restaurantes, lavaderos de carros, corrales, cercas, sedes de instituciones, saladeros, bebederos, cultivos, árboles de cercas vivas, jagüeyes, tanques para el agua, mangueras, portada de fincas, infraestructura social y demás infraestructura que se encuentren en el área de intervención.

Las actas de vecindad estarán a cargo de un profesional del área técnica de la Unión Vial Río Pamplonita, contarán con el acompañamiento de un profesional del área social, serán revisadas y validadas por la Interventoría.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11 PLANES Y PROGRAMAS – PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11 PLANES Y PROGRAMAS 11.2.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

11 PLANES Y PROGRAMAS 1
11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS 1
11.2.1 Plan de Inversión del 1% 1
11.2.1.1 Introducción 1
11.2.1.2 Marco Legal 2
11.2.1.3 Alcances 5
11.2.1.4 Objetivos 6
11.2.1.4.1 Objetivo General 6
11.2.1.4.2 Objetivos Específicos 6
11.2.1.5 Localización del proyecto 7
11.2.1.6 Fuentes abastecedoras del recurso 8
11.2.1.7 Liquidación e inversión del 1% 11
11.2.1.8 Metodología para la selección de los posibles programas de inversión 11
11.2.1.9 Líneas factibles de inversión en la Subzona Hidrográfica 15
11.2.1.9.1 Justificación 19
11.2.1.9.2 Localización tentativa de la inversión 22
11.2.1.10 Destinación de la inversión del 1% 25
11.2.1.11 Costos 30
11.2.1.12 Cronograma de ejecución 31
11.2.1.13 Indicadores de seguimiento y monitoreo 32

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11 PLANES Y PROGRAMAS 11.2.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 11.1 Marco Legal 2
Tabla 11.2 Unidad Funcional del Proyecto..... 7
Tabla 11.3 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia 7
Tabla 11.4 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva. 8
Tabla 11.5 Relación de usos para el recurso hídrico..... 8
Tabla 11.6 Costos estimados para la liquidación de la inversión del 1%..... 11
Tabla 11.7 Matriz de correlación para la selección de líneas de inversión 14
Tabla 11.8 Alternativas de inversión y metas de gestión en recurso hídrico 16
Tabla 11.9 Programas y proyectos de inversión propuestos..... 18
Tabla 11.10 Zonas de protección en el municipio de Pamplona 20
Tabla 11.11 Áreas opcionales para la implementación de la inversión del 1%..... 23
Tabla 11.12 Estimación presupuestal para la ejecución de la Inversión del 1%..... 31
Tabla 11.13 Cronograma de ejecución del Plan de Inversión del 1%..... 34

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11 PLANES Y PROGRAMAS 11.2.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 11.1. Localización general de Unidad Funcional 1 del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta 9
Figura 11.2 Localización unidades territoriales menores en el municipio de Pamplona ... 10
Figura 11.3 Áreas protegidas cercanas al área de influencia del proyecto..... 21
Figura 11.4 Áreas de protección según SIRAP 24
Figura 11.5 Zonificación ambiental del PBOT y POMCA del río Pamplonita 25
Figura 11.6 Áreas de manejo especial potenciales para la inversión 1% 26

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

11.2.1 Plan de Inversión del 1%

11.2.1.1 Introducción

La inversión del 1% obtenida del total de los costos operativos de cualquier proyecto sujeto a licenciamiento ambiental, es un instrumento económico establecido en el Código de los Recursos Naturales y la Ley 99 de 1993, consistente en un recaudo causado a cualquier proyecto que involucre en su ejecución, el uso del recurso hídrico tomado directamente de sus fuentes naturales. Estos recursos deben ser destinados a actividades de protección, recuperación y vigilancia de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. Bajo este mismo marco, y conforme a las adiciones establecidas por el artículo 108 de la Ley 1151 de 2007, los recursos se destinarán a las cuencas con plan de ordenamiento y manejo adoptado, a la elaboración del Plan de Ordenamiento y Manejo la Cuencas declaradas en ordenación y a las actividades de protección y recuperación del recurso hídrico definidos en el instrumento de planificación de la autoridad ambiental competente. Estas inversiones se constituyen como un elemento esencial para alcanzar la sostenibilidad del recurso, conforme lo establecido en la Política Nacional de Gestión del Recurso Hídrico -PNGRH-(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Teniendo en cuenta que las actividades constructivas del proyecto de Infraestructura vial: Concesión unión vial río Pamplonita, enmarcado dentro del tramo Pamplona-Cúcuta, en su Unidad Funcional 1 (UF1), localizada en los Municipios de Pamplona, requiere del suministro de agua durante la etapa de construcción para el desarrollo de obras civiles, específicamente las asociados al uso industrial en actividades de riego y compactación, refrigeración de equipos, fabricación de hormigón en masa, limpieza de maquinaria, etc. Considerando estos requerimientos se plantean dos opciones: la compra del agua a acueductos de la zona y terceros licenciados, y la captación de agua superficial sobre la cuenca hidrográfica del río Pamplonita. Bajo este escenario de acceso y uso del recurso hídrico a partir de fuentes naturales, y en cumplimiento de lo establecido en el Parágrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y del Decreto 2099 de 2016, se deberá destinar el 1% de la inversión en las acciones definidas por dicho marco normativo.

De acuerdo con lo anterior, para el uso del recurso hídrico se solicitará permiso de concesión de agua superficial para la siguiente fuente hídrica: Río Pamplonita; por cual el Concesionario, deberá destinar el 1% de valor del proyecto, en programas de manejo y conservación de las cuencas hídricas que favorecerán la gestión del recurso hídrico en el área de ejecución del proyecto. Dichos programas se enmarcarán en un proceso de concertación con la Autoridad Regional, el cual ha buscado la articulación de los diferentes instrumentos de planificación existentes en torno al recurso, con las alternativas de inversión establecidas en el Decreto 2099 de 2016, complementado con la información primaria obtenida durante el Estudio de Impacto Ambiental.

De esta forma, se presentan a continuación, las diferentes líneas y montos de inversión del 1% por concepto de uso de agua superficial requerida para el proyecto de Infraestructura vial: Concesión unión vial río Pamplonita, en su UF1, bajo un esquema de concertación con las autoridades regionales y locales que busca dar la sostenibilidad de las inversiones efectuadas a través de este mecanismo, al ser reconocidas dentro de unos propósitos conjuntos alrededor de la gestión del agua.

11.2.1.2 Marco Legal

Las inversiones a realizar en torno a la utilización del recurso hídrico generada en actividades, obras o proyectos objeto de licenciamiento ambiental se sustentan en el marco legal presentado en la Tabla 11.1.

Tabla 11.1 Marco Legal

Norma		Descripción
Ley 99/93	"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones."	
	Artículo 43. tasas por utilización de aguas	Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.
Ley 373/97	"Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua".	
	Artículo 16	Protección de zonas de manejo especial. En la elaboración y presentación del Programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos con carácter prioritario por las entidades ambientales de la jurisdicción correspondientes, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación. **Parágrafo:** Los recursos provenientes de la aplicación del (artículo 43 de la Ley 99 de 1993), se destinarán con carácter exclusivo al logro de los objetivos propuestos en la presente Ley.
Ley y 1450 de 2011	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014	
	Artículo 216	Adiciónese los siguientes parágrafos al artículo 43 de la Ley 99 de 1993. "**Parágrafo 1:** Todo proyecto que requiera licencia ambiental y que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad, deberá destinar no menos del 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación, conservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El beneficiario de la licencia ambiental deberá invertir estos recursos en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la respectiva cuenca hidrográfica, de acuerdo con la reglamentación vigente en la materia. **Parágrafo 2**: Los recursos provenientes del recaudo de las tasas por utilización de agua, se destinarán de la siguiente manera:

Norma		Descripción
		a) En las cuencas con Plan de Ordenamiento y Manejo Adoptado, se destinarán exclusivamente a las actividades de protección, recuperación y monitoreo del recurso hídrico definidas en el mismo; b) En las cuencas declaradas en ordenación, se destinarán a la elaboración del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca; c) En ausencia de las condiciones establecidas en los literales a) y b), se destinarán a actividades de protección y recuperación del recurso hídrico definidos en los instrumentos de planificación de la autoridad ambiental competente y teniendo en cuenta las directrices del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o quien haga sus veces. Los recursos provenientes de la aplicación del parágrafo 1o del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico, de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca o en la formulación y adopción del Plan. **Parágrafo 3:** La tasa por utilización de aguas se cobrará a todos los usuarios del recurso hídrico, excluyendo a los que utilizan el agua por ministerio de ley, pero incluyendo aquellos que no cuentan con la concesión de aguas, sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar y sin que implique bajo ninguna circunstancia su legalización".
Decreto 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones	
	Artículo 41	Las entidades responsables de la implementación del Plan, en el marco de sus competencias, podrán destinar para este fin, los siguientes recursos: "(… 2. Los provenientes de las entidades territoriales, tales como: a) El 1% de que trata el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 o la norma que la modifique, sustituya o adicione; b) Los apropiados en su presupuesto en materia ambiental; c) Los previstos en materia ambiental en el Plan Nacional de Desarrollo vigente, en relación con los planes para el manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento. 3. Los provenientes de los usuarios de la cuenca hidrográfica, tales como: a) El 1% de que trata el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 o la norma que la modifique, sustituya o adicione; b) Los que deban ser invertidos en medidas de compensación por el uso y aprovechamiento y/o intervención – afectación de los recursos naturales renovables; c) Los no derivados del cumplimiento de la legislación ambiental en el marco de su responsabilidad social empresarial. …")
Ley 1753 de 2015	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país".	
	Artículo 108	Adquisición por la nación de áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los Recursos Naturales o implementación de esquemas de pago por servicios ambientales u otros incentivos económicos. Modifíquese el artículo 108 de la Ley 99 de 1993, el cual quedará así: Art, 108. …Las autoridades ambientales en coordinación y con el apoyo de las entidades territoriales adelantarán los planes de cofinanciación necesarios para adquirir áreas o ecosistemas estratégicos para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales o implementarán en ellas esquemas de pago por servicios ambientales u otros incentivos económicos para la conservación, con base en la reglamentación expedida por el Gobierno nacional

Norma		Descripción
		Parágrafo 1: Los esquemas de pago por servicios ambientales de que trata el presente artículo, además podrán ser financiados con recursos provenientes de los artículos 43 y 45 de la Ley 99 de 1993, de conformidad con el plan de ordenación y manejo de la cuenca respectiva. Así mismo, podrá aplicarse la inversión forzosa de que trata el parágrafo 1° del artículo 43, las compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco de la licencia ambiental y el Certificado de Incentivo Forestal con fines de conservación a que se refiere el parágrafo del artículo 253 del Estatuto Tributario
Decreto 2099 de 2016	Por medio de la cual se modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015 en lo relacionado con la inversión forzosa por la utilización de agua tomada directamente de fuentes naturales y se toman otras determinaciones	
	Artículo 2.2.9.3.1.1 Campo de aplicación	Todo proyecto que requiera licencia ambiental y que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales para cualquier actividad, deberá destinar no menos del 1 % del total de la inversión para recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica, de conformidad con lo dispuesto en el parágrafo 10 del artículo 43 de la Ley 99 de 1993.
	Artículo 2.2.9.3.1.3. de los proyectos sujetos a la inversión de no menos del 1%.	Para efectos de la aplicación del presente capítulo se considera que el titular de un proyecto deberá destinar no menos del 1 % del total de la inversión, cuando cumpla con la totalidad de las siguientes condiciones:
	Artículo 2.2.9.3.1.6 Liquidación de la inversión…	La liquidación de la inversión de que trata el presente capítulo se realizará de conformidad con la inversión total del proyecto objeto de licencia ambiental.
	Artículo 2.2.9.3.1.9. Destinación de los recursos.	Los recursos de la inversión forzosa de no menos del 1%, de que trata el presente capítulo se destinará a la protección y recuperación del recurso hídrico, así: 1. Cuando se haya adoptado el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca (…), en las actividades que se señalan a continuación: a. Acciones de protección, conservación y preservación a través de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación, dentro de las cuales se puede incluir el desarrollo de proyectos de uso sostenible. En esta línea de inversión se podrá dar prioridad a áreas degradadas por actividades ilícitas. b. Acciones de recuperación, a través de la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en los municipios de categorías 4, 5 y 6. Esta acción solamente podrá proponerse siempre y cuando la titularidad de las obras, sea de los entes territoriales y que éstos a su vez garanticen los recursos para la operación y mantenimiento de estas estructuras. c. Acciones de vigilancia del recurso hídrico a través de la instrumentación y monitoreo de variables climatológicas e hidrológicas con estaciones hidrometereológicas y/o con radares, según la tecnología que defina el IDEAM. Esta acción podrá proponerse siempre y cuando el titular del proyecto y el IDEAM aseguren el financiamiento de la operación de dicha instrumentación. 2. En desarrollo del artículo 174 de la Ley 1753 de 2015 que modifica el artículo 108 de la Ley 99 de 1993, así: en Acciones Complementarias, mediante la adquisición de predios y/o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales, al igual que en áreas protegidas que hagan parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP.

Norma		Descripción
		3. En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, en desarrollo del Parágrafo 2° del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 216 de la Ley 1450 de 2011, los recursos se deberán invertir en su formulación o adopción, para lo cual titular de la licencia ambiental podrá destinar hasta el porcentaje fijado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siempre y cuando la autoridad ambiental administradora asegure, con otras fuentes de recursos, el financiamiento total de este instrumento y, el porcentaje restante de la inversión, deberá ser destinado a las actividades listadas en el numeral 1 del presente artículo.
Decreto 075 de 2017	Por el cual se hacen modificaciones al Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la "Inversión Forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales" y se toman otras determinaciones"	
	Artículo 1	Modifíquese el literal h del artículo 2.2.9.3.1.2. sobre Definiciones: h. Proyectos de uso sostenible: son proyectos que incluyen actividades productivas, que a partir de la oferta natural del territorio generan bienes y servicios mercadeables y contribuyen a la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas y los agro-ecosistemas, a la generación de bienestar social y al fortalecimiento y diversificación de la economía regional y local de forma sostenible".
	Artículo 2	Modifíquese el parágrafo 1 del artículo 2.2.9.3.1.3. Liquidación de la inversión" Parágrafo 1. Lo dispuesto en el presente capítulo aplica igualmente en los casos de modificación de licencia ambiental, cuando dicha modificación implique el incremento en el uso de agua de una fuente natural o cambio o inclusión de nuevas fuentes hídricas. En estos eventos, la base de liquidación corresponderá a las inversiones adicionales asociadas a dicha modificación.
	Artículo 3	Modifíquese parágrafo 2° del Artículo 2.2.9.3.1.8. Aprobación del plan de inversión forzosa de no menos del 1%. Parágrafo 2: Durante la etapa de construcción y montaje del proyecto, el titular de la licencia ambiental podrá presentar ante la autoridad ambiental que otorgó la misma, planes parciales de inversión forzosa de no menos del 1%, acorde al monto de las inversiones realizadas, de las líneas generales de inversión y del ámbito geográfico aprobados en la licencia ambiental. Estos planes parciales serán aprobados en los términos señalados en el párrafo anterior.
	Artículo 4	Modifíquese el Artículo 2.2.9.3.1.15. Continuidad de los regímenes de transición. Lo dispuesto en el presente capítulo aplica en los casos de modificación de los proyectos, obras o actividades a los cuales se les haya establecido o impuesto un plan de manejo ambiental, como instrumento de manejo y control ambiental en virtud de los regímenes de transición de la reglamentación del título VIII de la Ley 99 de 1993, siempre y cuando dicha modificación implique el incremento en el uso de agua de una fuente natural, o cambio o inclusión de nuevas fuentes hídricas. En este caso, la base de liquidación corresponderá a las inversiones adicionales asociadas a dicha modificación".
	Artículo 5	Parágrafo. Lo dispuesto en este artículo no aplica para aquellos proyectos sujetos a plan de manejo ambiental que se haya impuesto como instrumento de manejo y control ambiental, que se encuentren en alguna(s) de las siguientes condiciones: i) tomen el agua directamente de una red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio o su distribuidor; ii) hagan uso de aguas residuales tratadas o reutilizadas; iii) capten aguas lluvias; iv) se trate de renovaciones de los permisos de concesión de aguas.

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

11.2.1.3 Alcances

La propuesta de inversión presentada en éste documento, obedece al cumplimiento del marco normativo existente en materia de uso del recurso hídrico, respondiendo a la necesidad de captación durante la construcción del proyecto de Infraestructura vial: Doble

Calzada Cúcuta – Pamplona, UF 1, de la Concesión Unión Vial río Pamplonita, el cual es objeto de licenciamiento ambiental, en consideración al tipo de obra a ejecutar y a la realización de actividades que requieren el uso del recurso hídrico, el cual será tomado de fuentes naturales.

Para la selección de las alternativas de inversión, se estableció un método que procuró identificar las líneas de inversión del 1%, como resultado de un ejercicio de relacionamiento entre las apuestas de desarrollo propuestas desde el nivel regional y local en materia de agua, con las opciones planteadas por el Decreto 2099 de 2016 y con los programas y proyectos establecidos para la cuenca, en materia de destinación de los recursos, según el plan de ordenación.

Todo lo anterior buscó dar cumplimiento a los principios de la norma, en la cual se establece que todas las obras o actividades objeto de la inversión, deban estar soportadas en condiciones técnicas, ecológicas, económicas y sociales que permitan el cumplimiento de sus propósitos finales: la recuperación, preservación, conservación y vigilancia de la cuenca.

De esta forma, el procedimiento de definición de las líneas de inversión, contó con una estrategia de relacionamiento institucional con el fin de generar acuerdos que permitieran seleccionar, entre las diferentes opciones de inversión, aquellas que más se ajustaran a los principios de viabilidad y sostenibilidad del recurso, que en últimas, buscan el beneficio para las comunidades asentadas en las cuencas abastecedoras. Los puntos de captación de agua superficial se localizan dentro de la cuenca hidrográfica del Río Pamplonita: Para la cual se aprueba y se adopta el ajuste al Plan de Ordenación y Manejo, según Resolución 00761 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental CORPONOR.

11.2.1.4 Objetivos

11.2.1.4.1 Objetivo General

Diseñar el plan de inversión del 1% conforme a lo establecido en el Decreto 2099 de 2016 por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico superficial, requerido para la ejecución del proyecto de Infraestructura vial: Doble Calzada Cúcuta – Pamplona, UF 1, de la Concesión Unión Vial río Pamplonita.

11.2.1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir el monto de la inversión del 1%, necesario para el desarrollo del Plan de Inversión como compensación por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico.

- Establecer las actividades que se ejecutarán en las cuencas hídricas abastecedoras del proyecto vial, mediante el desarrollo de una matriz que relacione los instrumentos regionales y locales de gestión y planificación territorial, con las líneas de inversión establecidas en la norma.

- Definir la ubicación tentativa de las acciones de inversión propuestas, los costos y el cronograma de los programas y actividades para el desarrollo del plan de inversión del 1%.

11.2.1.5 Localización del proyecto

El proyecto Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, que hace parte del proceso licitatorio de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) cuyo contrato de concesión bajo esquema de APP es el No. 002 del 02 de junio de 2017, tiene un alcance físico descrito en el Apéndice Técnico 1 “Alcance del Proyecto” que se transcribe parcialmente en la Tabla 11.2, donde se describe la Unidad Funcional 1 objeto de la presente consulta.

Tabla 11.2 Unidad Funcional del Proyecto

UF	Sector	Origen	Destino	Longitud (km)	Intervención
UF1	Variante Pamplona	PR 121+250 (R 64) K60+305,7 1.157.608,8162 m.E 1.309.050,848 m.N	PR 71+000 (R 5505) K56+300 1.159.688,9117 m.E 1.308.010,3051 m.N	4,005	Construcción de Vía Nueva en Calzada sencilla

Fuente: Apéndice Técnico 1 Contrato de Concesión No. 002 de 2017

Ya identificada la estructura del tramo objeto de consulta, a continuación se realiza la descripción de los límites físicos que definen a esta Unidad Funcional.

La Unidad Funcional 1 a la que se refiere el presente documento, se encuentra localizada en el departamento de Norte de Santander. Este departamento está situado en la parte noreste del país, limita al norte y al este con la República de Venezuela, al sur con el departamento de Boyacá, al suroeste con el departamento de Santander y al oeste con el departamento del Cesar.

El área de influencia del Medio Socioeconómico tiene jurisdicción en un (1) departamento, una (1) Corporación Autónoma Regional y dos (2) municipios. En la Tabla 11.3 se presenta la relación de municipios y autoridades ambientales regionales.

Tabla 11.3 Jurisdicción Territorial y Ambiental del área de Influencia

Departamento	Municipio	Jurisdicción Ambiental	Dirección Territorial
Norte de Santander	Pamplona	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR	Dirección Territorial Pamplona
	Pamplonita	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR	Dirección Territorial Pamplona

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

En específico, el recorrido de la Unidad Funcional 1 transita por el municipio de Pamplona y Pamplonita. La Tabla 11.4 y la Tabla 11.5**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** permiten ilustrar las diferentes unidades territoriales en las cuales se encuentra

localizado el proyecto. El área de intervención del proyecto en su UF1 abarca 58,24 ha, y su área de influencia 546,89 ha.

Tabla 11.4 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia definitiva.

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores
Pamplona	Barrio El Buque
	Barrio San Luis
	Barrio Simón Bolívar
	Vereda Alcaparral
	Vereda El Naranjo
	Vereda Sabaneta Alta
	Vereda Sabaneta Baja
	Vereda Ulaga Baja
Pamplonita	Vereda La Hojancha

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Tabla 11.5 Relación de usos para el recurso hídrico

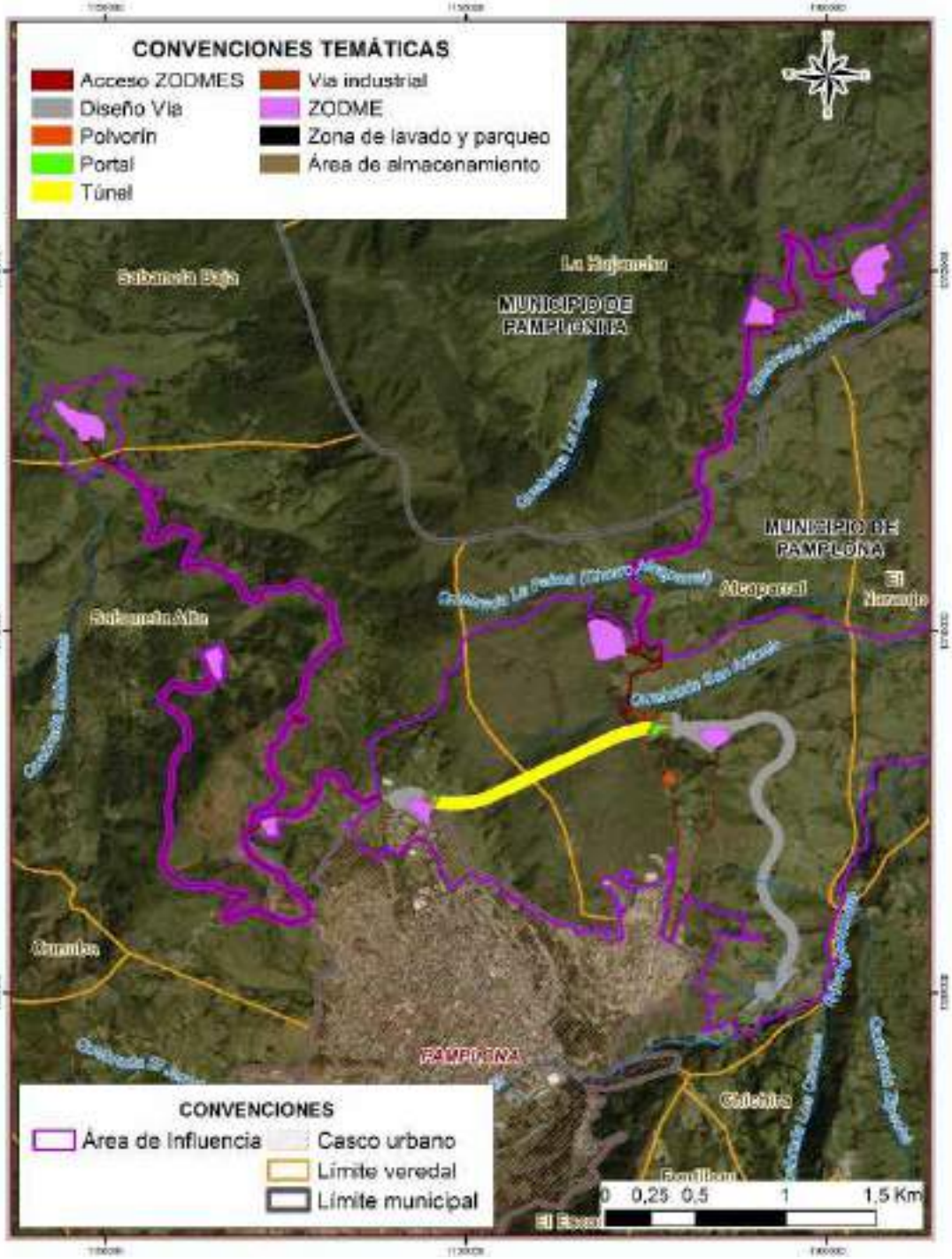
Actividad	Suministro	Uso
Adecuación y construcción de vías de acceso	1. Captación directa sobre el río Pamplonita	Hidratación de vías Limpieza de maquinaria y equipos
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos		
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		Hidratación de rellenos
Obras civiles		Agua de Mezcla para Preparación de Concreto

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

11.2.1.6 Fuentes abastecedoras del recurso

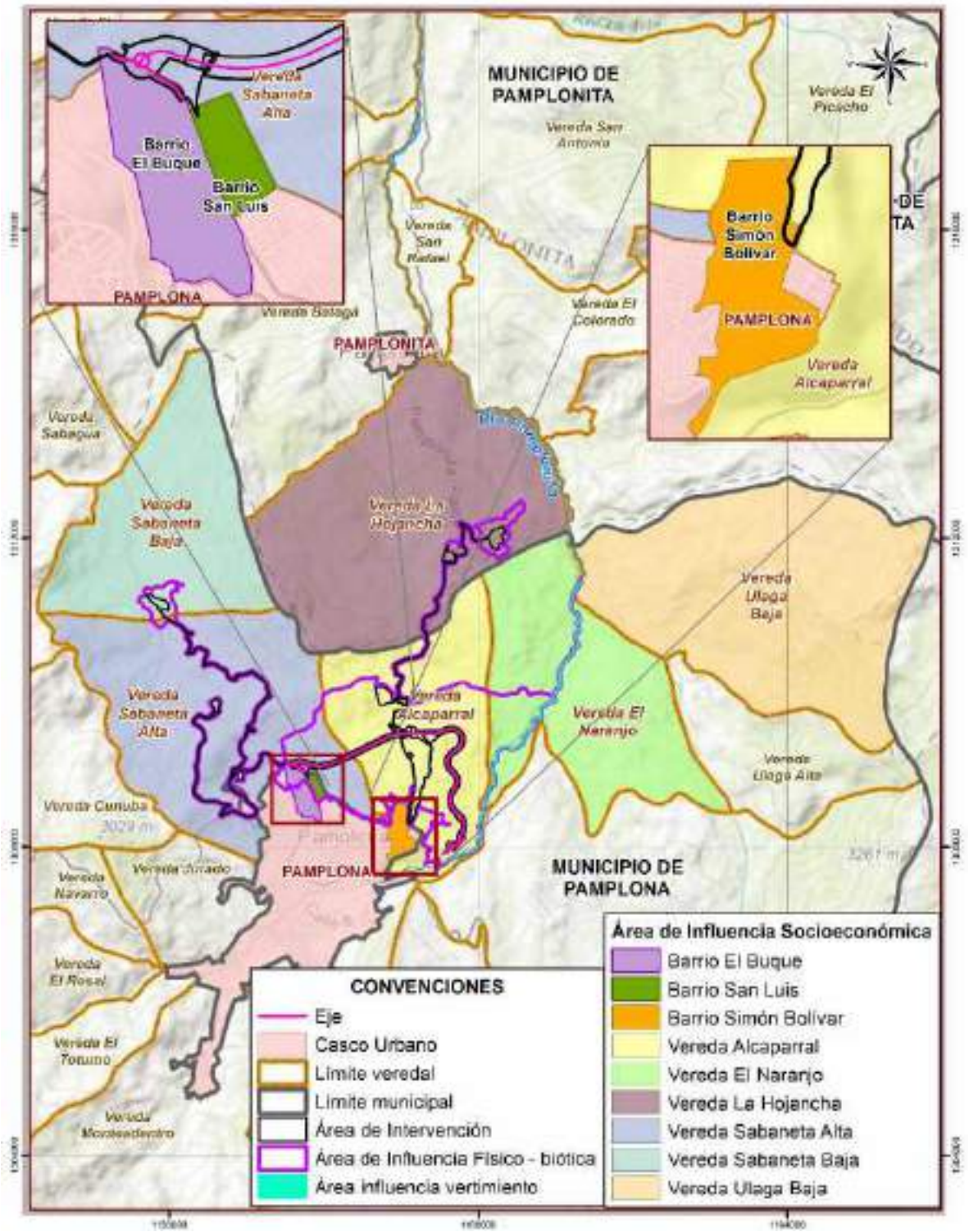
Las actividades a desarrollar en el proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, requieren del aprovechamiento del recurso hídrico para el abastecimiento de agua de consumo industrial, lo cual incluye las actividades descritas en la Tabla 11-5 Es importante aclarar que durante la etapa constructiva no se prevé la instalación de zonas de campamentos, plantas de trituración/asfalto, por lo tanto, no se relaciona consumo de agua para uso doméstico. Se utilizarán sanitarios portátiles. Se estima hacer la captación del río Pamplonita, perteneciente a la Zona Hidrográfica del Catatumbo dentro del área hidrográfica Caribe, teniendo una franja de captación, con una demanda de agua total para la UF1 del proyecto de 2,57 l/s).

Figura 11.1. Localización general de Unidad Funcional 1 del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 11.2 Localización unidades territoriales menores en el municipio de Pamplona



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

11.2.1.7 Liquidación e inversión del 1%

El Decreto 2099 de 2016 en su artículo tercero (3) establece que la liquidación de la inversión de no menos del 1%, se realizará con base en la totalidad de la inversión, es decir a la totalidad del capital invertido por el titular del proyecto (activos fijos y costos en que se incurra para el desarrollo del proyecto licenciado), en las etapas previas a la producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta el monto aproximado para la inversión de no menos del 1% calculada a partir de la estimación del costo de la construcción para la UF1 del tramo Pamplona-Cúcuta. A partir de este monto, se determina el valor aproximado de la inversión del 1% por uso del recurso hídrico, según se discrimina en la Tabla 11.6.

Tabla 11.6 Costos estimados para la liquidación de la inversión del 1%

CONCEPTO	Valor estimado UF1*
VALOR TOTAL PROYECTO	**$213.645.133.000,00**
VALOR INVERSIÓN 1%	**$2.136.451.330**

*Se presenta el valor de la inversión del 1%, basado en el valor reportado del Capex para la UF1, los valores discriminados para cada actividad aún no han sido establecidos por la concesionaria.

11.2.1.8 Metodología para la selección de los posibles programas de inversión

Para la definición del plan de inversión del 1% conforme lo establece el Decreto 2099 de 2016, se tuvo en cuenta la información levantada durante el proceso de licenciamiento ambiental en cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la elaboración de Proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (“M-M-INA-02 Versión No 2”), y se determinó el valor de la inversión del 1% con base en el presupuesto inicial del proyecto, el cual se actualizará en relación con los valores no ejecutados, con corte a 31 de diciembre de cada año fiscal.

Como un elemento relevante para la formulación del plan, se tuvo en cuenta que la franja de captación de agua superficial se encuentra dentro de la cuenca del río Pamplonita, para la cual se aprueba y se adopta el ajuste al Plan de Ordenación y Manejo, según Resolución 00761 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental CORPONOR.

En razón de lo anterior, y considerando que fue establecido como ámbito geográfico para la inversión del 1%, atendiendo los programas propuestos en el POMCA del rio Pamplonita, se detallan posteriormente en los capítulos de formulación de programas y proyectos del presente documento, junto con sus respectivas metas, al constituirse con los referentes para la formulación de la inversión.

Para examinar la viabilidad de desarrollar inversiones en las diversas opciones establecidas por los Planes de Ordenación, se procedió a elaborar una matriz que conjugó por un lado las alternativas de inversión indicadas por la norma, con las metas a alcanzar por dichos Planes de Ordenación y Manejo, sin desconocer las apuestas de desarrollo establecidas por las Autoridades Regionales y Entes territoriales en materia de recursos hídricos; para

ello se asume que dentro de los procesos de planeación existe un proceso intrínseco de articulación que conjuga los intereses regionales y locales. Fue así como se incluyeron en los análisis, los instrumentos de gestión regional (PLANEAR 2016-2035) y Plan de Acción de CORPONOR vigencia 2016 -2019 (PA CORPONOR - Ver Anexo 10).

En este punto, es relevante destacar que de acuerdo al parágrafo 2 del artículo 22 del Decreto 1640 de 2012 por el cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, se establece que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible incorporarán los resultados de la priorización así como las estrategias, programas y proyectos definidos en el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica, en los respectivos Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR y Plan de Acción (MADS, 2014, Guía Técnica para la formulación de los POMCAS).

Para evidenciar la armonía entre los citados instrumentos de nivel regional y otros del nivel local, el análisis incluyó el cruce de las metas establecidas en otros instrumentos de Ordenación, tal como los Planes de Ordenamiento Territorial (en su nivel correspondiente), de los dos municipios en los cuales se haría efectiva la ejecución de la inversión del 1% correspondiente a la UF1, por pertenecer al ámbito geográfico correspondiente. En este caso, se tuvo presente que las normas sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables previstas en los Planes de Ordenación de las cuencas afectadas, priman sobre las disposiciones generales contenidas en otros ordenamientos (Ver Anexo 10).

El propósito de la matriz de análisis, fue relacionar las diferentes posibilidades de inversión, con las metas de obligatorio cumplimiento por parte de la entidad respectiva (regional o local), de manera que se lograra determinar: correspondencias entre unos y otros y entre objetivos comunes propuestos para la gestión hídrica de la cuenca, a través del cual se lograra hallar identidad en las inversiones, y garantizar en cierta medida, el logro de metas comunes y objeto de verificación, no solo en el corto, si no en el mediano plazo, al constituirse como metas de obligatorio cumplimiento en el marco de la gestión de la cuenca.

Luego de la revisión detallada de documentos técnicos de soporte para el POMCA del río Pamplonita, los programas considerados fueron: i) Manejo integral de zona de protección; ii) Manejo integral del recurso suelo; iii) Gestión integral del recurso hídrico, iv) Generación de condiciones socio económicas, v) Infraestructura y recurso humano científico para la investigación, al verificar su coincidencia con otros instrumentos de gestión territorial definidos desde la autoridad ambiental regional y las metas locales definidas desde instancias municipales, a través de las cuales se procura la protección y conservación del recurso hídrico, en cumplimiento de los principios de la inversión del 1%.

En la Tabla 11.7 se presenta el modelo de la matriz de correlación regional, la cual puede ser consultada a detalle en el Anexo A. El proceso de análisis de la matriz, se estableció a través del otorgamiento de una calificación de 0 a 3 con su respectivo color de identificación, donde 0 (color blanco), implicó baja o nula correspondencia entre las opciones de inversión y las apuestas del desarrollo regional o local; 2 (color amarillo), asignado para aquellas interacciones que requerían un ajuste o re-interpretación de la

correspondencia y 3 (color verde), en aquellos casos que la correspondencia era directamente congruente entre las líneas de inversión del 1%, con las metas de gestión o de ordenamiento establecidas por los instrumentos regionales y locales consultados.

El resultado de este cruce presenta de manera preliminar las opciones de inversión del 1% que permiten no solo dar cumplimiento a la norma, si no facilitar la continuidad a los procesos de desarrollo local y regional logrados a través de procesos de planeación más detallados y logrando mayores soportes en las posibilidades de inversión para los periodos administrativos en las que se ejecutará el proyecto. Las alternativas que obtuvieron los puntajes ponderados más altos son las líneas objeto de concertación con la Autoridad Ambiental y que son presentadas más adelante en el documento.

La selección de las acciones para la inversión del 1%, debe surtirse de un proceso de concertación con la Autoridad Ambiental y las Autoridades Municipales con el fin de realizar una priorización de las diferentes alternativas.

Tabla 11.7 Matriz de correlación para la selección de líneas de inversión

DETERMINANTES NORMATIVOS		INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1% (Dec. 2099 de 2016)										
		1. con POMCA adoptado							2. Acciones complementarias		3. Sin POMCA	
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		Protección, conservación y	Restauración (RE, RH, RC)	Uso sostenible	Interceptores y STAR	Instrumentación y monitoreo	Actualización del POMCA	Preservación SPNN	Adquisición de predios y/o mejoras en ecosistemas estratégicos	Adquisición de predios o mejoras en áreas del SINAP	Formulación	Adopción
REGIONAL	**Líneas Estratégicas / Objetivos**											
	PROGRAMA / PROYECTO											
Plan de Acción 2016- 2019 "Hacia Un Norte ambientalmente sostenible… ¡Todos por el Agua!" Ac. 05 de 2017	**Programa 1: Ordenamiento ambiental del territorio, acciones de adaptación al cambio climático, gestión del riesgo de desastres y sostenibilidad ambiental del Catatumbo**											
	Proy. 1.1 Gestión ambiental desde el proceso de OT y acciones de adaptación al cambio climático											
	Proy. 1.2 Formulación e implementación de los POMCAS…	2	2	2	2	2	2	2				
	Proy. 1.3 Gestión del conocimiento para la regulación y uso eficiente del agua …e implementación de proyectos de descontaminación…				2							
	Proy. 1.4 Formulación e implementación del Plan General de Ordenamiento Forestal…											
	Proy. 1.5 Hacia un Catatumbo sostenible											
	Programa 2: Gestión integral y colectiva dirija a la conservación de la BDV y de los SSEE, en especial la provisión de agua											
	Proy. 2.1 Gestión para la conservación sostenible de las áreas de manejo especial….	3	3									
	Proy. 2.2 Gestión para el relacionamiento con las comunidades indígenas Uwa's en procesos de OT y producción sostenible											
	Proy. 2.3. Gestión para el relacionamiento con las comunidades indígenas Bari en procesos de OT y producción sostenible											
	Proy. 2.4 Apoyo al componente de gestión en biodiversidad…											
	Programa 3: El NS le apuesta al uso legal y sostenible de los RN											
	Proy. 3.1 Autorizaciones y obligaciones ambientales											

DETERMINANTES NORMATIVOS		INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1% (Dec. 2099 de 2016)										
		1. con POMCA adoptado							2. Acciones complementarias		3. Sin POMCA	
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		Protección, conservación y	Restauración (RE, RH, RC)	Uso sostenible	Interceptores y STAR	Instrumentación y monitoreo	Actualización del POMCA	Preservación SPNN	Adquisición de predios y/o mejoras en ecosistemas estratégicos	Adquisición de predios o mejoras en áreas del SINAP	Formulación	Adopción
	Proy. 3.2 Gestión para el control del uso de los RN renovables y del ambiente											
	Programa 4: Participación y educación para una cultura ambiental en el NS											
	Proy. 4.1 Educación ambiental											
	Proy. 4.2 Participación ambiental ciudadana											
	Programa 5: Corponor promueve la política nacional de producción y consumo sostenible y adaptación a la vulnerabilidad climática del sector productivo											
	Proy. 5.1 Promoción para la producción más limpia y adaptación a la vulnerabilidad climática con los sectores productivos del dpto.…			2								
	Proy. 5.2 Negocios verdes y apoyo a proyectos productivos sostenibles											
	Programa 6: Ciudades sostenibles											
	Proy. 6.1 Sostenibilidad ambiental en el hábitat urbano	2										
	Proy. 6.2 Gestión de residuos sólidos											
	Proy. 6.3 Control a la calidad del recurso aire											

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

11.2.1.9 Líneas factibles de inversión en la Subzona Hidrográfica

Conforme a la revisión de los instrumentos de gestión de las entidades regionales y locales, tales como Planes de Ordenación y Manejo de las cuencas dentro de las cuales se desarrolla el proyecto y que se contemplan como fuentes abastecedoras, en la Tabla 11.8 se presentan aquellos programas que son congruentes con los objetivos de recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca, así mismo de acuerdo con el método de selección de las líneas para la inversión del 1%.

La Tabla 11.8 permite apreciar la relación entre las actividades descritas en el decreto 2099 de 2016 (Art. 2.2.9.3.1.9 y parágrafos 1 y 3) para la destinación de los recursos de inversión de no menos del 1%, frente a los programas priorizados para posible intervención por parte de la Concesión Unión Temporal río Pamplonita, debido a su correspondencia con las

iniciativas regionales y locales para la gestión y conservación del recurso hídrico en su territorio de influencia y puestas de manifiesto en instrumentos como los planes de acción de la Corporación o su PLANEAR. En todo caso, las acciones y programas que sean seleccionadas finalmente para la aplicación del artículo 2.2.9.3.1.3., parágrafo 1 del mencionado decreto, dependerán de las concertaciones a las que se lleguen entre las autoridades ambientales, las locales y el operador del proyecto en función de dar la mayor viabilidad posible para su ejecución y del momento en que se cuente con la aprobación del plan.

Tabla 11.8 Alternativas de inversión y metas de gestión en recurso hídrico

Destinación de los recursos (Dec. 2099 de 2016)	**Programas/proyectos locales y/o regionales***	**Fuente**
Acciones de protección, conservación y preservación a través de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación, dentro de las cuales se puede incluir el desarrollo de proyectos de uso sostenible. En esta línea de inversión se podrá dar prioridad a áreas degradadas por actividades ilícitas.	Proy. 2.1 Gestión para la conservación sostenible de las áreas de manejo especial….	Plan de Acción - CORPONOR 2016 -2019
	Proy. 1 Protección y rehabilitación de la cobertura vegetal en las áreas de influencia de la oferta del recurso hídrico	POMCA río Pamplonita
	Proy. 2 Reforestación del bosque natural de las nacientes y bosque ripario de los ecosistemas lóticos y lénticos de la cuenca	
	Proy. 17. Implementación de sistemas agroforestales	
	Acción 2. Formulación e implementación de los Planes de Manejo en las áreas protegidas y áreas complementarias de conservación	PLANEAR 2016-2035
	Acción 3. Declaración de los predios adquiridos y por adquirir en una categoría de área protegida para registrar en el RUNAP	
	Acción 2. Promoción de la Implementación de sistemas silvopastoril intensivos SSI, para la reducción de GEI	
	Acción: Protección y conservación de las fuentes hídricas	PBOT Municipio Pamplona
	Acción: Plan protección y caracterización de Humedales.	
	Acción: Restauración ecológica de corredores y fragmentos de las Redes Ecológicas. Generar una conectividad en los ecosistemas estratégicos.	
	Acción: Incorporación de la estructura ecológica principal para la protección, conservación y preservación de los ecosistemas naturales.	
	Acción: Conservación de las Áreas de bosques. Rehabilitar las fuentes hídricas, restaurar ecosistemas forestales degradados y recuperar suelos.	
	Obj. Aumentar las áreas reforestadas y protegidas ambientalmente. Meta: 850 has protegidas y/o conservadas de bosque natural.	PDM Pamplona
	Obj. Velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica. Meta: Formulación de un proyecto para la conservación y protección de las microcuencas del municipio de Pamplona	

Destinación de los recursos (Dec. 2099 de 2016)	Programas/proyectos locales y/o regionales*	Fuente
	Obj. Variación climática y protección del ambiente. Meta del cuatrienio: 7 áreas protegidas y mantenidas	PDM Municipio de Pamplonita
	Obj. Producción sostenible. Meta del cuatrienio: 1 centro adecuado, dotado y funcionando para la producción de material forestal, ornamental y frutal	
Acciones de recuperación, a través de la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en los municipios de categorías 4, 5 y 6. Esta acción solamente podrá proponerse siempre y cuando la titularidad de las obras sea de los entes territoriales y que éstos a su vez garanticen los recursos para la operación y mantenimiento de estas estructuras.	Meta: Construcción de plantas de tratamiento de agua residual en los municipios de Pamplona, Cúcuta y Villa del Rosario en los demás municipios que integran la cuenca	POMCA Río Pamplonita
	Acción: Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR.	PBOT Municipio Pamplona
Acciones de vigilancia del recurso hídrico a través de la instrumentación y monitoreo de variables climatológicas e hidrológicas con estaciones hidrometeorológicas y/o con radares, según la tecnología que defina el IDEAM.	Acción 2. Fortalecimiento del conocimiento, capacidades técnicas y administrativas para la gestión del recurso hídrico	PLANEAR 2016-2035
	Proy. 23 Establecimiento de estaciones de medición hidrométrica y climatológica. Meta (mediano plazo): Adquiridas 15.000 hectáreas como áreas estratégicas y se prioriza del total de áreas adquiridas un 25% para el RUNAP	POMCA Río Pamplonita
	Acción: Monitoreo, evaluación, control y seguimiento de la calidad del agua.	PBOT Municipio Pamplona
	Meta: Formulación de proyectos para el conocimiento y reducción del riesgo en las microcuencas del municipio de Pamplona. (el municipio cuenta con 4 microcuencas que abastecen el acueducto municipal)	PDM Pamplona
	Meta: Actualización de Mapas de escenarios de amenaza del municipio de Pamplona, vulnerabilidad y Riesgo. Fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana locales.	
Acciones Complementarias, mediante la adquisición de predios y/o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales, al igual que en áreas protegidas que hagan parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP.	Meta (mediano plazo): Adquiridas 15.000 hectáreas como áreas estratégicas y se prioriza del total de áreas adquiridas un 25% para el RUNAP	PLANEAR 2016-2035
	Meta: Ampliar las zonas de reserva forestal del municipio de Pamplona en 187 Ha de las áreas existentes.	PDM Pamplona
	Objetivo1: consolidar un Sistema Local de Áreas Especialmente Protegidas. Adquisición y Protección Áreas de Reserva de Recurso Hídrico para aprovisionamiento de la Cabecera Municipal y los acueductos rurales.	EOT Pamplonita
	Obj. Variación climática y protección del ambiente. Meta del cuatrienio: 7 áreas protegidas y 1 área adquirida.	PDM Municipio de Pamplonita

Destinación de los recursos (Dec. 2099 de 2016)	Programas/proyectos locales y/o regionales*	Fuente
Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en el porcentaje fijado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siempre y cuando la autoridad ambiental administradora asegure, con otras fuentes de recursos, el financiamiento total de dicha actualización	Actualmente la cuenca se encuentra ordenada.	

**Corresponde a programas y proyectos formulados en los distintos instrumentos de gestión vigentes a la fecha de formulación del presente plan.*
Fuente: (Aecom-Concol, 2017).

De acuerdo con la tabla anterior y la metodología aplicada para la selección de alternativas de inversión para la gestión del agua en el ámbito geográfico donde se desarrolla el proyecto y la localización de las fuentes abastecedoras (Zona Hidrográfica Río Pamplonita), se tiene que las líneas que mayor referencia y correspondencias con los instrumentos de gestión regional y local consultados corresponden preferiblemente a i) Acciones para la protección, conservación y preservación; seguida de ii) Acciones de vigilancia (instrumentación y monitoreo hidrológico y climatológico) y iii) Acciones de Restauración, Rehabilitación y Recuperación. No obstante, otras alternativas como Uso sostenible y acciones para Interceptores y tratamiento de aguas residuales se encuentran en una segunda línea de relevancia dentro de las opciones de inversión.

Luego de este primer análisis de escenarios para la inversión, se hizo una valoración más detallada de las alternativas, con el fin de hacer la propuesta de inversión a través del presente plan, las cuales son presentadas a continuación. La selección de las acciones específicas para la inversión del 1%, deberán surtir un proceso de concertación con la Autoridad Ambiental y las Autoridades Municipales con el fin de realizar una priorización de las diferentes alternativas, las cuales serán plasmadas en el plan definitivo de inversión en los términos definidos en el artículo 2.2.9.3.1.8 del referido decreto 2099 de 2016.

Como resultado del ejercicio, se plantean entonces las siguientes líneas de inversión, a través de la cuales se contribuye a la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pamplonita en cumplimiento de los principios establecidos a través del instrumento de inversión y los términos del artículo 2.2.9.3.1.5 del decreto 2099 de 2016. Estas líneas corresponden a los siguientes programas: i) Conservación de áreas estratégicas ii) Monitoreo hidrológico y/o climatológico de la cuenca del río Pamplonita (Tabla 11-9).

Tabla 11.9 Programas y proyectos de inversión propuestos

Destinación de los recursos / Dec. 2099 de 2016	Programa de inversión del 1% propuesto	Proyecto asociado
		Adquisición de predios para la conservación de áreas estratégicas

Destinación de los recursos / Dec. 2099 de 2016	Programa de inversión del 1% propuesto	Proyecto asociado
Acciones para la protección, conservación y preservación de áreas estratégicas	Conservación y preservación de áreas estratégicas	Estrategias de enriquecimiento de las áreas de nacimientos y riberas, enfocado a la protección y conservación de las fuentes hídricas.
		Estrategias de revegetalización enfocado a promover la conectividad entre corredores y fragmentos de ecosistemas estratégicos.
Acciones de vigilancia del recurso hídrico a través de la instrumentación y monitoreo de variables climatológicas e hidrológicas	Monitoreo hidrológico y/o climatológico de la cuenca del río Pamplonita	Fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

11.2.1.9.1 Justificación

El referente geográfico para la inversión será la zona hidrográfica donde se emplaza el proyecto y al cual pertenecen todas las fuentes que servirán para el abastecimiento del recurso para el normal desarrollo del proyecto, es decir la subzona hidrográfica del río Pamplonita. La oportunidad de realizar una inversión puntual en alguna de las fuentes abastecedoras, estará mediada por las opciones que existan de manera particular en el territorio de la microcuenca, frente a los propósitos de conservación y preservación de la misma, las garantías de sostenibilidad de la inversión y la maximización de los beneficios, de allí que en concordancia con el artículo 2.2.9.3.1.4 del Decreto 2099 de 2016, la inversión, se priorizarán las áreas de importancia ecológica para la oferta y mantenimiento del recurso hídrico.

En primera instancia, se busca la conservación de áreas estratégicas para la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas mediante la compra de predios, cuya destinación será la conservación de coberturas naturales como elementos relevantes dentro del ciclo hidrológico, razón por la cual deberán estar localizados en áreas priorizadas por los diferentes instrumentos de ordenación, y que por lo tanto, su destino es hacia la conservación, partiendo de las áreas incluidas dentro de la zona de influencia. Esta acción está incluida dentro de las acciones complementarias definidas por el Decreto 2099 de 2016 y que es referida como la adquisición de predios y/o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales, al igual que en áreas protegidas que hagan parte del sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. En el marco de esta acción cabe la proyección de acciones complementarias que aporten como incentivos a la conservación a través del apoyo a la generación de planes de manejo ambiental, así como realización de estudios de definición y establecimiento de áreas protegidas y de proyectos de conectividad del paisaje.

En este punto, vale la pena resaltar que en el municipio de Pamplona, se identifican seis(6) áreas de protección (Tabla 11-10), y cinco (5) con influencia en la subzona hidrográfica del río Pamplonita, siendo la más cercana al área de influencia del proyecto el área de Páramo de Romeral a 4 km y la Reserva Forestal Protectora Mejué a 3,4 km, además se identifican fragmentos de Bosque seco tropical a 1,9 km de distancia del área de influencia (Figura 11-

3), las cuales se constituyen como referentes para la aplicación de la presente línea de inversión, línea que se encuentra en armonía con el Plan de Manejo formulado, enfocado a la directriz de proteger y mantener la oferta del recurso hídrico por su importancia en la región como principal aportante de recarga de agua a las principales cuencas hidrográficas.

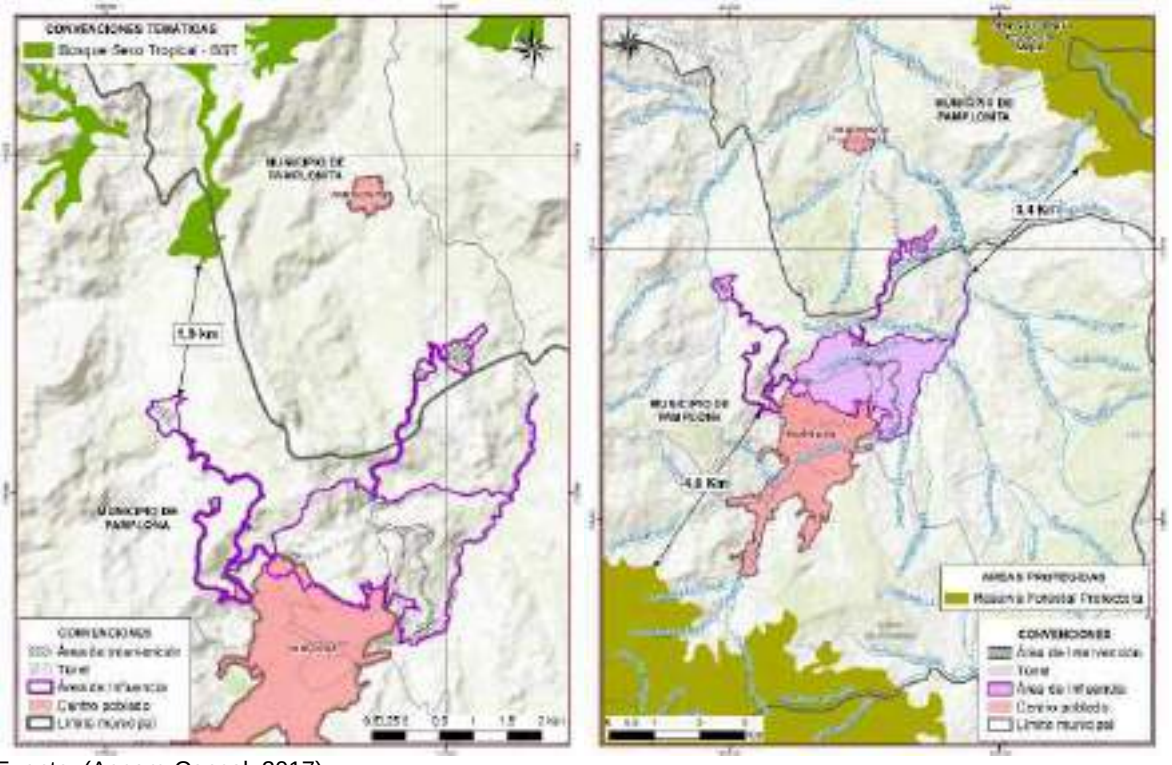
Dentro de las actividades contempladas en el Plan de Acción de CORPONOR entre el periodo 2016-2019, se proyectan 15.000 hectáreas adquiridas para la conservación de ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica, incluyendo dentro de ecosistemas estratégicos Páramos, Humedales y zonas secas, etc., según resolución 964 del 2007 de la misma entidad. El PLANEAR 2016-2035 plantea la "Declaración de los predios adquiridos y por adquirir en una categoría de área protegida para registrar en el RUNAP". Así mismo a nivel local el PDM de Pamplona proyecta como meta "850 has protegidas y/o conservadas de bosque natural", así como "Ampliar las zonas de reserva forestal del municipio de Pamplona en 187 Ha de las áreas existente". El EOT de Pamplonita presenta el objetivo "Adquisición y Protección Áreas de Reserva de Recurso Hídrico para aprovisionamiento de la Cabecera Municipal y los acueductos rurales". Esto sustenta la razón por la cual la alternativa de inversión del 1% a través de la compra, tendría total congruencia con los preceptos establecidos para la región.

Tabla 11.10 Zonas de protección en el municipio de Pamplona

Zona de protección	Subzona hidrográfica	Área (ha)	Distancia al AI (km)
Reserva Forestal Protectora Mejué	Río Pamplonita	10.704,00	3,4
Santurbán APP Paramo Romeral	Río Pamplonita	2.028,13	4
Santurbán Mutiscua Pamplona	Río Pamplonita	3.573,49	8,8
Tierra Negra	Río Pamplonita	2.725,06	2,3
Cuchilla Las Cruces y Peñas Blancas y Alto de Santa Lucia y El Narizón	Río Pamplonita y río Zulia	296,03	5,9
Santurbán Ampliación Sisavita	Río Zulia	0,68	11,8
Total		19.327,39	

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Figura 11.3 Áreas protegidas cercanas al área de influencia del proyecto



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

El segundo programa propuesto en este plan de inversión del 1%, corresponde al Apoyo para el desarrollo de estrategias de vigilancia y monitoreo de las cuencas hidrográficas pertenecientes al ámbito geográfico del proyecto, direccionado básicamente a la captura de información hidrológica y/o meteorológica de manera que permita su integración a los procesos de gestión integral de la misma. En este sentido se tiene presente que dentro de las metas fijadas para la región a través del PLANEAR 2016-2035 es implementar una red de monitoreo de caudales y/o calidad de agua en las subzonas hidrográficas Pamplonita y Zulia; lo cual converge con lo establecido el POMCA del río Pamplonita (Res. 0761 de 2014), al proyectar la implementación de estaciones de medición hidrométrica y climatológica en diferentes puntos de la cuenca. Así mismo el PBOT del municipio de Pamplona proyecta la Acción “Monitoreo, evaluación, control y seguimiento de la calidad del agua”, y el PDM del mismo municipio la “Formulación de proyectos para el conocimiento y reducción del riesgo en las microcuencas del municipio de Pamplona”.

Si bien, la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT, 2009), establece como uno de los fines del seguimiento y monitoreo, la de generar una línea base necesaria para consolidar proyecciones del recurso a mediano y largo plazo a través de la consolidación de una red nacional de monitoreo, en cumplimiento de nuevos ordenamientos del nivel nacional, el IDEAM adelanta el proceso de fortalecimiento de la Red de Alertas Tempranas de Origen Hidrometeorológico, como componente técnico de apoyo al Sistema de Gestión del Riesgo en Colombia (IDEAM, COMUNICACIONES, 17 de febrero de 2016). En este punto se resalta que el seguimiento y monitoreo hace parte de los cuatro grandes grupos

para la gestión del recurso hídrico en Colombia y dentro de este marco de referencia, se establece como línea de acción estratégica la de articular y optimizar las redes y los programas de monitoreo regional del recurso hídrico superficial y la de optimizar, complementar y mantener en operación permanente la red de monitoreo de agua de la cuenca del río Pamplonita y Zulia, razón por la cual la alternativa de monitoreo y vigilancia propuesto, se encuentra en armonía con los propósitos regionales citados anteriormente.

11.2.1.9.2 Localización tentativa de la inversión

El ámbito geográfico de referencia para el desarrollo de los programas y proyectos del plan de inversión del 1%, corresponde la subzona hidrográfica del río Pamplonita, Zona hidrográfica del rio Catatumbo, a la cual pertenecen los niveles sub siguientes de las quebradas: San Antonio y La Palma presentes en la Jurisdicción de los Municipios de Pamplona del departamento de Santander. En este caso se prevé dar prioridad a aquellas subcuencas que han sido identificadas como elementos de la estructura ecológica principal o áreas estratégicas para el abastecimiento de acueductos dentro del área de influencia de la Unidad funcional 1 del proyecto vial, en concordancia con los planteamientos establecidos desde el PLANEAR formulado por las autoridades ambientales que administran el recurso en el área de influencia del proyecto.

Según lo anterior, se proponen como áreas para la inversión del 1% aquellas que por su definición como determinante ambiental o a la zonificación desde el ordenamiento del territorio, pueden ser destinadas para la conservación, protección, restauración, en el caso de la actividad de compra de predios o las fuentes o sitios específicos que a partir de la orientación del IDEAM, se consideren pertinentes para la implementación de las actividades de vigilancia y monitoreo de la cuenca.

En el área de influencia de la Unidad Funcional 1 del proyecto, que cubre parte de los municipios de Pamplona y Pamplonita, se presentan áreas protegidas pertenecientes al SIRAP (Figura 11-4), y áreas priorizadas dentro de la zonificación del PBOT de dichos municipios según el POMCA del río Pamplonita (Figura 11.5), en relación con la subzona hidrográfica del río Pamplonita, a partir de la cual se puede verificar el cumplimiento del ámbito geográfico para la ejecución de la inversión de no menos del 1%. Sin embargo, de acuerdo con los términos del ordenamiento territorial establecido para los municipios que hacen parte del área de influencia del proyecto y que por ende están incluidos dentro del ámbito geográfico definido, también tienen destinadas áreas para la conservación, la preservación y la recuperación que podrán considerarse al momento de especificar el plan de inversión y los sitios en donde se ejecutarán las actividades.

En la Tabla 11.11 se observan las áreas establecidas como de manejo especial dentro de los instrumentos de gestión y figuras de protección por la autoridad ambiental regional, estas áreas alcanzan 427,01 ha, que pueden ser consideradas para implementación del plan de inversión del 1% y que están referidas al ámbito geográfico aplicable. Las áreas priorizadas para manejo especial dentro del SIRAP, como son Rondas de protección de drenajes, áreas de páramo de Pamplona, áreas de bosque protector y bosque protector-productor, dentro del área de influencia indirecta del proyecto, las cuales alcanzan 70,98 hectáreas, son potenciales a ser consideradas dentro de estrategias que busquen la

conexión de las franjas riparias, considerado como uno de los mecanismos más viables para lograr la conectividad del paisaje (MADS 2015). Así mismo las Áreas de conservación y protección ambiental según la zonificación presentada en el PBOT de los municipios mencionados (182,48 ha) y las de protección y restauración según el POMCA (173,55 ha) pueden ser consideradas como áreas potenciales para implementar el plan de inversión del 1%. Finalmente, el área de mayor potencial para la implementación del presente plan, dada por el traslape de las áreas de manejo especial de los instrumentos de ordenación revisados (conservación, protección y restauración) y el Áreas de influencia indirecta del proyecto, alcanza 427,01 ha en total (Figura 11.4 y Figura 11.5)

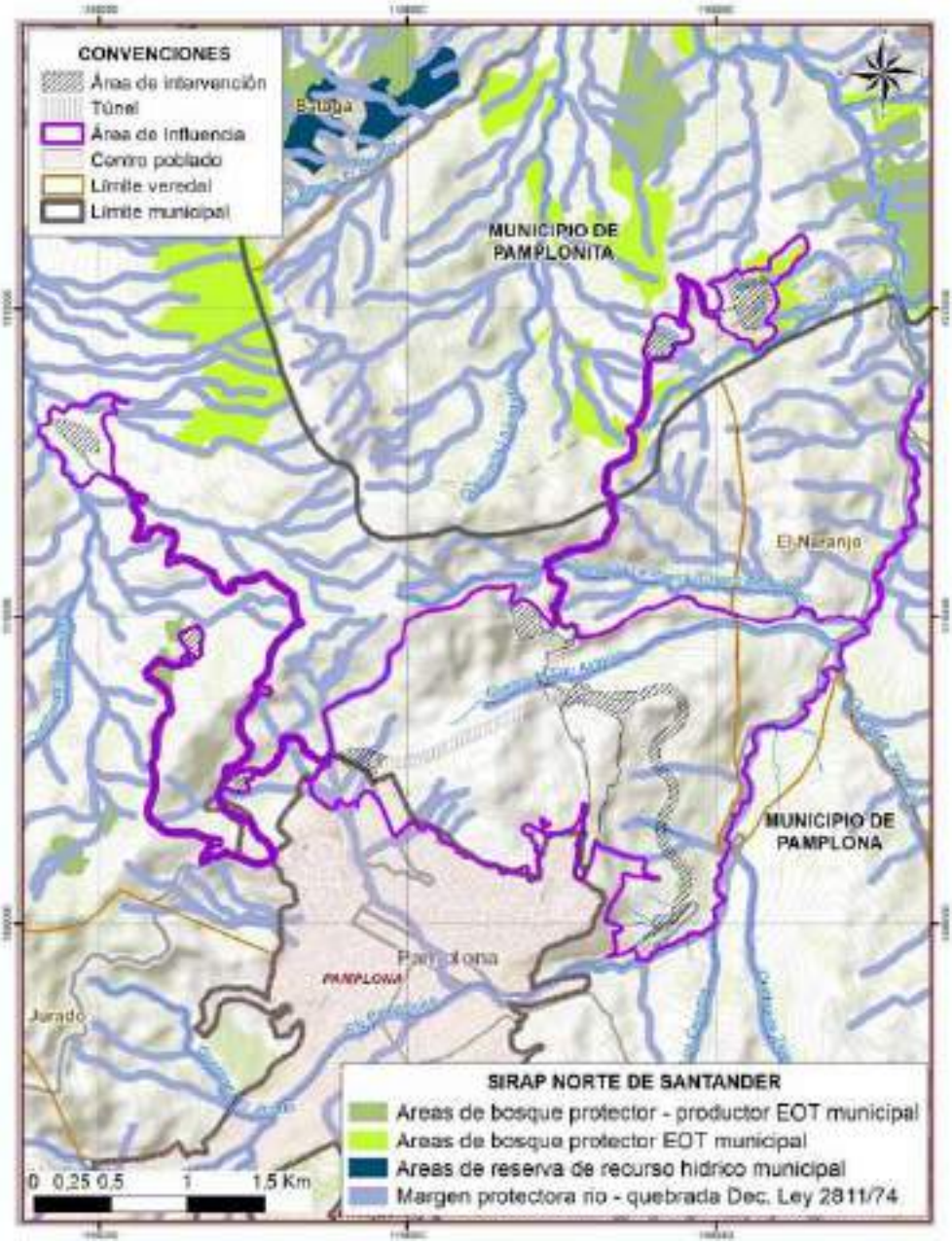
Tabla 11.11 Áreas opcionales para la implementación de la inversión del 1%

Instrumento de gestión	Unidad territorial	Áreas de manejo especial	Áreas (ha)
SIRAP AI	Pamplona	Áreas de bosque protector - productor Pamplona	1,93
	Pamplonita	Áreas de bosque protector Pamplonita	4,51
	Pamplona	Áreas de paramo de Pamplona	62,55
	Orden Departamental	Margen protectora rio - quebrada Pamplona (Dec. Ley 2811/74)	1,99
Total SIRAP AII			70,98
Zonificación PBOT AI	Pamplona	Áreas de conservación y protección ambiental	177,55
	Pamplonita	Áreas de conservación y protección ambiental	4,93
Total Zonificación PBOT AII			182,48
Zonificación POMCA Pamplonita AI	Cuenca hidrográfica río Pamplonita	Áreas de conservación y protección ambiental/Áreas de protección	67,11
		Uso múltiple/Áreas de Restauración	106,44
Total Zonificación POMCA Pamplonita AII			173,55
Total			427,01

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

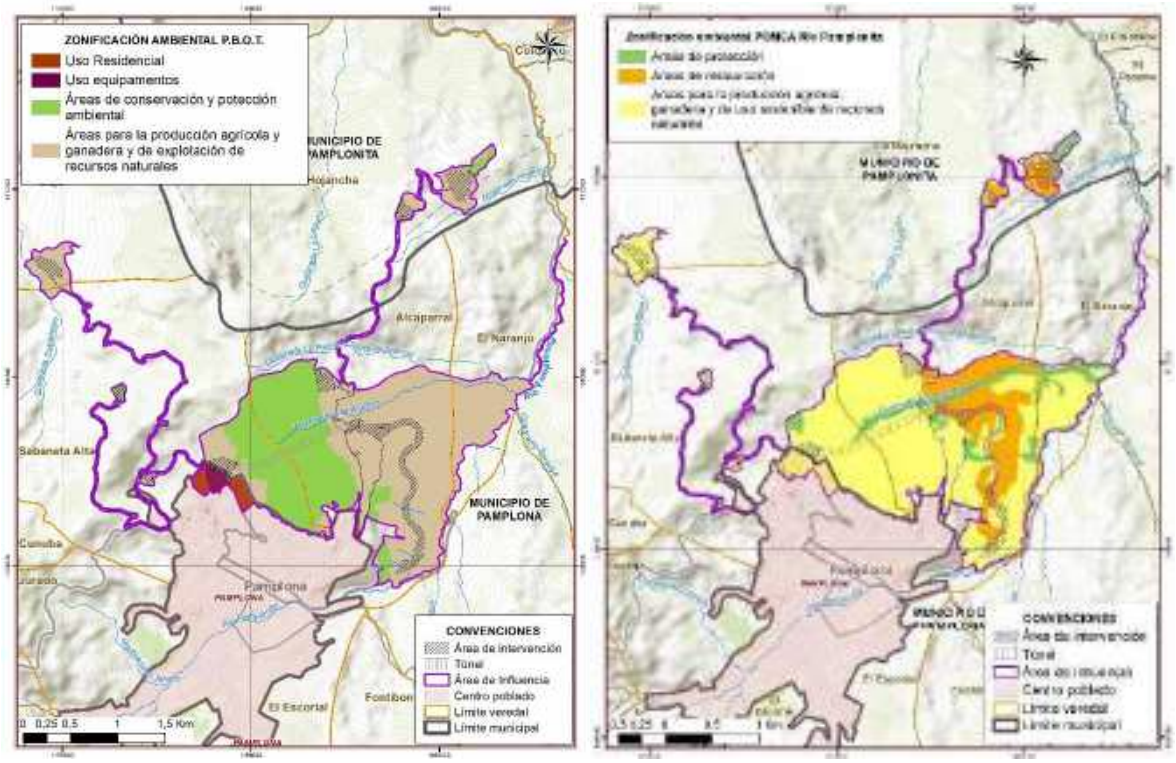
Todo lo anterior determina que en la formulación del plan definitivo de inversión del 1% y en particular para el planteamiento detallado de cada uno de los proyectos y las áreas específicas de intervención, requiera de un plazo pertinente en el que sea factible concretar y definir las líneas de inversión con la participación de las autoridades y los actores involucrados.

Figura 11.4 Áreas de protección según SIRAP



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Figura 11.5 Zonificación ambiental del PBOT y POMCA del río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

11.2.1.10 Destinación de la inversión del 1%

Teniendo en cuenta los programas desarrollados en los instrumentos de gestión del recurso hídrico que involucran el territorio de la cuenca del río Pamplonita, que se pueden desarrollar dentro del ámbito geográfico del proyecto y que son de factible integración con otras líneas estrategias incluidas en los instrumentos de gestión local, a continuación se desarrollan de manera genérica las líneas de inversión de no menos del 1% para el proyecto vial Concesión unión vial río Pamplonita:

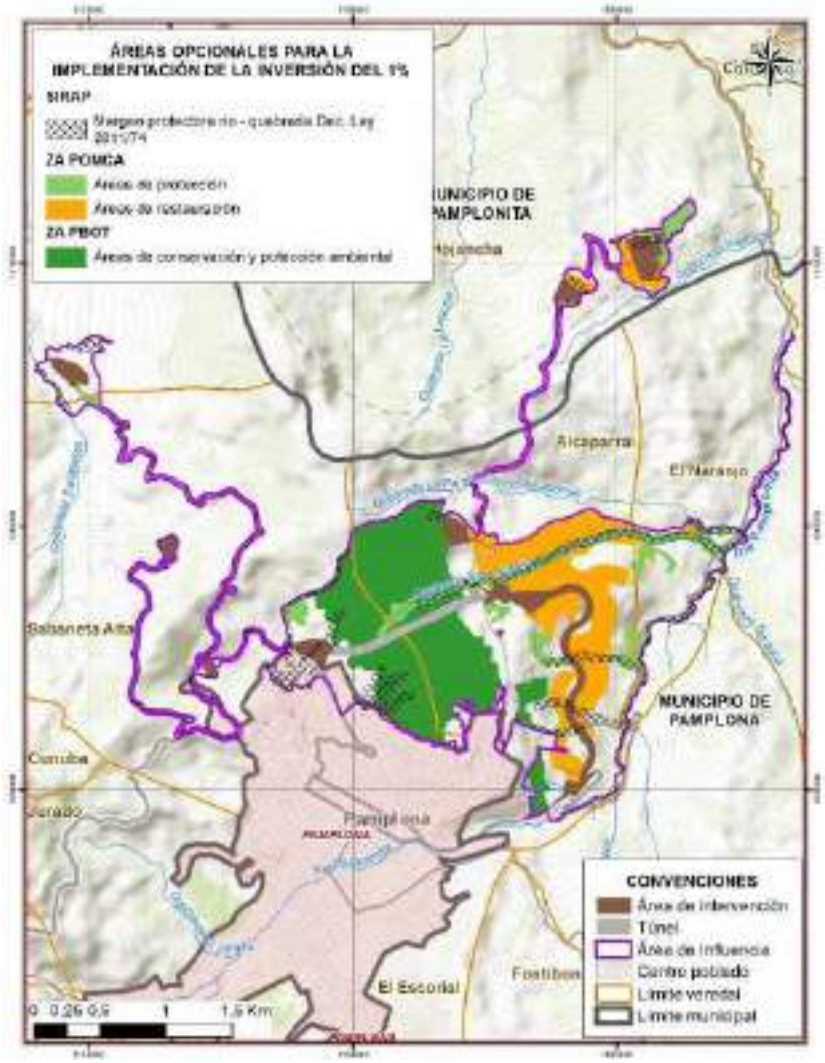
Programa 1: Conservación de áreas estratégicas:

La adquisición de predios para la conservación de áreas estratégicas es un instrumento a través del cual, se asegura una porción de tierra a través de mecanismos jurídicos, para la conservación del suelo y sus coberturas naturales. Si bien esta inversión puede estar enfocada a la adquisición de terrenos en zonas de ronda y áreas aledañas a ríos, quebradas y nacimientos de agua para facilitar el mantenimiento y conservación de la fuente hídrica y su entorno, la condición predial desde el punto de vista jurídico de la propiedad y la localización de toda la unidad predial frente a las áreas de conservación, generan condiciones de complejidad a estos procesos de adquisición.

Es por ello por lo que, para la implementación de esta actividad, es recomendable que esté asociada a un proceso de saneamiento de áreas protegidas, en el cual los procesos

(jurídicos y técnicos) ya están estandarizados y tienen identificados territorios completos con propósitos debidamente soportados al incluir concepto de ecología del paisaje, conectividad, tamaño, fragmentación, etc., los cuales son determinantes en la conservación de los recursos presentes en una cuenca.

Figura 11.6 Áreas de manejo especial potenciales para la inversión 1%



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

El procedimiento general para el logro de este propósito consiste en la selección de áreas de interés para la conservación del recurso hídrico en las cuencas hídricas abastecedoras, la identificación de terrenos con posible oferta en las áreas seleccionadas; la identificación y ubicación de propietarios, la recopilación de información de los predios y la evaluación de su situación jurídica (estado de tenencia). Ya cumplido este proceso entraría el desarrollo de los avalúos correspondientes y finalmente el proceso de compraventa y aseguramiento jurídico. Adicionalmente, se considera necesario hacer el respectivo amojonamiento del predio y su señalización para su posterior entrega a la autoridad competente.

Existen algunos mecanismos e información que sirve como punto de partida para la conformación de bancos de tierra en oferta para la adquisición de predios con propósitos de conservación, generalmente gestionadas por los entes territoriales (gobernación y municipios), en cumplimiento de los postulados del Decreto 0953 de 2013, por medio del cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, cuyo artículo 4 establece que: "para efectos de la adquisición de predios por parte de las entidades territoriales, estas deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, acuíferos y en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico". De esta forma, los bancos de tierras constituyen una primera opción para identificar aquellas áreas en donde es factible su adquisición y que en lo posible ya cuentan con una oferta.

De igual forma, los resultados del método de correlación de las opciones de inversión del 1% con las apuestas regionales en materia de compra de predios para la conservación, obtenidos a través de la matriz (7), señala que para CORPONOR existen metas precisas relacionadas con la compra de predios, que en conjunto suman 15.000 hectáreas a adquirir en el cuatrienio establecido por sus respectivos Planes de Acción, y a nivel local 187 ha según PDM del municipio de Pamplona y 7 áreas protegidas y 1 área adquirida según PDM del municipio de Pamplonita.

Sobre el particular, se aclara que se debe realizar la gestión por parte de la Concesión unión vial río Pamplonita directamente con CORPONOR, con el fin de evidenciar la posibilidad de articular la inversión del 1% para la adquisición de nuevos predios. Una vez identificados y concertados los predios con opción de compra el Concesionario deberá relacionar la siguiente información:

- Planos a escala 1:10.000 o más detallada, según sea el caso, con la siguiente información:
  - Delimitación de los predios.
  - Zonificación de las coberturas y usos del suelo de los predios adquiridos.
  - Identificación de cobertura vegetal y tipo(s) de ecosistema(s) presente(s).
- Descripción de las inversiones realizadas para la gestión y compra de los predios.
- Acta de entrega y/o acuerdo de compromiso del municipio y/o la autoridad ambiental regional garantizando la no enajenación ni invasión de los predios por terceros y la destinación de los mismos sólo y exclusivamente para recuperación, preservación y conservación de la cuenca.

Dentro del proceso, el Concesionario realizará la evaluación y caracterización de los predios que se estime conveniente para el cumplimiento del objeto del proyecto, previa concertación con la Corporación Autónoma Regional de la jurisdicción asociada; una vez la Licencia Ambiental sea evaluada y aprobada, se coordinará con la entidad correspondiente, los lugares idóneos a ser adquiridos para la protección de las fuentes abastecedoras de agua o para el saneamiento de áreas protegidas.

El cierre de la acción de inversión se dará con la entrega y recibo del predio por parte de la entidad competente, para efectos de su administración y competencias establecidas en el marco jurídico nacional.

Es importante resaltar que según lo establecido en el Decreto 2099 de 2016, los predios adquiridos como estrategia para la conservación de áreas estratégicas dentro dl Plan de inversión del 1%, podrían ser usados como áreas potenciales para la implementación de acciones de compensación; no obstante, si bien se puede acudir la adicionalidad de estrategias en estas áreas, se aclara que se debe cumplir con los objetivos y metas planteadas en cada uno de los planes por aparte.

Programa 2: Monitoreo hidrológico y/o climatológico de la cuenca del río Pamplonita

El objetivo principal de este programa es el de contribuir a la gestión integral del recurso hídrico de la cuenca del río Pamplonita, mediante el fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico / meteorológico existente y su complementación, de manera que contribuya a la generación de información de variables climatológicas y/o hidrológicas, y a la gestión de riesgos asociados a la condición hidrometeorológica de la cuenca.

Para la implementación de esta estrategia, durante el proceso de gestión y formulación del presente plan se debe contar con la participación del IDEAM, quien es la Entidad con la autoridad y competencia, para orientar el proceso mediante el cual se logre el propósito de fortalecer la red de monitoreo existente en la cuenca, a la vez que al ser el responsable del monitoreo, determine las reales alternativas para el desarrollo de esta línea de inversión, para lo cual se debe poner de manifiesto el interés expresado mediante oficio por el Concesionario. En desarrollo de este proceso se estaría dando cumplimiento a lo establecido en el Decreto 2099 de 2016 (literal c, parágrafo 1 del artículo 2.2.9.3.1.9), en el cual se reafirman el mecanismo de participación del IDEAM en este tipo de medidas, a través de la cual se destinan los recursos de inversión enmarcado dentro de las acciones de vigilancia del recurso hídrico.

El proyecto asociado a este programa se describe de manera preliminar a continuación, pero estará sujeto a la firma de un convenio o documento equivalente entre el concesionario y el IDEAM, donde se establezcan en detalle los propósitos y los alcances del proyecto, el tipo de tecnología a implementar, los mecanismos para garantizar el financiamiento de la operación y el cierre del proceso de inversión.

- **Proyecto: Fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico**

De acuerdo al Otrosí 3 del convenio 04-12 IDEAM-FONDO DE ADAPTACIÓN (2015), el monitoreo de las variables hidrometeorológicas y en particular el seguimiento detallado de la precipitación requiere de la integración de diferentes tecnologías incluyendo redes de pluviómetros, información satelital y de información de radares meteorológicos, las cuales lejos de ser excluyentes entre sí, son complementarias.

Las redes meteorológicas e hidrológicas son conjuntos de estaciones que registran variables en el tiempo y que operan como un sistema interconectado. Estas redes hacen

parte de la red de observación, medición y vigilancia del ambiente, con la cual se obtiene información sobre su estado y su interacción con las actividades humanas. La información que generan es de utilidad para comprender y predecir los fenómenos climáticos y los eventos hidrológicos y meteorológicos extremos que pueden generar emergencias y desastres (IDEAM, 2007).

Por su parte, en la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH, 2010), se identifica que el monitoreo hidrológico es fundamental para el conocimiento del recurso hídrico y para soportar las decisiones para su administración y manejo; en este sentido las entidades nacionales ejecutan acciones para mejorar el monitoreo que realiza el IDEAM y apoyar el monitoreo de las autoridades ambientales regionales. De esta forma, las líneas de acción estratégica de la Política relacionadas con el monitoreo del recurso hídrico se orientan a:

i) Optimizar, complementar y mantener en operación la red de monitoreo de calidad y cantidad del agua a nivel nacional, así como la Red de Monitoreo de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras de Colombia, REDCAM,

ii) Articular y optimizar las redes y los programas de monitoreo regional del recurso hídrico superficial, subterráneo y marino costero, e

iii) Incrementar o mejorar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de los vertimientos.

De manera particular y de acuerdo al Estudio Nacional del Agua -ENA, 2014, los resultados de la evaluación integrada del agua en la zona hidrográfica del Catatumbo, estableció que las subzonas del río Pamplonita entre otras se incluyen en el 44% de su área en condiciones altas o muy altas en la evaluación integrada, lo cual repercute en una vulnerabilidad al desabastecimiento media y alta, por tanto, existe la necesidad de contribuir a través del monitoreo del recurso a la gestión del agua en esta zona hidrográfica.

Desde el ámbito regional, los Plan de Gestión Ambiental Regional PLANEAR 2016-2035, establecidos por CORPONOR, tiene previsto acciones que se asocian directamente con el monitoreo hidrológico, como son la implementación de una red de monitoreo de caudales y/o calidad de agua en las subzonas hidrográficas Pamplonita y Zulia. De igual forma se planea desde el POMCA el proyecto 23 para el establecimiento de estaciones de medición hidrométrica y climatológica, dentro del programa Infraestructura y recurso humano científico para la investigación.

Según lo anterior y las metas a través de las cuales se detallan los alcances de cada una de las apuestas regionales para la gestión hídrica, en el territorio en la cual se desarrolla el proyecto Concesión unión vial río Pamplonita, se tendría plena armonía entre el cumplimiento de las opciones de inversión establecidas en el marco normativo de la inversión de no menos del 1% y las apuestas regionales establecidas con tal fin. De este mismo modo, se estaría contribuyendo al cumplimento de la Política de Gestión del Recurso, junto con otras iniciativas nacionales asociadas a la gestión de la información del riesgo.

Para el desarrollo de esta propuesta, se contará con la orientación del IDEAM, institución a la cual se debe remitir una carta de intención por parte del Concesionario en donde se manifiesta la voluntad de invertir una proporción de los recursos de inversión en los temas aquí señalados.

Se establece a continuación una serie de actividades genéricas con las cuales se buscará el desarrollo de esta línea de inversión:

- Formalización de la intensión de inversión del 1% en temas de monitoreo hidrológico con el IDEAM
- Diagnóstico del estado de la red de monitoreo Hidrometeorológico para la cuenca priorizada
- Identificación de necesidades de información hidrometeorológica en la cuenca
- Propuesta de ajuste e integración a la red de monitoreo
- Socialización de la propuesta
- Definición del mecanismo para la gestión de la información
- Propuesta de mantenimiento y aseguramiento de responsabilidades.
- Instalación y puesta en funcionamiento de los instrumentos de monitoreo
- Entrega de las obras y equipos
- Seguimiento
- Cierre de la medida

En consideración a que el monitoreo del recurso implica una articulación a un sistema de información, para el cual debe existir un administrador, sea este la corporación en su jurisdicción correspondiente o el IDEAM, su vinculación estrecha al proyecto es en absoluto necesaria, pues en ellos reside parcialmente el aseguramiento en la operación del sistema. Dentro de este esquema debe mantenerse presente que el IDEAM suministrará la información relacionada con la ubicación de los equipos y los costos asociados a la instalación.

11.2.1.11 Costos

Los proyectos y acciones a través de los cuales se ejecutará la inversión de no menos del 1% del valor del proyecto ($ 2.136.451.330), en cumplimiento de la reglamentación establecida, es propuesta en la Tabla 11.12, donde se indica, además, la distribución de los recursos destinado para cada uno de ellos.

Como el proceso metodológico aplicado y los programas y proyectos seleccionados en este Plan, constituyen una alternativa de apoyo para el logro de algunos propósitos de gestión señalados en los distintos instrumentos de planeación y de gestión de primer orden, que fueron establecidos para el ámbito geográfico de referencia, se debe tener presente que a medida que se vayan ejecutando las obras del proyecto vial, los montos de inversión del 1% podrán ir variando, por lo que se requerirán algunos ajustes durante su desarrollo, que a su vez resultarán determinantes en la definición de metas y alcances de los proyectos.

Es importante anotar que estos proyectos se podrán ejecutar de manera simultánea o individual dependiendo del monto disponible y de las oportunidades de ejecutar la inversión, de manera que las metas serán ajustadas al presupuesto disponible para cada proyecto, dentro de la vigencia en las cuales debe presentarse el informe de revisoría fiscal ante la autoridad.

Tabla 11.12 Estimación presupuestal para la ejecución de la Inversión del 1%

PROYECTO	ACTIVIDAD	DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN	
		PORCENTAJE	VALOR
Compra de predios para la conservación de áreas estratégicas	1. Compilación de información relacionada plan de compra de predios por parte de los municipios y gobernación	0,4	$ 8.545.805
	2. Gestión institucional para la preselección de las áreas de intervención	2,6	$ 55.547.735
	3. Recopilación y análisis de documentos/estudio de títulos	2	$ 42.729.027
	4. Avalúo comercial de predios priorizados	5	$ 106.822.567
	5. Socialización y sensibilización	6	$ 128.187.080
	6. Caracterización de los predios objetivo y priorización	9	$ 192.280.620
	7. Adquisición de predios	40	$ 854.580.532
	8. Amojonamiento y señalización	5	$ 106.822.567
	9. Seguimiento	10	$ 213.645.133
	Subtotal	**80**	**$ 1.709.161.064**
Fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico	1. Diagnóstico de la operatividad y necesidades puntuales de monitoreo dentro de la cuenca	1,5	$ 32.046.770
	2. Definición de alcances y metas	0,5	$ 10.682.257
	3. Evaluación de sitios y logística de operación	4	$ 85.458.053
	4. Firma de acuerdos para la operatividad	2	$ 42.729.027
	5. Implementación de la(s) unidad(es)/estaciones de monitoreo	9	$ 192.280.620
	6. Seguimiento y monitoreo	3	$ 64.093.540
	Subtotal	**20**	**$ 427.290.266**
TOTAL		**100**	**$ 2.136.451.330**

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

11.2.1.12 Cronograma de ejecución

Luego de la aplicación de la metodología propuesta a través de la matriz de correlación, a partir del cual se seleccionaron los dos proyectos factibles para la ejecución de la inversión

del 1%, se plantea a continuación un plazo estimado para el desarrollo de las obras y actividades inherentes a los alcances establecidos para cada uno de ellos.

El cronograma considera la formulación del plan definitivo de inversión del 1%, en el que se detallarán de manera específica los procedimientos, medios y metas a alcanzar por cada uno de los proyectos y según el caso, incluirá la información predial y técnica pertinente para cada uno de los casos.

De otra parte y teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 2.2.9.3.1.8 del Decreto 2099 del 2016, "*el titular de la licencia ambiental, a los seis (6) meses de finalizadas las actividades de construcción y montaje del proyecto, deberá presentar las acciones específicas de destinación de los recursos en el marco de las líneas generales y ámbito geográfico de la propuesta de plan de inversión forzosa de no menos del 1 % aprobadas en el acto administrativo que otorgó la licencia ambiental…",* esta propuesta se ajustará en los plazos y términos previstos y siempre y cuando se haya realizado la captación del recurso hídrico de la fuente natural.

En la Tabla 11.13 se presenta el cronograma general para el desarrollo de cada una de las actividades necesarias para la adecuada ejecución de los programas y proyectos previstos para la inversión del 1%, por concepto de uso del recurso hídrico. Para estas actividades se sugiere un tiempo estimado de ejecución, involucrando las estrategias de mantenimiento, seguimiento y monitoreo (según aplique), el cual inicia con la definición de los predios con opción de compra para ser destinados a la conservación, continua con la implementación de la estrategia de monitoreo hidrológico o climatológico y finaliza con la entrega de los predios adquiridos para la conservación a la autoridad competente y de los mecanismos e instrumentos a través de los cuales se implementó la estrategia de vigilancia de la cuenca al IDEAM.

El cierre del plan de inversión del 1%, se dará con la entrega del informe final de ejecución de los recursos al MADS y a la Autoridad Ambiental Regional conforme a su jurisdicción.

11.2.1.13 Indicadores de seguimiento y monitoreo

Para el seguimiento y monitoreo de las acciones desarrolladas en cumplimiento del plan de inversión del 1%, se plantean en términos generales los siguientes indicadores, los cuales deberán establecerse de forma específica una vez se determinen las acciones a desarrollar dentro de cada uno de los proyectos según las particularidades de las propuestas:

- (Recursos de inversión del 1% ejecutada por el proyecto / Inversión del 1% a ejecutar por el proyecto) x 100

- No. de hectáreas adquiridas para la protección y conservación de microcuencas en el ámbito geográfico del proyecto vía inversión del 1%

- No. de estaciones de monitoreo hídrico y/o meteorológico en operación y con procesos de monitoreo dentro de la cuenca del río Pamplonita.

La toma de variables para la valoración de indicadores será realizada regularmente cada seis meses, buscando aportar la información necesaria tanto para los procesos de cumplimiento ambiental, como para integrar resultados a los procesos de información y divulgación comunitaria planteados.

Tabla 11.13 Cronograma de ejecución del Plan de Inversión del 1%

PROYECTO	ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)												(AÑOS)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5
Formulación del plan específico	Formular y presentar las acciones específicas de destinación de los recursos en el marco de las líneas generales																
Compra de predios para la conservación de áreas estratégicas	1. Compilación de información relacionada con planes de compra de predios para conservación																
	2. Gestión institucional para la preselección de las áreas factibles de compra																
	3. Recopilación y análisis de documentos/estudio jurídico																
	4. Avalúo comercial de predios priorizados																
	5. Socialización y sensibilización																
	6. Caracterización de los predios objetivo y priorización																
	7. Adquisición de predios / Escrituración																
	8. Amojonamiento y señalización																
	9. Entrega formal a autoridad ambiental competente																
	10. Seguimiento																
Fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico	1. Formulación de preacuerdo con el IDEAM																
	2. Diagnóstico de la operatividad y necesidades de monitoreo																
	3. Definición de alcances y metas																
	4. Evaluación de sitios y logística de operación																
	5. Firma de acuerdos para la instalación y operatividad																
	6. Implementación de la(s) unidad(es)/estaciones de monitoreo																
	7. Seguimiento y monitoreo																

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Bibliografía

CORANTIOQUIA 2009. Elementos ecológicos, silviculturales, sociales y ecológicos para el desarrollo de plantaciones de enriquecimiento en bosques secundarios en el norte y nordeste de Antioquia. Guía técnica. Proyecto Ordenación Forestal Sostenible para la zona productora de los bosques del norte y nordeste de Antioquia. Medellín.

GREUNAL 2012. Guías técnicas de Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia. Convenio de Asociación No. 22 entre Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN). Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. 162 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM (2014). Estudio Nacional del Agua (2014). Bogotá, D. C., 2015. 496 p.
MADS, 2014. Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. POMCAS. 104p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (22 de diciembre de 2016). Por el cual se modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto número 1076 de 2015, en lo relacionado con la "Inversión Forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales" y se toman otras determinaciones (Decreto 2099 de 2016). Diario Oficial de Colombia 50.095 de 22 de diciembre de 2016.

MADS 2015. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C., Colombia. 92 p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2010). Política Nacional de Gestión del Recurso Hídrico –PNGRH. Bogotá D.C.

PDM de Pamplona 2016 – 2019. Plan de Desarrollo Municipio de Pamplona. “El cambio en nuestras manos”. Pamplona, Norte de Santander. Mayo de 2016.

Plan de Acción de vigencia 2016 – 2019. CORPONOR. Hacia un norte ambientalmente sostenible. Todos por el agua. San José de Cúcuta, 2016.

PLANEAR 2016-2035. CORPONOR. Plan Estratégico Ambiental Regional. “Unidos Construiremos el Futuro Ambiental del Norte de Santander”. Departamento Norte de Santander. San José de Cúcuta, Diciembre de 2016.

POMCA río Pamplonita. Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río Pamplonita. CORPONOR. Departamento Norte de Santander. San José de Cúcuta, 2014.

POT de Pamplona. Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Pamplona. Alcaldía de Pamplona. Modificación Excepcional. Documento de Seguimiento y Evaluación. Pamplona, Norte de Santander. Diciembre de 2015.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

sacyr INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Unión Vial Río Pamplonita
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

11 PLANES Y PROGRAMAS 1
11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS 1
11.2.2 Plan de Compensación del Componente Biótico 1
11.2.2.1 Introducción 1
11.2.2.2 Objetivos y alcance 2
11.2.2.3 Descripción general del proyecto y sus impactos sobre la biodiversidad 4
11.2.2.4 ¿Qué compensar? 9
11.2.2.5 ¿Cuánto compensar? 34
11.2.2.6 Análisis del potencial de compensación en el ámbito geográfico 41
11.2.2.7 ¿Dónde compensar? 70
11.2.2.8 ¿Cómo compensar? 92
11.2.2.9 Plan operativo y de inversión 130
11.2.2.10 Indicadores gestión de impacto 139
11.2.2.11 Programa de monitoreo y seguimiento 143
11.2.2.12 Cronograma de implementación 144
11.2.2.13 Propuesta de manejo a largo plazo 144
11.2.3 Bibliografía 148

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 11.1 Unidades Territoriales mayores y menores del área de influencia..... 5
Tabla 11.2 Actividades a desarrollar en el proyecto – UF 1 6
Tabla 11.3 Impactos sobre el componente biótico valorados con importancia severa..... 8
Tabla 11.4 Biomas _ Unidades Bióticas presentes en el área de influencia del proyecto... 9
Tabla 11.5 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto..... 11
Tabla 11.6 Ecosistemas naturales presentes en el área de influencia del proyecto 15
Tabla 11.7 Ecosistemas identificados en el área de intervención del proyecto 17
Tabla 11.8 Ecosistemas naturales y seminaturales presentes en el área de intervención del proyecto..... 18
Tabla 11.9 Principales características de los parches afectados 20
Tabla 11.10 Ecosistemas transformados presentes en el área de intervención del proyecto 21
Tabla 11.11 Composición faunística para los ecosistemas equivalentes 32
Tabla 11.12 Factores de compensación para las unidades Bioma Unidad Biótica identificadas en el área de intervención 35
Tabla 11.13 Área máxima a compensar para los ecosistemas naturales afectados..... 36
Tabla 11.14 Área máxima a compensar para los ecosistemas transformados afectados. 38
Tabla 11.15 área máxima a compensar para los ecosistemas naturales y transformados afectados..... 40
Tabla 11.16 Elementos del Sistema Nacional de áreas protegidas..... 50
Tabla 11.17 Áreas protegidas existentes en la subzona hidrográfica del proyecto..... 50
Tabla 11.18 Reservas Naturales Forestales Temporales presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 53
Tabla 11.19 Prioridades de conservación nacional presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita..... 55
Tabla 11.20 Categorías de Ordenación de la propuesta de zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita..... 58
Tabla 11.21 Zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita en el AI 60
Tabla 11.22 Zonificación POMCA río Pamplonita vs ecosistemas presentes en el AI del proyecto..... 60
Tabla 11.23 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 63
Tabla 11.24 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en el AI del proyecto..... 66
Tabla 11.25 Biomas presentes en los predios priorizados en los municipios de Pamplona y Pamplonita..... 68
Tabla 11.26 Criterios de selección para las áreas preliminares 70

Tabla 11.27 Ecosistemas potenciales para el desarrollo de las compensaciones presentes en los predios preseleccionados 73
Tabla 11.28 Zonificación del POMCA del río Pamplonita para los predios preseleccionados 76
Tabla 11.29 Especies de fauna registradas en los predios preseleccionados para realizar la compensación 79
Tabla 11.30 Localización de las parcelas realizadas para la caracterización de los predios seleccionados. 81
Tabla 11.31 Composición Florística en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 83
Tabla 11.32 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 83
Tabla 11.33 Índices de diversidad en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 84
Tabla 11.34 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 85
Tabla 11.35 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 86
Tabla 11.36 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 87
Tabla 11.37 Parámetros de regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 88
Tabla 11.38 Composición florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 89
Tabla 11.39 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 90
Tabla 11.40 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Azonal Altoandino Cordillera Oriental 91
Tabla 11.41 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental 91
Tabla 11.42 Composición florística del ecosistema de herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental 92
Tabla 11.43 Matriz de correlación regional 96
Tabla 11.44Matriz de correlación local 99
Tabla 11.45 programas, proyectos y acciones planteadas para la ejecución del plan de compensación 104
Tabla 11.46 Elementos tensionantes identificados para el área de influencia del proyecto 112
Tabla 11.47 Tipo de especies utilizadas en los arreglos 114
Tabla 11.48 Marco jurídico de referencia para la construcción de acuerdos de conservación-producción 125
Tabla 11.49 Actividades para la implementación de los acuerdos de conservación-Producción 126
Tabla 11.50 Costo total de la implementación de las compensaciones 131
Tabla 11.51 Análisis de viabilidad política de las acciones de compensación 132
Tabla 11.52 Análisis de riesgos para las acciones de compensación 135
Tabla 11.53 indicadores de monitoreo a corto plazo 139

Tabla 11.54 Indicadores empleados en el monitoreo y seguimiento a largo plazo de las actividades planteadas 140
Tabla 11.55 Estándares y mecanismos de desempeño para la implementación..... 145
Tabla 11.56 Elementos a considerar para lograr una compensación efectiva..... 146

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 11.1 Biomas-Unidades Bióticas presentes en el AI del proyecto 10
Figura 11.2 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto 13
Figura 11.3 Leyenda ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto 14
Figura 11.4 Ecosistemas naturales presentes en el AI del proyecto 16
Figura 11.5 Biomas unidades Bióticas presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 43
Figura 11.6 Distribución de los Biomas_Unidades Bióticas presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 44
Figura 11.7 Áreas consideradas en el Plan Nacional de Restauración presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 46
Figura 11.8 Áreas consideradas en el Plan Nacional de Restauración presentes en el área de influencia del proyecto 47
Figura 11.9 Áreas pertenecientes al registro único de ecosistemas y áreas ambientales presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 49
Figura 11.10 Ubicación Parques Nacional Naturales Tama con respecto a la subzona hidrográfica del río Pamplonita 51
Figura 11.11 Ubicación de la Reserva Forestal del Cocuy 52
Figura 11.12 Localización de las Reservas Naturales Forestales Temporales presentes en la subzona hidrográfica del AI del proyecto 54
Figura 11.13 Localización de las prioridades de conservación identificadas en la subzona hidrográfica del proyecto 56
Figura 11.14 Zonificación cuenca del río Pamplonita 59
Figura 11.15 Distribución de la zonificación definida en el POMCA del río Pamplonita para el área de influencia y el área de intervención de la UF 1 62
Figura 11.16 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en la subzona hidrográfica del río Pamplonita 65
Figura 11.17 Zonificación de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de Pamplona y Pamplonita en el AI del proyecto 67
Figura 11.18 Predios priorizados por Corponor localizados en los municipios de Pamplona y Pamplonita 69
Figura 11.19 Ubicación de predios preseleccionados para la ejecución de las compensaciones y zonificación según el POMCA del río Pamplonita 77
Figura 11.20 Acciones, modos, mecanismos y formas para compensar 93
Figura 11.21 localización de las áreas sobre las cuales se pueden desarrollar las diferentes acciones planteadas en el Plan de Compensación 103
Figura 11.22 Esquema de implementación de la acción de aislamiento 107
Figura 11.23 Esquemas de las áreas susceptibles a enriquecimiento en la ronda de la quebrada San Antonio 111
Figura 11.24 Patrón espacial núcleos de diversidad 114

Figura 11.25 Detalle del arreglo nuclear 115
Figura 11.26 Esquema de implementación de los núcleos de corte de la especie *P. arachnoideum.* 120
Figura 11.27 Diseños de perchas a implementar en la restauración de ecosistemas de arbustales y herbazales 121
Figura 11.28 Cercas vivas finca demostrativa zona de Boyacá 124

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 11.1 Panorámica del Arbustal Denso Alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158729,8154; Norte: 1309680,0539 23
Fotografía 11.2 Panorámica del Arbustal Denso Bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158638,581; Norte: 1309243,702 24
Fotografía 11.3 Panorámica del Bosque de Galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158376,4639; Norte: 1309382,0633 26
Fotografía 11.4 Panorámica del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158057,7118; Norte: 1309580,1669..... 27
Fotografía 11.5 Panorámica del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161112,4854; Norte: 1313499,5864 28
Fotografía 11.6 Panorámica del Bosque de Galería y/o Ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161254,1032; Norte:1313343,0213 30
Fotografía 11.7 Bosque de galería quebrada San Antonio, municipio de Pamplona, Coordenadas: Este 1159075,121, Norte 13096333,048 85
Fotografía 11.8 Bosque de galería quebrada San Antonio, municipio de Pamplona, Coordenadas: Este 1159470,909, Norte 1309756,478 85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 11 A Modelo entrevista semiestrurada ecosistema de referencia..... 151
Anexo 11 B Rasgos ecológicos de las especies con potencial para ser usadas en el plan 152
Anexo 11 CBase de datos parcelas..... 153
Anexo 11 D Plan de Inversión..... 154
Anexo 11 E Contrato -002-17 parte especial 155
Anexo 11 F Cronograma..... 156

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

11.2.2 Plan de Compensación del Componente Biótico

En este documento se presenta el Plan de Compensación del Componente Biótico con las especificaciones requeridas en la Resolución 0256 de 2018 “Por la cual se adopta la actualización del Componente Biótico y se toman otras determinaciones”.

11.2.2.1 Introducción

Las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental para asegurar que los impactos residuales ocasionados por la construcción y operación de proyectos sobre los ecosistemas naturales, la vegetación secundaria y sus servicios ecosistémicos asociados, puedan ser resarcidos mediante la implementación de acciones de restauración o preservación de ecosistemas equivalentes a los ecosistemas afectados. La meta es la no pérdida neta y preferiblemente una ganancia en biodiversidad en el terreno, con respecto a la composición de las especies, estructura del hábitat, función del ecosistema, uso por parte de las personas y valores culturales asociados a biodiversidad (BBOP, 2013).

A nivel normativo y en consideración a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y los términos de referencia M-M-INA 02 V2, para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos, se configura la necesidad de establecer un Plan de Compensación por la generación de impactos no mitigables sobre los ecosistemas terrestres y la vegetación secundaria. En desarrollo de este proceso, el Manual de compensaciones acogido por la Resolución 0256 de 2018, establece los lineamientos sobre cuatro aspectos básicos a resolver dentro del proceso de formulación del Plan: i) qué compensar, es decir, el o los ecosistemas que se verán impactados, ii) cuánto compensar, en términos de área; iii) dónde compensar, con referencia a los ecosistemas equivalentes y sitios en los que se desarrollarán las actividades de compensación y iv) cómo compensar, es decir la definición del tipo de acciones, modos y mecanismos con los cuales se desarrollará la compensación.

El cálculo de las áreas de los ecosistemas naturales potencialmente afectados determinó que el área de probable afectación sería de 3,56 ha y que consecuentemente, al multiplicar el número de hectáreas a intervenir de cada unidad por su correspondiente factor de compensación, se tendría que compensar 28,56 ha. En el caso de los ecosistemas transformados se aplicó un factor de compensación de uno (1) siendo necesario compensar 13,55 ha, asumiendo la compensación de los ecosistemas transformados asociados a coberturas de pastos arbolados, enmalezados y áreas agrícolas heterogéneas. En total el área a compensar corresponde a la sumatoria de la compensación por ecosistemas naturales y transformados, arrojando un valor de 42,11 ha.

Finalmente, el plan describe las acciones, modos, mecanismos y formas de compensación, a partir de la selección y priorización de áreas que cumplieron con los criterios de equivalencia ecosistémica, y que además estaban referenciadas en los principales

instrumentos de gestión nacional, regional y/o local de la biodiversidad, de manera que permitiera el desarrollo de una estrategia efectiva de compensación. Estos instrumentos fueron consultados en detalle y se constituyeron como la base para la orientación de las diferentes líneas de acción para la compensación de componente biótico.

11.2.2.2 Objetivos y alcance

11.2.2.2.1 Objetivo general

- Formular el Plan de compensación del componente biótico del proyecto Corredor 4G Pamplona Cúcuta - UF1 Variante Pamplona, mediante la ejecución de acciones de conservación, rehabilitación y la implementación de sistemas silvopastoriles, en cumplimiento de los lineamientos establecidos mediante la resolución 0256 de 2018.

11.2.2.2.2 Objetivos específicos

- Promover la rehabilitación de áreas transformadas en la ronda de la quebrada San Antonio.

- Inducir la regeneración natural de los ecosistemas de herbazales y arbustales, a través del control de la especie invasora *Pteridium arachnoideum.*

- Mejorar la integridad ecológica del paisaje en las zonas adyacentes a la quebrada San Antonio.

- Mejorar las condiciones ecológicas de los sistemas productivos tradicionales asociados a la quebrada San Antonio.

- Proteger ecosistemas estratégicos remanentes y la provisión de bienes y servicios ambientales que estos prestan.

- Establecer mecanismos que garanticen el desarrollo de las acciones de compensación y su sostenibilidad en las áreas que resulten seleccionadas.

11.2.2.2.3 Metas

- Aumentar en 3,0 ha la cobertura de vegetación natural, en la ronda de la quebrada San Antonio.

- Disminuir la cobertura de *Pteridium arachnoideum* en 27,34 ha de arbustales y herbazales.

- Aumentar la regeneración natural en 27,34 ha de ecosistemas de arbustales y herbazales mediante la implementación de perchas, y enriquecimientos

- Aumentar la riqueza y diversidad de aves, tanto en las áreas destinadas a la preservación, rehabilitación como en los sistemas silvopastoriles.

- Mejorar los índices de tamaño y forma de los parches o fragmentos intervenidos.

- Aumentar la riqueza de especies arbóreas en 5,45 ha de las unidades productivas.

- Preservar 6,32 ha de ecosistemas naturales remanentes.

11.2.2.2.4 Alcance

El plan de compensación del componente biótico formulado como mecanismo para resarcir a la biodiversidad por los efectos ocasionados por el desarrollo del proyecto vial Pamplona - Cúcuta, identifica cada uno de los ecosistemas naturales que serán afectados por la ejecución del proyecto, a partir de las áreas requeridas para la construcción de este, y que luego de haber aplicado los principios de la jerarquía de la mitigación deben ser compensados.

A partir de la identidad de los ecosistemas naturales y su respectiva área de afectación, el documento señala el área a compensar, luego de aplicar los factores de compensación estipulados en el anexo 2 de la Resolución 0256 de 2018, conforme al bioma – unidad biótica de referencia. De esta forma se da respuestas a las inquietudes de qué y cuánto compensar dentro del proceso de formulación de las compensaciones. Así mismo, siguiendo las indicaciones del manual se calcula el valor de compensación de los ecosistemas transformados asumiendo un valor de compensación de 1.

Para la formulación del dónde y cómo compensar se realizó un análisis preliminar del ámbito geográfico donde se emplaza el proyecto, buscando cumplir con los cuatro criterios para la selección de las áreas donde se implementarían las acciones de compensación. Los resultados establecieron que dentro del área de influencia es factible desarrollar las acciones de compensación, con las cuales se podrán alcanzar las metas propuestas; sin embargo, la condición ofrecida por el territorio determinó que el modo de compensación será a través del desarrollo de acuerdos voluntarios para la conservación, en consideración a que la mayoría de los predios se localizan en territorios privados. La identificación de los predios se realizó con base en el cumplimiento de la equivalencia ecosistémica y las opciones que tienen en su interior para el desarrollo de las compensaciones, se fundamenta en los resultados de la biodiversidad obtenidos para los ecosistemas/escenarios de referencia.

La información sobre las áreas y las condiciones del acuerdo son presentadas a consideración de la autoridad para proceder a su gestión, una vez aprobadas por la autoridad. Del mismo modo, se aclara que la información detallada de las áreas será presentada en el marco del seguimiento y ejecución del plan, tal como lo establece el ítem 3 del numeral 5.4.1 sobre el contenido del plan de compensación.

El mecanismo de implementación y administración del plan de compensación propuesto establece que éste se desarrollará a través de la Alianza Biocuenca, entidad orientada a comprometer, recaudar y administrar recursos económicos para financiar programas y proyectos de conservación y restauración de áreas vinculadas con la sostenibilidad hídrica en las cuencas del Norte de Santander.

Finalmente el plan de compensación del componente biótico se realizará de forma individual, al no existir reporte de áreas que permitan la agrupación con otras compensaciones. No obstante, en el caso de que sea aprobado transitoriamente el plan de inversión del 1% formulado para el proyecto, en el que se propone la acción de Compra de predios para la conservación de áreas estratégicas, y esta coincida con los Biomas - Unidades Bióticas a compensar, será factible el desarrollo de una agrupación en el que sea posible mantener y evidenciar la individualidad de las acciones.

11.2.2.3 Descripción general del proyecto y sus impactos sobre la biodiversidad

A continuación, se describen las características generales del proyecto, a partir de las cuales se definieron las principales actividades requeridas para su ejecución, y que a su vez están asociadas a la generación de impactos sobre el componente biótico, constituyéndose en elementos de base para el análisis de residualidad y soporte de las acciones de compensación.

11.2.2.3.1 Generalidades del proyecto

El proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta tiene como objetivo principal generar la conexión vial entre la ciudad de Pamplona y la ciudad de Cúcuta e interconectar esta vía con la vía Bucaramanga – Pamplona, con el fin de interconectar el centro del país con la zona fronteriza nororiental (MinTransporte - Agencia Nacional de Infraestructura ANI, 2017).

La vía objeto de la concesión “Doble Calzada Pamplona – Cúcuta” tiene una longitud total estimada de 62 km (origen – destino), y su recorrido discurre integralmente en el departamento de Norte de Santander, comunicando los municipios de Pamplona, Pamplonita, Chinácota, Bochalema y Los Patios. Las obras objeto de la concesión consisten en la rehabilitación y mantenimiento de la vía existente entre los municipios de Pamplona y Los Patios; construcción de la variante de Pamplona; construcción de una segunda calzada entre Pamplona y Pamplonita, entre Pamplonita y el K45+00, entre el k40+00 y el Diamante, y entre El Diamante y Los Acacios. El proyecto cuenta con una estación de peaje existente que deberá ser adecuada para la atención de la doble calzada (MinTransporte - Agencia Nacional de Infraestructura ANI, 2017).

El corredor vial que hace parte de la Concesión se ha sectorizado en Unidades Funcionales -UF, cada una de las cuales cuenta con unas características particulares que son descritas a continuación:

i. Rehabilitación y mantenimiento de la vía existente, entre los PR 68+500 - PR 120+000 y PR120+600-PR131+500 de la Ruta 5505, así como la construcción de la

segunda calzada entre el PR120+000 y PR120+600 de la Ruta 5505, denominada Unidad Funcional 6 (UF-6).

ii. Construcción en calzada sencilla de la Variante de Pamplona, la cual conectará la vía Pamplona - Cúcuta con la vía Bucaramanga - Pamplona. Unidad Funcional 1 (UF-1). Entre el PR 121+250 de la Ruta 6603 y el PR71+000 de la Ruta 5505, la cual incluye la construcción de un túnel bidireccional.

iii. Construcción de una segunda calzada de Pamplona a Pamplonita, entre el PR 71+000 de la Ruta 5505 y el PR 79+400 de la Ruta 5505. Unidad Funcional 2.

iv. Construcción de una segunda calzada entre Pamplonita y el Diamante, comprendida entre los PR 79+400 .PR95+600 de la Ruta 5505, denominada Unidad Funcional 3 (UF-3).

v. Construcción de una segunda calzada de El Diamante a la Don Juana, entre los PR 95+600-PR113+100 de la Ruta 5505, denominada Unidad funcional 4 (UF-4).

vi. Construcción de una segunda calzada de La Don Juana a Los Acacios, entre los PR113+100 y PR 120+000 de la Ruta 5505 Unidad Funcional 5 (UF-5).

La UF1 a la que se refiere el presente documento corresponde al tramo que comunica a los municipios Pamplona y Pamplonita, siendo denominada Variante Pamplona, cuya intervención consiste en la construcción de una calzada nueva en una longitud de 4,005 km. El área de Influencia definida para la UF 1 es del orden de 546,89 ha, mientras que el área de Intervención es de aproximadamente 55,48 ha. El área de influencia abarca nueve (9) unidades territoriales menores del municipio de Pamplona y una (1) del municipio de Pamplonita e incluye algunos sectores del área urbana del municipio de Pamplona (Barrios El Buque, San Luis, Simón Bolívar).

El área de intervención del proyecto presenta 55,48 ha, de las que 5,917 ha corresponden a la infraestructura de túnel, las cuales no se tendrán en cuenta para la compensación del componente biótico, ya que una de las razones para la consideración de la construcción de esta infraestructura es evitar el impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y seminaturales, razón por la cual se determina una afectación sobre 49,56 ha de ecosistemas.

Debido a lo anterior, el área considerada para la construcción del documento de compensaciones, corresponde a 17,11 ha de intervención (ecosistemas naturales y seminaturales con 3,56 ha, así como ecosistemas transformados compensables, 13,55 ha) distribuidas en: el diseño de la vía, Área de retorno, Área de almacenamiento, Vía Industrial, ZODME's y sus respectivos accesos, Polvorín, Portal, y Zona de lavado y parqueo; los demás ecosistemas transformados, corresponden a coberturas que no generan servicios ecosistémicos (31,41 ha) y por tal razón no serán compensadas.

Tabla 11.1 Unidades Territoriales mayores y menores del área de influencia

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores
Pamplona	Vereda Alcaparral
	Vereda Sabaneta Alta
	Vereda El Naranjo
	Vereda Ulagá Baja

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores
	Vereda Sabaneta Baja
	Barrio San Luis
	Barrio El Buque
	Barrio Simón Bolívar
Pamplonita	Vereda La Hojancha
Total	**09 unidades territoriales menores**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Las intervenciones propuestas a nivel de diseño para la UF 1 objeto del presente estudio contempla, entre otros, los siguientes aspectos:

i. Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,02 km.
ii. Excavaciones para la conformación de taludes de corte y terraplenes.
iii. Construcción de estructuras de pavimento.
iv. Construcción de dos glorietas en los puntos de inicio y fin de la UF, concordantes con los accesos al municipio de Pamplona.
v. No se proyectan centros de control operativo.
vi. Construcción de obras de drenaje menores (alcantarillas, box culverts, cunetas, zanjas de coronación, entre otras).

En el capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental, se describen en detalle las obras proyectadas, así como la interacción entre los alineamientos presentes en el área de intervención definida para la UF 1.

11.2.2.3.2 Actividades a desarrollar en el proyecto

La implementación del proyecto incluye la ejecución de 29 actividades asociadas a las etapas de preconstrucción y construcción (Ver Tabla 11.2). La definición y descripción de cada una de ellas, es abordada en detalle en el capítulo 3 del EIA – Descripción del Proyecto y se relacionan para poder contextualizar los impactos que se generan sobre el componente biótico.

Tabla 11.2 Actividades a desarrollar en el proyecto – UF 1

No	Etapa	Actividades
1	Preconstructiva	Gestión predial y negociación del derecho de vía
2	Preconstructiva	Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social
3	Preconstructiva	Contratación y capacitación del personal
4	Construcción	Adecuación de accesos
5	Construcción	Construcción de accesos
6	Construcción	Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos
7	Construcción	Materialización y replanteo (Topografía)
8	Construcción	Captación de agua
9	Construcción	Vertimientos
10	Construcción	Desmonte y limpieza
11	Construcción	Demolición y retiro de estructuras

No	Etapa	Actividades
12	Construcción	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación
13	Construcción	Construcción de obras de drenaje
14	Construcción	Construcción de estructuras de concreto
15	Construcción	Construcción de estructuras de pavimento
16	Construcción	Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes
17	Construcción	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES
18	Construcción	Recuperación de áreas intervenidas
19	Construcción	Señalización y demarcación definitiva
20	Construcción	Limpieza y cierre final
21	Construcción de Túneles	Portales de entrada y salida
22	Construcción de Túneles	Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos
23	Construcción de Túneles	Excavación emboquilles
24	Construcción de Túneles	Excavaciones por Perforación y voladura
25	Construcción de Túneles	Desescombro
26	Construcción de Túneles	Instalación de ventilación e iluminación
27	Construcción de Túneles	Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento
28	Construcción de Túneles	Manejo de aguas
29	Construcción de Túneles	Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación

Fuente: Sacyr, 2017. Adaptado CONCOL by WSP. 2018

11.2.2.3.3 Impactos sobre el componente biótico

En la evaluación ambiental del escenario con la ejecución del proyecto se identificaron 29 actividades generadoras de impactos, de las cuales 13 involucran efectos negativos sobre los elementos de Áreas sensibles, Biota acuática, Ecosistemas, Fauna y Flora. Se identificaron siete (7) impactos sobre el medio biótico correspondientes a: Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural; Alteración de hábitat; Cambios en la cobertura vegetal; Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre; Intervención a áreas de manejo especial; Modificación de la conectividad de ecosistemas y Modificación del hábitat y biota acuática.

De los siete (7) impactos identificados, cinco (5) fueron calificados con importancia severa relacionados con las actividades de Adecuación de accesos; Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes; Desmonte y limpieza; Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME.

Como se observa en la Tabla 11.3, el impacto de cambio en la cobertura vegetal se valoró como severo para los ámbitos de manifestación de bosque de galería, Arbustal denso bajo y Arbustal denso alto, asociado a la actividad de adecuación de accesos y severo para el Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113) y Arbustal denso alto (3221) al considerar la actividad de Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME . El impacto de intervención de áreas de manejo especial se calificó como severo asociado a los arbustales denso altos existentes en áreas de protección del POMCA, POT y SIRAP. La alteración del hábitat y los cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre obtuvieron esta valoración para los bosques y áreas seminaturales. El impacto de

Modificación de la conectividad de ecosistemas se calificó severo para los ámbitos de bosque de galería y arbustales.

Tabla 11.3 Impactos sobre el componente biótico valorados con importancia severa

Actividades	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Importancia
Adecuación de accesos	Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) -Arbustal denso bajo (3222) y Arbustal denso alto (3221)	Severo
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	Intervención áreas de manejo especial	Arbustal denso alto (3221) en áreas de protección de POMCA - POT - SIRAP	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Arbustal denso alto (3221)	
Desmonte y limpieza	Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	
	Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221)	
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y áreas semi naturales	
	Intervención áreas de manejo especial	Arbustales (3221) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque de galería (314) -Arbustal denso alto (3221)	
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	
	Cambios en la cobertura vegetal	Herbazal denso de tierra firme con arbustos (321113)-Arbustal denso alto (3221)	
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y áreas semi naturales	
	Intervención áreas de manejo especial	Arbustal denso alto y herbazal de tierra firme con arbustos en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Arbustal denso alto (3221)	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Para el medio biótico se realizó el análisis de residualidad sobre los impactos con importancia severa, con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse luego de la aplicación de las medidas de manejo. Los elementos que determinan esta

residualidad corresponden a la i) eficacia de la medida de manejo y ii) el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado.

Una vez desarrollado el análisis, los cinco (5) impactos mantienen la calificación “severo”, razón por la cual, bajo la jerarquía de la mitigación, se debe generar un plan de compensaciones bióticas, con la intención de internalizar aquellos impactos que no pueden ser evitados, corregidos o mitigados.

11.2.2.4 ¿Qué compensar?

El qué compensar se refiere al área que se verá impactada o afectada por el desarrollo del proyecto, considerando los atributos ecosistémicos identificados en la línea base del estudio de impacto ambiental, con el objetivo de establecer el ecosistema equivalente. En ese sentido, en el área que se impacte, es necesario caracterizar los atributos en términos de la estructura del ecosistema, función y la composición de especies, además de la integridad ecológica, el contexto paisajístico y los servicios ecosistémicos, de tal forma que permita determinar su estado de conservación. La anterior caracterización tiene como objetivo identificar las acciones, modos, mecanismos o formas que, en el marco de la compensación, buscarán garantizar la no pérdida neta de biodiversidad en el área donde se implementarán dichas medidas frente al área impactada.

11.2.2.4.1 Ecosistemas naturales en el área de influencia del proyecto

En el área de influencia del proyecto se identificaron, a escala 1:25000, cuatro (4) Biomas-Unidades Bióticas. La unidad dominante es el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental con 319,14 ha (58,36%), seguido por Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental con 202,40 ha (37,01%). En menor proporción se presentan el Orobioma Azonal Andino Catatumbo con 20,80 ha (3,80%) y el Hidrobioma Rio Pamplonita con 4,55 ha (0,83%) (Ver Tabla 11.4).

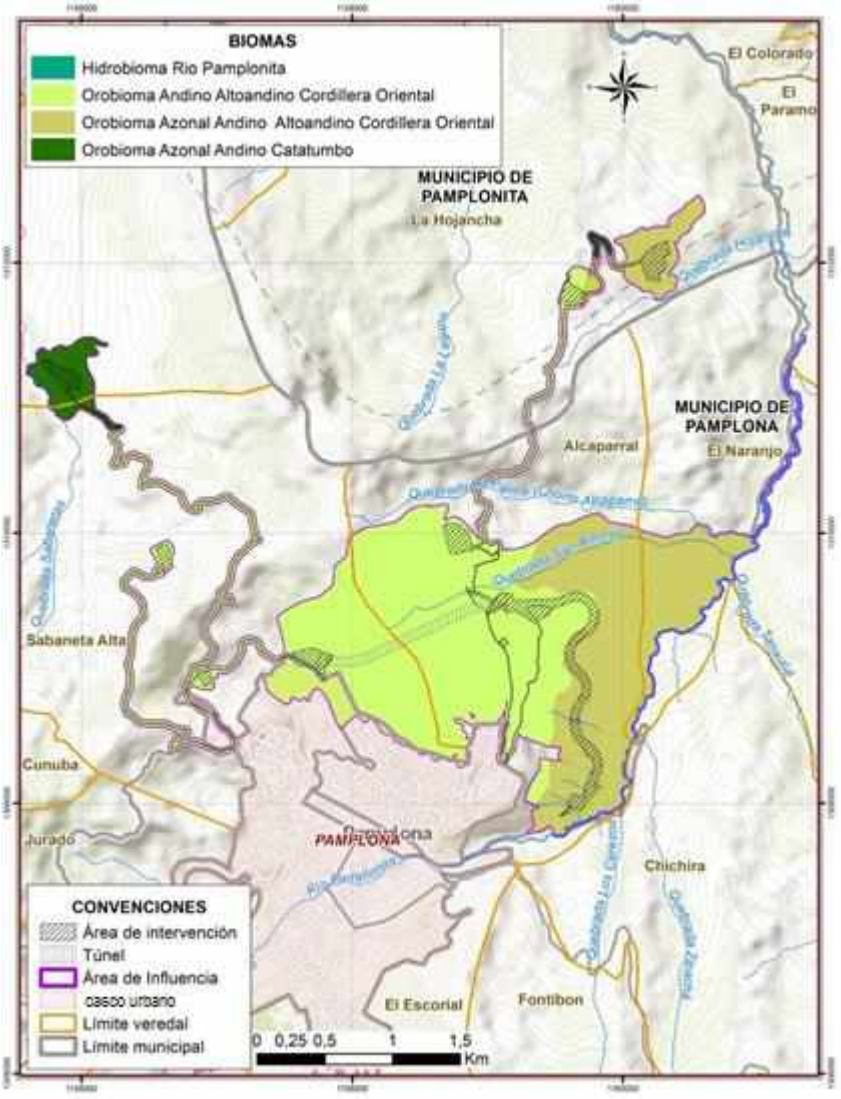
Tabla 11.4 Biomas _ Unidades Bióticas presentes en el área de influencia del proyecto

B_UB (1:25000)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Hidrobioma Rio Pamplonita	4,55	0,83
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	319,14	58,36
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	202,40	37,01
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	20,80	3,80
Total general	**546,89**	**100,00**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La distribución de los cuatro (4) Biomas_Unidades Biótica se presenta en la Figura 11.1.

Figura 11.1 Biomas-Unidades Bióticas presentes en el AI del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Mediante el cruce temático de la capa de los Biomas_Unidades Bióticas con las coberturas de la tierra identificadas para el proyecto, a escala 1:25.000, se obtuvo la identificación de 28 ecosistemas distribuidos en los cuatro (4) biomas que hacen parte del área de influencia del proyecto. De ellos, trece (13) se localizan en el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, once (11) en el Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, tres (3) en el Orobioma Azonal Andino Catatumbo y uno (1) en el Hidrobioma río Pamplonita (Tabla 11.5, Figura 11.2 y Figura 11.3).

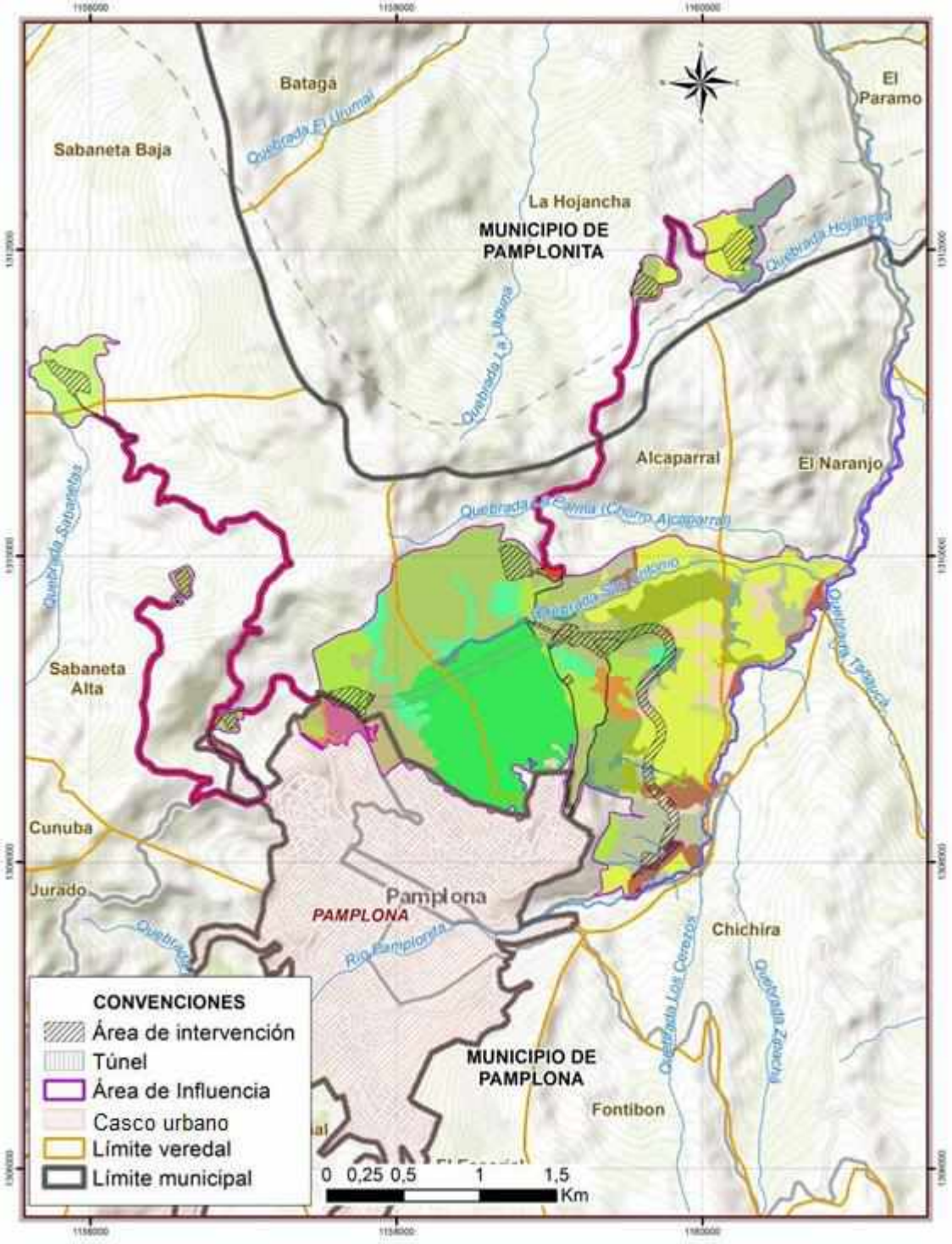
Tabla 11.5 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto

Bioma Unidad Biótica	Ecosistema	Área (ha)	(%)
Hidrobioma Rio Pamplonita	Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita	4,55	0,83
Total Hidrobioma Rio Pamplonita		4,55	0,83
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	19,43	3,55
	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	87,31	15,97
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,29	1,15
	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,06	0,01
	Explotación de materiales de construcción del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,73	0,13
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	57,72	10,55
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7,17	1,31
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	35,76	6,54
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	14,44	2,64
	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	54,56	9,98
	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	30,33	5,55
	Tejido urbano discontinuo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,85	0,16
	Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,48	0,82
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		319,14	58,36
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14,42	2,64
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10,10	1,85
	Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,27	0,23
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	12,92	2,36
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	13,14	2,40
	Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,40	0,07
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	34,07	6,23
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	20,05	3,67

Bioma Unidad Biótica	Ecosistema	Área (ha)	(%)
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	91,46	16,72
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,50	0,64
	Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,08	0,20
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		202,40	37,01
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	3,20	0,59
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	15,30	2,80
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	2,29	0,42
Total Orobioma Azonal Andino Catatumbo		20,80	3,80
Total general		546,89	100,00

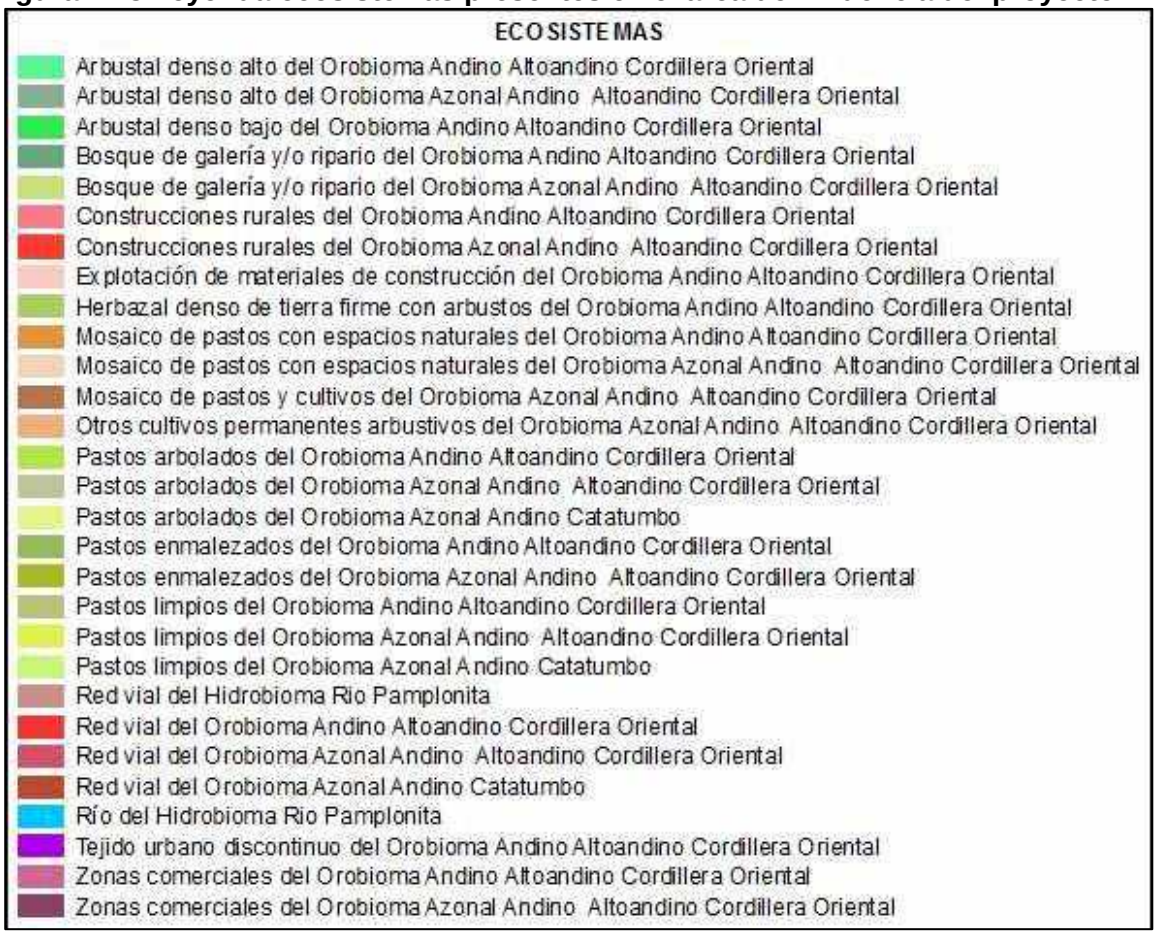
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 11.2 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 11.3 Leyenda ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Los ecosistemas de territorios artificializados correspondientes a zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales y redes de comunicación, zonas de extracción minera y escombreras, cubren 44,57 (8,15%), se encuentran asociados a tres (3) biomas identificados, a excepción del Hidrobioma del río Pamplonita, encontrándose mejor representados en el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental con 36,44ha.

Los ecosistemas de territorios agrícolas identificados en el proyecto están asociados a coberturas de cultivos permanentes, pastos y áreas agrícolas heterogéneas cubren 302,47 ha (55,31%), se localizan en todos los biomas identificados a excepción del Hidrobioma del río Pamplonita, presentan mayor extensión en el Orobioma Andino Altoandino de la Cordillera Oriental con 111,93 ha (20,47%) y el Orobioma Azonal Andino Altoandino de la Cordillera Oriental con 172,04 ha (31,46%).

En cuanto a los ecosistemas asociados a las superficies de agua, estas se encuentran representadas en el ecosistema del río del Hidrobioma río Pamplonita y cubre una superficie de 4,55 ha.

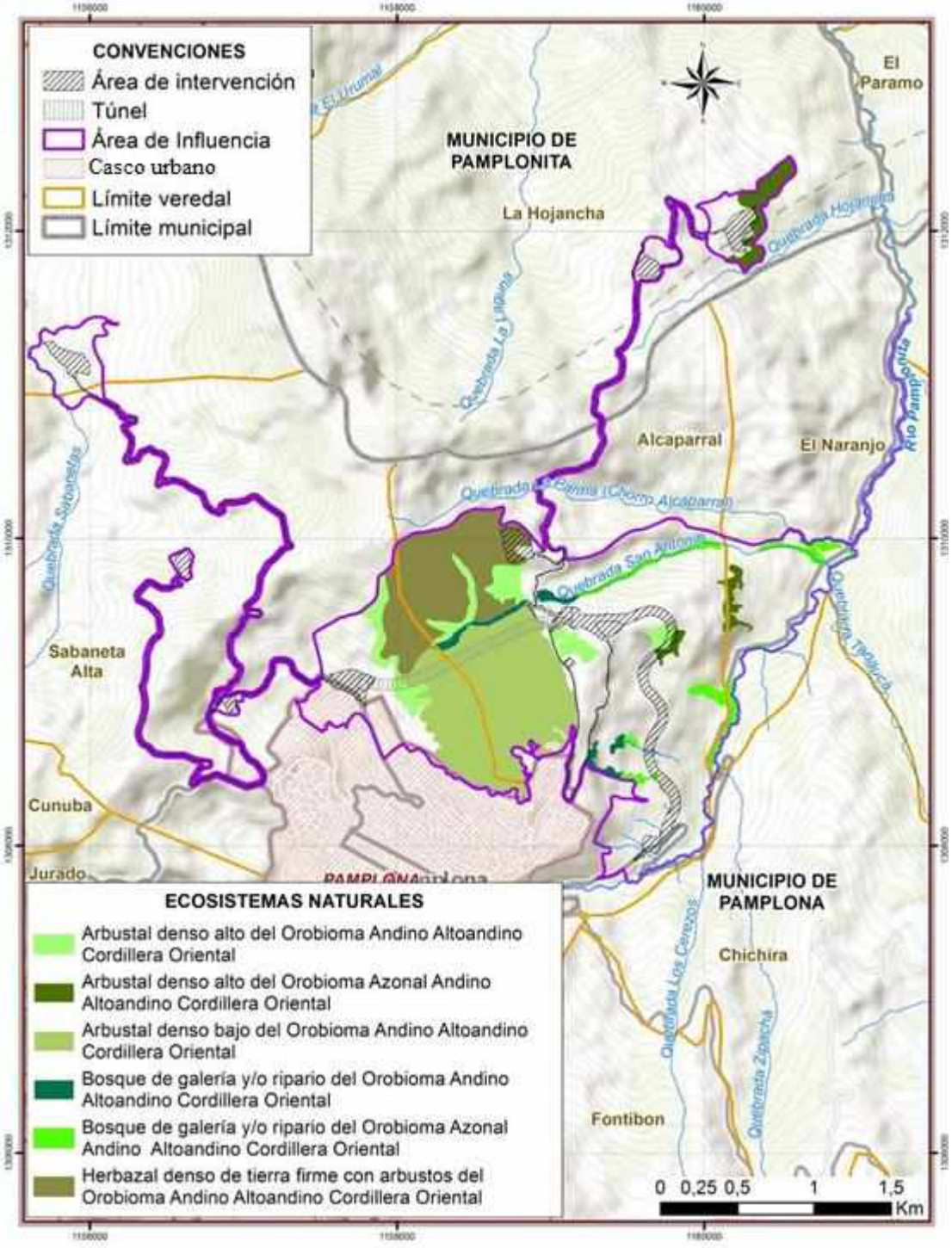
Los ecosistemas naturales en el área de influencia (AI) del proyecto están asociados a bosques y áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, cubren 195,28 ha (35,71%). Para el Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se reportan cuatro ecosistemas asociados a arbustales densos altos, arbustales denso-bajos, bosque de galería y herbazales, presentan una extensión de 170,76 ha (31,22%). El Orobioma azonal andino altoandino de la Cordillera Oriental está asociado a ecosistemas de Arbustal denso alto y bosque de galería, los cuales tienen una extensión de 24,52 ha (4,48%) (Ver Tabla 11.6 y Figura 11.4)

Tabla 11.6 Ecosistemas naturales presentes en el área de influencia del proyecto

Bioma Unidad Biótica	Ecosistema	Área (ha)	Porcentaje (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	19,43	3,55
	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	87,31	15,97
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,29	1,15
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	57,72	10,55
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		170,76	31,22
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14,42	2,64
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10,10	1,85
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		24,52	4,48
Total ecosistemas naturales		195,28	35,71
Total ecosistemas transformados		351,61	64,29
Total general		546,89	100,00

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Figura 11.4 Ecosistemas naturales presentes en el AI del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.4.2 Ecosistemas presentes en el área de intervención

El cálculo de las áreas de ecosistemas de posible afectación se realizó a partir del análisis de tres insumos: i) el mapa de ecosistemas terrestres elaborado dentro del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (Esc. 1:25.000), ii) el análisis de las afectaciones involucradas por el desarrollo de las obras inherentes al proyecto en su etapa de construcción (según matriz de impactos), y iii) el cruce de esta información con el área de influencia puntual (área de intervención), teniendo como resultado el área de impacto sobre los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria.

El área de intervención del proyecto es de 55,44 ha, de las cuales 498,52 ha no tienen en cuenta la infraestructura del túnel (5,917), elemento del diseño técnico propuesto para evitar la afectación de los recursos naturales, ni la franja de captación (0,0044 ha) (Ver Capítulo 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o afectación de Recursos Naturales), de las cuales 3,56 ha corresponden a ecosistemas naturales y seminaturales, en tanto que los ecosistemas transformados suman 50,88 ha, de los cuales solo son compensables 13,55 ha. En la Tabla 11.7 se presentan los ecosistemas presentes en el área de intervención.

Tabla 11.7 Ecosistemas identificados en el área de intervención del proyecto

Ecosistema	Área de influencia		Área de Intervención	
	ha	%	ha	%
Hidrobioma Rio Pamplonita				
Río del Hidrobioma Rio Pamplonita	4,55	0,83	0,004	0,01
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	19,43	3,55%	0,81	1,47%
Arbustal denso bajo	87,31	15,97%	4,98	8,97%
Bosque de galería y/o ripario	6,29	1,15%	0,02	0,03%
Construcciones rurales	0,06	0,01%	0,06	0,10%
Explotación de materiales de construcción	0,73	0,13%	-	-
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	57,72	10,55%	1,04	1,88%
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,17	1,31%	0,19	0,35%
Pastos arbolados	35,76	6,54%	3,15	0,07%
Pastos enmalezados	14,44	2,64%	3,29	5,94%
Pastos limpios	54,56	9,98%	12,04	21,70%
Tejido urbano discontinuo	30,33	5,55%	-	-
Red vial	0,85	0,16%	6,31	11,38%
Zonas comerciales	4,48	0,82%	0,29	0,52%
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	14,42	2,64%	1,71	3,08%
Bosque de galería y/o ripario	10,10	1,85%	0,09	0,16%
Construcciones rurales	1,27	0,23%	0,06	0,11%
Mosaico de pastos con espacios naturales	12,92	2,36%	1,66	3,00%
Mosaico de pastos y cultivos	13,14	2,40%	0,93	1,68%
Otros cultivos permanentes arbustivos	0,40	0,07%	-	-
Pastos arbolados	34,07	6,23%	4,48	8,07%
Pastos enmalezados	20,05	3,67%	0,04	0,08%
Pastos limpios	91,46	16,72%	8,46	15,26%
Red vial	3,50	0,64%	0,57	1,03%
Zonas comerciales	1,08	0,20%	0,70	1,26%
Orobioma Azonal Andino Catatumbo				

Ecosistema	Área de influencia		Área de Intervención	
	ha	%	ha	%
Pastos arbolados	3,20	0,59%	1,04	1,87%
Pastos limpios	15,30	2,80%	2,13	3,84%
Red vial	2,29	0,42%	0,49	0,89%
Total general	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Ecosistemas naturales a afectar por la ejecución del proyecto

La Tabla 11.8 muestra que por la ejecución del proyecto serán afectados 35.693,34 m^2 (3,56 ha) de ecosistemas naturales por obras que corresponden a la adecuación de accesos a las ZODMEs, área de almacenamiento, el diseño de la vía, la vía industrial, y dos (2) ZODMEs. Estos ecosistemas deben ser compensados de acuerdo con los criterios establecidos en el Manual de compensación del componente biótico.

Tabla 11.8 Ecosistemas naturales y seminaturales presentes en el área de intervención del proyecto

Tipo de Obra	Obra	Ecosistema	Área (m^2)	Área (ha)	(%)
Acceso ZODMES	Acc-V118-V121	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	454,96	0,05	0,09
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,69	0,00	0,00
Total Acceso ZODMES			459,65	0,05	0,09
Área de almacenamiento	Portal Entrada	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	470,98	0,05	0,09
Total Área de almacenamiento			470,98	0,05	0,09
Diseño Vía	Diseño Vía	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5.867,68	0,59	1,19
		Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	9.113,29	0,91	1,84
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	870,63	0,09	0,18
Total Diseño Vía			15.851,60	1,59	3,21

Tipo de Obra	Obra	Ecosistema	Área (m²)	Área (ha)	(%)
Túnel	Acc-V118-V121	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	252,61	0,03	0,05
Total Túnel /Acc-V118-V121			252,61	0,03	0,05
Vía industrial	VI-1	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	34,85	0,00	0,01
		Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	44,83	0,00	0,01
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	174,09	0,02	0,04
Total Vía industrial			253,76	0,03	0,05
ZODME	VER 118	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	7.995,62	0,80	1,62
	VER 131	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	10.409,11	1,04	2,11
Total ZODME			18.404,73	1,84	3,73
Total ecosistemas naturales			35.693,34	3,56	7,20
Total ecosistemas transformados			450.040,00	45,04	92,80
Total área de intervención			486.073,34	48,60	100,00

*El área se presenta en m² porque existen áreas de afectación muy pequeñas
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En la Tabla 11.9 se presentan los fragmentos de cada ecosistema que serán afectados y sus principales características con respecto a las métricas de área, forma y áreas core. De los 23 parches identificados para el área de influencia, ocho son afectados por el proyecto, aclarando que esta afectación no repercute sobre las tres áreas core identificadas. Las áreas afectadas se encuentran en todos los casos en el borde de los fragmentos.

Los parches afectados presentan formas con tendencia a la irregularidad o complejas, pues el Índice de forma (Shape Idx), presenta valores superiores a 1, en este sentido al comparar los parches afectados, las formas menos complejas corresponden a los parches 4 y 5 del ecosistema de Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental. En cuanto al tamaño de los parches afectados, seis presentan áreas menores a 5 ha, y solo dos se caracterizan por presentar tamaños mayores de 50 ha, la tendencia observada es que los ecosistemas que se caracterizan por presentar dominancia de un estrato arbóreo

presentan menos área que aquellos ecosistemas con dominancia de los estratos arbustivos o herbáceos.

Tabla 11.9 Principales características de los parches afectados

No Parche	Ecosistema	Área total (ha)	No Áreas Core	Shape_Idx	CP	Área afectada (ha)
1	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	87,31	1	1,83	0,55	0,08
2	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	57,72	2	2,01	0,65	1,04
3	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,22	0	2,02	0,64	0,00
4	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,66	0	1,24	0,46	0,62
5	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,78	0	1,71	0,12	0,91
6	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8,97	0	2,31	0,12	0,80
7	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,57	0	2,14	0,33	0,02
8	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,81	0	2,07	0,3	0,09
Total		163,05	3	-	-	3,56

CP: Contexto paisajístico
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Ecosistemas transformados afectados por el proyecto

En la Tabla 11.10 se reportan los ecosistemas transformados presentes en el área de intervención del proyecto. Estos ecosistemas suman 45,04 ha (92,79M%) de las cuales 37,51 ha (75,68%) corresponden a territorios agrícolas y 8,48 ha (17,11%) a territorios artificializados.

Se propone una compensación para los ecosistemas pertenecientes a los territorios agrícolas, en los cuales se albergan aun valores bióticos que tienen la capacidad de prestar servicios ecosistémicos, a excepción de aquellos conformados por pastos limpios y Mosaico de pastos y cultivos, en los cuales no se identifican aspectos de conectividad. Para estos ecosistemas se propone una compensación de 1:1 cuantificada en hectáreas conforme a los lineamientos planteados en el Manual de compensaciones.

Tabla 11.10 Ecosistemas transformados presentes en el área de intervención del proyecto

Tipo de ecosistema	Ecosistema	Área (ha)	Porcentaje (%)
Agrícola	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,19	0,39
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,66	3,35
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,93	1,88
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,84	7,61
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,48	9,04
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	1,04	2,09
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,29	6,65
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,04	0,08
	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	11,50	23,20
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8,46	17,08
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	2,13	4,30
Total Agrícola		36,56	75,68
Artificializado	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,06	0,12
	Construcciones rurales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,06	0,12
	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,31	12,74
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,57	1,15
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	0,49	1,00
	Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,29	0,58
	Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,70	1,41
Total Artificializado		8,48	17,11
Total ecosistemas transformados		45,04	92,79
Total ecosistemas naturales		3,56	7,21
Total		48,60	100,00

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.4.3 Descripción físico-biótica de escenarios de referencia

De acuerdo con los conceptos indicados en el Manual de Compensación, el Ecosistema / Escenario de referencia*, se entiende como la línea base de los estudios de caracterización previos al impacto y desarrollo de la actividad, es decir, el estudio de impacto ambiental o el estudio que soporta el permiso ambiental correspondiente*, razón por la cual, a continuación, se presenta la descripción físico-biótica de dichos escenarios.

Antes de iniciar con las características de composición florística y estructural, elementos que pueden consultarse en detalle en el capítulo 5.1 Caracterización del Medio Biótico, es necesario mencionar que los seis ecosistemas impactados presentan una alta intervención antrópica. Lo anterior puede verse reflejado en los ecosistemas de bosques de galería en una baja riqueza florística donde predominan especies heliófilas y no nativas como *Fraxinus chinensis*, y en los ecosistemas de arbustales y herbazales por la presencia y dominancia de especies invasoras como *Pteridium arachnoideum.* Estos cambios en la composición obedecen al crecimiento de las poblaciones humanas, la demanda de recursos naturales y la expansión de la frontera agrícola, cambios que en primera instancia se reflejan en la cobertura natural del suelo y que trascienden hasta afectar la composición y estructura de los ecosistemas.

Flora

Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

En este ecosistema se realizaron cinco (5) parcelas, donde fueron registrados dos (2) individuos pertenecientes a la categoría fustal: *Ochroma pyramidale y Piper hispidum*. También se reportaron 14 individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 1 cm y menores a 10 cm; los cuales constituyeron cuatro especies: *Heliocarpus americanus, Myrsine latifolia, Myrsine pellucida* y *Dodonaea viscosa,* distribuidas en tres familias Sapindaceae, Primulaceae y Malvaceae. En la Fotografía 11.1 se muestra una panorámica de la vegetación existente en este ecosistema.

El cálculo del IVI en la categoría fustal mostro que *Piper hispidum* es la especie más importante, mientras que para las especies con DAP menor a 10 cm *Dodonaea viscosa*, presenta el mayor peso ecológico.

El coeficiente de mezcla para ese ecosistema tiende a la homogeneidad, mientras que el grado de agregación muestra que un 50 % de las especies crecen de forma agrupada, el 41% tienden a estar agrupadas y el 9% de las especies tienden a estar dispersas.

En cuanto a la estructura vertical, se destaca el estrato arbustivo con el 46.15% de la abundancia total. Respecto a la estructura total, las especies pertenecientes a la categoría fustales se dividieron en dos clases diamétricas, mientras que las especies con DAP menor a 10 cm, se dividieron en cinco clases, de las cuales la II y la III fueron las más abundantes.

El área basal de este ecosistema para individuos con DAP > 10 cm, fue de 0,020 m^2 en 0,05 ha, mientras que para los individuos con DAP de menos de 10 cm, fue de 0,005 m^2. El volumen comercial y total fue de 0,022 m^3 y 0,053 m^3 respectivamente, para individuos con DAP mayor a 10 cm.

En cuanto a la diversidad, el índice de Shannon para los individuos con DAP mayor a 10cm, fue de 0,69, mientras que para los individuos con DAP menor a 10 cm fue de 1,77. El índice de Margalef fue de 1,44 y 1,14, mientras que el índice de Menhinick fue de 1,41 y 1,07 para individuos con DAP mayor a 10 cm y menor a 10 cm, respectivamente. Valores que sugieren una baja diversidad y una baja riqueza especifica.

En la regeneración natural se registraron 67 individuos, donde, los brinzales alcanzaron una cantidad de 40 individuos, seguido por los latizales con 14 individuos y finalmente los renuevos con 13 individuos. Se identificaron 8 especies, 7 géneros y 7 familias.

El ecosistema evaluado presento valores bajos para los índices de riqueza y diversidad es también importante mencionar que las especies presentes son propias de áreas disturbadas, en las cuales se han iniciado procesos de recuperación natural.

Fotografía 11.1 Panorámica del Arbustal Denso Alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158729,8154; Norte: 1309680,0539

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó a través de la implementación de seis (6) parcelas, en estas unidades de muestreo no se reportan individuos con DAP mayor a 10 cm. Se registraron 24 individuos, con DAP menor a 10cm, representados en 3 especies

Miconia amblyandra, Myrsine latifolia y Dodonaea viscosa. En la Fotografía 11.2 se presenta una panorámica de la vegetación existente en este ecosistema.

La especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal del ecosistema es *Dodonaea viscosa*, seguida por *Miconia amblyandra*. Respecto a la densidad, para este ecosistema se calculó una densidad de 1600 individuos por ha.

El coeficiente de mezcla de la comunidad vegetal asociada a este ecosistema tiene tendencia a la homogeneidad. Mientras que el grado de agregación muestra que cada especie encontrada en el ecosistema presenta un patrón distinto de distribución.

La estratificación vertical muestra que este ecosistema tiene mayor representación del estrato herbáceo que corresponde a aquellas especies e individuos que presentan alturas entre 0,3 y 1,5 m con un 44,44% de las especies.

Respecto a la estructura total, se encontraron seis (6) clases, donde la más abundante fue la III, conteniendo 11 individuos. El área basal de este ecosistema fue de 0,001 m^2 en 0,015 ha mientras que el volumen total hallado para un área de 0,015 ha fue de 0,014 m^3.

Los índices de diversidad por otro lado se calcularon para los 24 individuos reportados con DAP<10cm. El índice de Shannon arrojó un valor de 1,48, el índice de Margalef se calculó en 0,63 y el índice de Menhinick en 0,61, sugiriendo baja diversidad y riqueza.

En la regeneración natural se registraron 84 individuos donde, el mayor aporte lo hacen los brinzales y renuevos cada uno con 30 individuos, seguido por los latizales con 24 individuos.

Fotografía 11.2 Panorámica del Arbustal Denso Bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158638,581; Norte: 1309243,702

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para caracterizar este ecosistema se realizaron cuatro (4) parcelas, donde se registraron 117 individuos en estado fustal, pertenecientes a 18 especies agrupadas en 16 géneros y 14 familias. La familia con mayor representación fue Betulaceae con el 47,8% de los individuos representados por *Alnus acuminata*. En la Fotografía 11.3 se muestra una panorámica de la vegetación existente en este ecosistema.

La especie con mayor peso ecológico dentro del ecosistema fue *Alnus acuminata*, seguida por *Fraxinus chinensis* y *Lippia schlimii*. Las especies más frecuentes fueron *Alnus acuminata* y *Fraxinus chinensis*, seguido de *Salix humboldtiana* y *Lippia schlimii*. Con respecto a la densidad se encontró un total de 117 árboles en 0,4 hectáreas, es decir, 293 árboles/ha. El coeficiente de mezcla para este ecosistema tiene un valor es de 0,15, lo cual indica una comunidad con tendencia a la homogeneidad.

El grado de agregación muestra que, de las 18 especies, el 40,24% son especies que se encuentran de forma dispersa, el 38,88% presentan tendencia al agrupamiento y el 20,88% se distribuyen de forma agregada.

En cuanto a la estructura vertical, en el diagrama de Ogawa, se identifica la baja presencia de los estratos más altos, indicativo de la fuerte intervención a la que estos bosques están sujetos.

Dentro de la estructura vertical se determinó la posición sociológica, la máxima posición la alcanza la especie *Alnus acuminata* con el 31,45%, seguida por *Inga spectabilis* con 13,82% y la especie *Tibouchina lepidota*, entre las tres conforman el 53,72% del valor total de la posición sociológica relativa.

Los individuos registrados se encuentran distribuidos en nueve clases diamétricas, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) no supera los 68,44 cm. Las clases más abundantes son la I y II en ese orden, con 48 y 43 individuos respectivamente. El área basal para este ecosistema fue de 4,61 m^2 en 0,4 ha y la mayor área es reportada para la clase diamétrica II con 1,44 m^2 donde se encuentran individuos con diámetros entre los 17,46 a 24,88cm. El volumen total y comercial hallado para un área de 0,4 ha fue de 33,35 m^3 y 10,24 m^3, respectivamente.

Los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick obtuvieron valores de 1,92, 3,57 y 1,66, respectivamente, indicando baja diversidad y baja riqueza de especies. En la regeneración natural, se registraron 223 individuos de 24 especies correspondientes a 15 familias. La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 52,02% (116) del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 30,94% (69) y los renuevos con 17,04% (38).

Fotografía 11.3 Panorámica del Bosque de Galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158376,4639; Norte: 1309382,0633

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para la caracterización de este ecosistema se realizó un transecto distribuido en 20 cuadrantes de 5 x 5 m. Se registró un total de 6 familias distribuidas en 10 géneros y 12 especies, no se registraron elementos arbóreos. La familia que presenta mayor número de especies es Asteraceae con 41.67% correspondiente a las especies *Baccharis tricuneata, Calea peruviana, Diplostephium rosmarinifolium, Lourteigia stoechadifolia y Stevia lucida*. En la Fotografía 11.4 se presenta una panorámica de la vegetación encontrada en este ecosistema.

Se determinó el valor de importancia relativa (VIR), sumando únicamente la frecuencia relativa y la dominancia relativa o cobertura relativa. La distribución de las frecuencias muestra que el valor más alto pertenece a la especie *Dodonaea viscosa* con 12,50%, le siguen las especies *Miconia theizans, Diplostephium rosmarinifolium y Miconia amblyandra*. Dentro de las especies con mayor porcentaje de cobertura relativa se registra *Pteridium arachnoideum*, *Diplostephium rosmarinifolium* y *Lourteigia stoechadifolia* con 38,19%, 22,65% y 15,99% respectivamente.

En cuanto a la estructura vertical, la especie que registró mayor altura fue *Myrcianthes sp.01* de 3,5 metros, mientras que *Pteridium arachnoideum* alcanzó el valor mínimo de 0,15 metros. El promedio de altura de la vegetación para este ecosistema fue de 1,31 metros.

Para calcular índices de diversidad se realizó mediante los métodos no paramétricos con los estimadores de riqueza especifica de Chao2, Jacknife de primer y segundo orden, y Bootstrap. Se observa que Chao 2 arroja un valor estimado de riqueza de 12, que se ajusta a los datos de riqueza de especies y con su resultado predice que el muestreó está completo. Los menos sesgados son ICE y Bootstrap con 12,23 y 12,41 respectivamente,

Jackknife 2 eleva las especies esperadas para el ecosistema en 2 especies y Jackknife 1, es más moderado, predijo 1 especie más.

La presencia de *Pteridium arachnoideum* sugiere que un cambio entre el estado sucesional existente y otro más avanzado es lento, puesto que las condiciones del medio son propicias para el ciclo de vida del helecho impidiendo que en el ecosistema aparezcan otras especies.

Fotografía 11.4 Panorámica del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1158057,7118; Norte: 1309580,1669

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para caracterizar este ecosistema fueron realizadas 9 parcelas, donde se encontraron 45 individuos fustales, correspondiente a 7 especies y 6 familias. La familia más abundante en este ecosistema fue Myrtaceae con 40 individuos, donde la especie más representativa es *Myrcianthes fragrans*. En la Fotografía 11.5 se presenta una panorámica de la vegetación reportada en el ecosistema.

En cuanto a la estructura horizontal, las dos especies con mayor peso ecológico y que componen más de la mitad de este, son *Calycolpus moritzianus y Myrcianthes fragrans* con 136,78% y 116, 87% del IVI respectivamente. Con respecto a la densidad, se observó una densidad de 45 árboles en 0,09 hectáreas, lo que correspondería a 500 individuos por hectárea, y la especie con mayor densidad corresponde a *Myrcianthes fragrans* con 233 ind/ha.

Por otro lado, el valor hallado para la intensidad de mezcla del ecosistema es de 0,16, lo cual indica que la comunidad vegetal asociada a este ecosistema tiene tendencia a la homogeneidad.

El diagrama de Ogawa muestra la dominancia del estrato inferior donde se concentra la mayor cantidad de individuos que corresponde a árboles con alturas entre los 3,5 y 5 metros y un estrato medio que corresponde a los individuos que solo presentan 6 metros de altura.

Respecto al valor fitosociológico, se destaca la especie *Alnus acuminata* con el valor más alto, dominando el sub-estrato inferior y medio, estando ausente en el superior; seguido de la especie *Lippia schlimii*, presente solamente en el estrato inferior; en tercera posición se encuentra la especie *Fraxinus chinensis*, presente en los tres sub-estratos, quien se encuentra dominando el sub-estrato superior.

Para la estructura total, se encontraron en 0,09 ha 45 individuos, agrupados en 7 clases diamétricas. Las clases más abundantes fueron la I y II, con 23 y 12 individuos, respectivamente. El área basal de este ecosistema para individuos con DAP > 10 cm fue de 0,75 m^2 en 0,09 ha. El volumen comercial y total hallado para un área de 0,09 ha, en individuos con diámetros mayores o iguales a 10 cm, fue de 1,12 m^3 y 2,51 m^3, respectivamente.

La diversidad se evaluó por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick con valores de 1,14, 1,57 y 1,04 respectivamente.

En la regeneración natural se registraron 124 individuos donde se hallaron valores para brinzales de 44 individuos, seguido por los latizales con 42 individuos y finalmente los renuevos con 38 individuos. Se identificaron 13 especies, 12 géneros y 11 familias. La especie que hace la mayor contribución al índice de regeneración es *Croton pungens*, le siguen, en importancia las especies *Myrcianthes fragrans* y *Vismia baccifera*.

Fotografía 11.5 Panorámica del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161112,4854; Norte: 1313499,5864

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó a través de la implementación de tres (3) parcelas. El ecosistema evaluado se caracterizó por presentar franjas estrechas de vegetación junto a drenajes permanente e intermitentes, con un alto grado de intervención. En la Fotografía 11.6 se presenta una panorámica de este tipo de bosque.

En total se reportan 86 individuos en estado fustal pertenecientes a 18 especies, 16 géneros y 14 familias. Las familias más abundantes en este ecosistema fueron Oleaceae, Asteraceae y Fabaceae con 15, 13 y 12 individuos. Para la familia Oleaceae 14 registros corresponden a *Fraxinus Chinensis* especie introducida que refleja el grado de intervención antrópica y transformación que presenta el ecosistema. En cuanto a la familia Asteraceae, típica de plantas herbáceas, raramente arbustos o árboles y para el ecosistema en estudio representada por la especie *Montanoa quadrangularis*, es una especie pionera de los ecosistemas intervenidos, utilizada en la recuperación de zonas degradadas por la deforestación y erosión. En el caso de la familia Fabaceae está representada por *Inga spectabilis*, muchas de las especies de esta familia presentan una amplia distribución y son comunes en los ecosistemas andinos, ya que según Forero & Romero (2005), representa uno de los mayores grupos de plantas con flores a nivel mundial y son consideradas el tercer grupo más diversificado y está muy bien representada en la flora colombiana.

Los mayores valores de abundancia y frecuencia la obtienen *Fraxinus chinensis* con 16,28% (14 individuos), seguida de la especie *Montanoa quadrangularis* con 15,12% (13 individuos), e *Inga spectabilis* con 13,95%. En cuanto a la dominancia, sobresalen para el ecosistema *Salix humboldtiana*, *Fraxinus chinensis* e *Inga spectabilis.* Como consecuencia, de los resultados expuestos anteriormente el mayor peso ecológico recae en las especies *Fraxinus chinensis* (44,93%), *Montanoa quadrangularis* (32,82%), e *Inga spectabilis* (32,12%).

Se reporta para este ecosistema 86 árboles en 0,3 ha, valores que permiten inferir una densidad de 287individuos/ha. El valor calculado para el Coeficiente de Mezcla es de 0,21, número que sugiere una tendencia a la homogeneidad, dado el bajo número de especies reportadas.

La estructura vertical de este ecosistema muestra individuos con alturas desde los 5 a los 20m. Se puede identificar la baja presencia de los estratos más altos, correspondiente a la fuerte intervención a la que estos bosques están sujetos. Aunque no hay una marcada diferenciación de estratos, se puede deducir un estrato compuesto por el estrato inferior (especies Dominadas) donde se concentra la mayor cantidad de individuos que corresponde a árboles con alturas entre los 5 y 11 metros; un estrato medio (especies Codominantes) que va desde los 12 metros hasta una altura de 18 metros y otro estrato superior (especies Dominantes) con puntos más o menos aislados que indican el vacío de las copas en este nivel..

El análisis de la estructura total muestra que el ecosistema caracterizado presenta ocho clases diamétricas, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) no supera los 55,69 cm. El área basal para este ecosistema fue de 2,68 m^2 en 0,3 ha, considerándose bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho ecosistema al estar en los límites de pastizales y cultivos destinados a la actividad agropecuaria.

El mayor registro de área basal se reporta para la clase diamétrica I con 0,68m^2 donde se encuentran individuos con diámetros entre los 10,09 a 16,32 cm, seguida por la clase diamétrica II con 0,64m^2. El volumen total y comercial hallado para un área de 0,3 ha fue de 25,05 m^3 y 9,53 m^3 respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener tiene un valor de 2,49 siendo indicativo de una diversidad media. Los índices de riqueza de Margalef y Menhinick toman valores de 3,81 y 1,94, sugiriendo una riqueza de especies media.

Se evaluó la regeneración natural del ecosistema encontrándose 136 individuos de 16 especies correspondientes a 10 géneros y 10 familias. La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 43% del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 38% y los renuevos con 19%. El índice de regeneración señala que la especie más importante es *Montanoa quadrangularis*, la cual se encuentra presente en mayor proporción en la categoría de tamaño latizal, estando presente en las otras dos categorías de tamaño, le siguen, en importancia de regeneración natural *Fraxinus chinensis* y *Piper hispidum.*

Fotografía 11.6 Panorámica del Bosque de Galería y/o Ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental Coordenadas: Este: 1161254,1032; Norte:1313343,0213

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Fauna

Con base en las especies registradas en los muestreos de fauna se realizó la Tabla 11.11, la cual resume la composición faunística para cinco (5) de los seis ecosistemas afectados por el proyecto

En el Arbustal denso Alto del Orobioma Andino Altoandino de la Cordillera Oriental (ADA del OAACO) se reportan cuatro (4) especies de aves y una (1) de mamíferos, ninguna de estas especies es catalogada como amenazada o endémica.

El Arbustal denso Alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino de la Cordillera Oriental (ADA del OAAACO) presentó, de acuerdo a la caracterización realizada, 19 especies de aves, con una abundancia total de 49 individuos. La especie más abundante corresponde a *Spinus psaltria*. Dos (2) de las especies encontradas en el muestreo de este ecosistema, *Buteo platypterus* y *Colibri coruscans,* hacen parte del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES. En cuanto a la distribución de las especies una (1), *Tangara vitriolina,* se considera casi endémica encontrándose registros a nivel mundial en Ecuador y Colombia y a nivel nacional se distribuye en toda la zona Andina (Valles interandinos de los ríos Magdalena, Cauca, Dagua y Patía) a excepción de la vertiente oriental de la cordillera Oriental.

Para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (ADB del OAACO) se reportan cuatro (4) especies de anfibios, ocho (8) de aves, un (1) mamífero y tres (3) reptiles. Para este ecosistema se reporta una especie amenazada, *Tachiramantis douglasi* (anfibio)*,* incluida en la categoría Vulnerable (VU) por la IUCN. Dos (2) especies de anfibios, *Dendropsophus molitor* y *T. douglasi*, con distribución restringida al país; y tres especies de reptiles considerados Casi-Endémicos (Ver Tabla 11.11).

En el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (BGR del OAACO) se reportan 60 individuos pertenecientes a 16 especies de aves y una (1) de mamíferos. Entre las especies de aves sobresalen *Chlorostilbon poortmani* considerado casi-endémico y *Elaenia frantzii* especie migratoria altitudinal.

En el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental (HDTFA) se encontraron cuatro (4) individuos pertenecientes a dos (2) especies de mamíferos: *Cerdocyon thous* y *Didelphis marsupialis* (Ver Tabla 11.11)

Tabla 11.11 Composición faunística para los ecosistemas equivalentes

Clase	Familia	Género	Especie	Abundancia				
				ADA del OAACO	ADA del OAAACO	ADB del OAACO	BGR del OAACO	HDTFA del OAACO
Amphibia	Hylidae	Dendropsophus	*Dendropsophus molitor*	0	0	9	0	0
	Strabomantidae	Pristimantis	*Pristimantis cf gryllus*	0	0	5	0	0
			Pristimantis gryllus	0	0	2	0	0
		Tachiramantis	*Tachiramantis douglasi*	0	0	3	0	0
Aves	Accipitridae	Buteo	*Buteo platypterus*	0	1	0	0	0
		Elanus	*Elanus leucurus*	0	0	0	2	0
	Cardinalidae	Piranga	*Piranga rubra*	0	2	0	0	0
	Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	0	0	14	30	0
	Columbidae	Patagioenas	*Patagioenas fasciata*	0	3	0	0	0
		Zenaida	*Zenaida auriculata*	4	0	0	0	0
	cuculidae	Crotophaga	*Crotophaga ani*	0	0	0	2	0
	Emberizidae	Zonotrichia	*Zonotrichia capensis*	0	4	3	2	0
	Falconidae	Falco	*Falco sparverius*	0	0	0	1	0
	Fringillidae	Spinus	*Spinus psaltria*	0	6	0	2	0
	Furnariidae	Synallaxis	*Synallaxis azarae*	0	0	0	2	0
	Hirundinidae	Orochelidon	*Orochelidon murina*	0	0	12	0	0
		Pygochelidon	*Pygochelidon cyanoleuca*	0	2	0	0	0
	Icteridae	Icterus	*Icterus chrysater*	0	2	0	2	0
		Quiscalus	*Quiscalus lugubris*	0	4	0	4	0
		Sturnella	*Sturnella magna*	0	4	0	2	0
	Mimidae	Mimus	*Mimus gilvus*	3	0	0	2	0
	Parulidae	Myioborus	*Myioborus miniatus*	0	2	0	0	0
	Thraupidae	Anisognathus	*Anisognathus igniventris*	0	0	1	0	0
		Tangara	*Tangara cayana*	0	2	0	0	0
			Tangara cyanoptera	0	2	0	0	0
			Tangara vitriolina	0	1	0	0	0
		Thraupis	*Thraupis episcopus*	0	2	0	0	0

Clase	Familia	Género	Especie	Abundancia				
				ADA del OAACO	ADA del OAAACO	ADB del OAACO	BGR del OAACO	HDTFA del OAACO
	Trochilidae	Chlorostilbon	*Chlorostilbon poortmani*	0	0	0	1	0
		Colibri	*Colibri coruscans*	0	2	0	2	0
	Troglodytidae	Troglodytes	*Troglodytes aedon*	0	0	5	2	0
	Turdidae	Turdus	*Turdus fuscater*	3	3	2	2	0
	Tyrannidae	Elaenia	*Elaenia frantzii*	1	0	5	1	0
		Mecocerculus	*Mecocerculus leucophrys*	0	0	2	0	0
		Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	0	2	0	0	0
		Zimmerius	*Zimmerius chrysops*	0	3	0	0	0
	Vireonidae	Vireo	*Vireo olivaceus*	0	2	0	0	0
Mammalia	Canidae	Cerdocyon	*Cerdocyon thous*	0	0	0	0	2
	Didelphidae	Didelphis	*Didelphis marsupialis*	0	0	0	1	2
	Leporidae	Sylvilagus	*Sylvilagus brasiliensis*	0	0	1	0	0
	Sciuridae	Notosciurus	*Notosciurus granatensis*	1	0	0	0	0
Reptilia	Colubridae	Atractus	*Atractus pamplonensis*	0	0	1	0	0
	Dactyloidae	Anolis	*Anolis jacare*	0	0	2	0	0
	Scincidae	Mabuya	*Mabuya zuliae*	0	0	1	0	0
Total general				12	49	68	60	4

ADA: Arbustal denso alto; **ADB:** Arbustal denso bajo; **BGR:** Bosque de galería y/o ripario; **HDTFA:** Herbazal denso de tierra firme con arbustos
OAACO: Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental; **OAAACO:** Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.5 ¿Cuánto compensar?

La respuesta de cuanto compensar inicia con la identificación de los ecosistemas que pueden llegar a sufrir intervención por las actividades del proyecto y continúa con la aplicación de los factores de compensación, conforme lo establece el Anexo 2. Listado Nacional de Factores de Compensación y cuya unidad de análisis corresponden a los Biomas_Unidades Bióticas (BUB), y a los ecosistemas presentes en estas unidades.

Para el respectivo cálculo se adoptó el concepto de ecosistema natural indicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el cual un ecosistema se define como: "*aquel complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que presenta una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y que se caracterizan por no haber sufrido mayores transformaciones por acción antrópica*" (MADS, 2018).

Teniendo en cuenta la anterior definición, en el interior del área de influencia del proyecto se encuentran seis (6) ecosistemas naturales terrestres, cuyo análisis fue necesario tanto para la determinación de cuáles de ellos podrían ser afectados por actividades del proyecto en su fase de construcción, como la identificación de los ecosistemas equivalentes dentro del área de influencia físico biótico. Lo anterior con el propósito de aportar información para su selección, al momento del establecimiento de las medidas compensatorias.

En el proceso de acatar los términos de referencia M-M-INA 02 V2, fue necesario afinar la escala del mapa de ecosistemas ya que la fuente nacional "Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia 2017. Versión 2.1" se encuentra a escala 1:100.000. En la actualidad no está disponible la memoria explicativa de construcción de este mapa, por tanto, se tuvo comunicación directa con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) quienes brindaron, a manera de borrador, un aparte del documento Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia (ver Anexo 5.2.1 Flora-F Comunicaciones-IDEAM aparte de documento Memoria Técnica Mec-Biomas).

La anterior información permitió la construcción del mapa de Ecosistemas a escala 1:25:000, siendo posible una delimitación ajustada al territorio del Hidrobioma asociado al río Pamplonita y a los BUB de Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental, Orobioma azonal andino altoandino Cordillera Oriental y Orobioma Andino Catatumbo. El refinamiento de este insumo hizo necesario la consulta de los factores de compensación en el Anexo 2. Listado factores de compensación y que este factor no provenga directamente del cruce con la cartografía oficial, en la cual al afectar 3,56 ha de ecosistemas naturales es necesario compensar 28,56 ha (Escala 1:100.000).

Esta situación obedeció a las diferencias de escalas de aproximación en la definición de ecosistemas hecha por el proyecto, que, en respuesta al análisis detallado de información relacionada con aspectos de pedología, geomorfología o altura sobre el nivel del mar, delimita a una escala más detallada los biomas presentes.

Para concluir, el cálculo del área a compensar se realizó a través de la identificación de ecosistemas escala 1:25.000, el cruce con el área de intervención y la respectiva asignación de factores de compensación.

11.2.2.5.1 Factor de compensación

De acuerdo con las características y actividades del proyecto vial, su ejecución afectará a varios ecosistemas presentes en los Bioma_Unidad Biótica del Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental y el Orobioma azonal andino altoandino Cordillera Oriental. En la Tabla 11.12 se presentan los valores de los criterios y Factores de Compensación de cada Bioma_Unidad Biótica.

Tabla 11.12 Factores de compensación para las unidades Bioma Unidad Biótica identificadas en el área de intervención

Bioma Unidad Biótica (BUB)	Criterio de representatividad	Criterio de Rareza	Criterio de remanencia	Criterio de tasa de transformación	FC
Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental	1,5	2	3	1,25	7,75
Orobioma azonal andino altoandino Cordillera Oriental	2	2	3	1,25	8,25

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para cada BUB se describe una valoración para los cuatro (4) criterios que definen el Factor de compensación, con lo cual se obtiene un mayor detalle sobre los aspectos que determinan el factor para los biomas a afectar.

El factor “representatividad” permite evaluar la potencialidad de conservación del BIOMA_IAVH, de acuerdo con la proporción de la unidad que se encuentra bajo alguna categoría de conservación del SINAP. De esta forma, para los BUB afectados por el proyecto, la calificación de representatividad fue de 1,5 y 2, sugiriendo una media y baja representatividad. El Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental se valora con una media representatividad, pues entre el 6% al 12 % de su extensión se encuentra dentro del SINAP. Por su parte, el Orobioma azonal andino altoandino Cordillera Oriental presenta una representatividad baja ya que solo entre el 1 al 6% de este ecosistema se encuentra representado en el SINAP.

La rareza incorpora que tan replicables son los biomas dentro de las unidades bióticas (Irreplicabilidad) y que tan únicos son los Biomas en términos de composición de especies (Unicidad), su valor oscila entre 1 y 2. En el caso del proyecto se identificó que los dos BUB analizados tienen una calificación para este criterio de 2, valor que simboliza una rareza muy alta, mayor del 43,4%.

La remanencia evalúa cuanta área del bioma permanece en condiciones naturales, para tal fin incluye variables como cobertura y grado de transformación, para este criterio se definieron cinco (5) categorías que oscilan entre 1 y 3, siendo 1 el valor de muy alta remanencia y 3 valor que sugiere muy baja remanencia. Los dos BUB afectados por el proyecto presentan una muy baja remanencia con menos del 30% del bioma en condiciones naturales.

El criterio de transformación anual determina los cambios en cobertura natural del bioma mediante el cálculo de la tasa de perdida de la cobertura. Su evaluación emplea cinco categorías, con valores que varían entre 1 y 2, siendo 1 indicador de muy baja transformación y 2 de muy alta. El Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental y el Orobioma azonal andino altoandino Cordillera Oriental presentan valores de 1,25, indicando una tasa de transformación anual entre 0,12 a 0,18%.

11.2.2.5.2 Calculo del área a compensar

Ecosistemas naturales

Para el proyecto, los ecosistemas naturales a compensar suman 3,56 ha., bajo un escenario de análisis actual en el que puede afectarse los ecosistemas de Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

En la Tabla 11.13 se presenta el área a compensar para cada ecosistema, teniendo como resultado general que al afectar 3,56 ha será necesario compensar 28,56 ha. Se recalca que este resultado es obtenido tras cruzar los ecosistemas escala 1:25000 con las áreas a intervenir por el proyecto, el resultado obtenido es diferente al que se obtiene al cruzar con la fuente nacional escala 1:100.000, pues en este estudio se definieron los biomas de acuerdo con las recomendaciones del IDEAM (Ver anexo5.2.1 Flora-F Comunicaciones-IDEAM aparte de documento Memoria Técnica Mec-Biomas).

Se reitera que estas afectaciones son posibles, luego de haber cumplido con las medidas de prevención y mitigación, por lo que el área final de compensación dependerá de la real afectación de las áreas naturales, las cuales dependerán a su vez del desarrollo definitivo de las obras.

Tabla 11.13 Área máxima a compensar para los ecosistemas naturales afectados

Tipo de obra	Obra	Ecosistema	Área (ha)	FC	Área compensar (ha)
Acceso ZODMES	Acc-V118-V121	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0455	7,75	0,3526

Tipo de obra	Obra	Ecosistema	Área (ha)	FC	Área compensar (ha)
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0005	7,75	0,0036
Total Acceso ZODMES			0,046		0,3565
Área de almacenamiento	Portal Entrada	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0471	7,75	0,3650
Total Área de almacenamiento			0,0471		0,3650
Diseño Vía	Diseño Vía	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,5868	7,75	4,5475
		Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,9113	8,25	7,5185
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0871	8,25	0,7186
Total Diseño Vía			1,5852		12,7845
Vía industrial	VI-1	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0035	7,75	0,0270
		Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0045	7,75	0,0349
		Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,0174	7,75	0,1349
Total Vía industrial			0,0254		0,1969
ZODME	VER 118	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,7996	8,25	6,5967
	VER 131	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,0409	7,75	8,0670
Total ZODME			1,8405		14,6637
Total general			3,5695		28,5626

FC: Factor de compensación
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

El Bioma Unidad Biótica con mayor área a compensar es el Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental con 14,83 ha, mientras que para el Orobioma andino altoandino Cordillera Oriental el área a compensar es de 13,73 ha. No obstante, en el momento de realizar la compensación se debe considerar que el Manual propone para el caso de los proyectos lineales que afecten varios ecosistemas que el área total a compensar podrá ejecutarse en él o en los ecosistemas con mayor área impactada, el cual en este

caso corresponde al Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental; o en aquellos ecosistemas que presenten los mayores valores de factor de compensación, los cuales para el proyecto corresponden al Arbustal denso alto y al bosque de galería del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, los cuales cuentan con un factor de compensación de 8,25.

Ecosistemas transformados

El área a compensar para los ecosistemas transformados se calcula multiplicando el área afectada por un factor de compensación de uno (1). En este caso se compensaron los ecosistemas de las áreas agrícolas, a excepción de los pastos limpios, los cuales son elementos que han sido altamente intervenidos y tienen un bajo potencial de conectividad del paisaje. De esta manera, al afectar 13,55 ha es necesario realizar la compensación por cambio en el uso del suelo de 13,55 ha. En la Tabla 11.14 se presentan los ecosistemas transformados afectados disgregados en las respectivas obras que causaran su afectación y el valor a compensar para cada uno de ellos.

Tabla 11.14 Área máxima a compensar para los ecosistemas transformados afectados

Tipo de Obra	Obra	Ecosistema	Área a afectar (ha)	FC	Área a compensar (ha)
Acceso ZODMES	Acc-V118-V121	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,145	1	0,145
	Acc-V144-V18	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,001	1	0,001
	Acc-V156	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	0,035	1	0,035
Total Acceso ZODMES			0,181		0,181
Área de almacenamiento	Portal Entrada	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,014	1	0,014
	Portal Salida	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,327	1	0,327
Total Área de almacenamiento			0,342		0,342
Bahía	Bahia10 Acc-V156	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	0,011	1	0,011
Total Bahía			0,011		0,011
Diseño Vía	Diseño Vía	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,137	1	0,137
		Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal	1,662	1	1,662

Tipo de Obra	Obra	Ecosistema	Área a afectar (ha)	FC	Área a compensar (ha)
		Andino Altoandino Cordillera Oriental			
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,773	1	1,773
		Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,478	1	4,478
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,394	1	2,394
		Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,041	1	0,041
Total Diseño Vía			10,460		10,460
Polvorín	Polvorín 3	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,273	1	0,273
Total Polvorín			0,273		0,273
Portal	Portal Salida	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,008	1	0,008
Total Portal			0,008		0,008
Túnel	Acc-V118-V121	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,028	1	0,028
Total Túnel Acc-V118-V121			0,028	1	0,028
Vía industrial	VI-1	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,058	1	0,058
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,203	1	0,203
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,052	1	0,052
Total Vía industrial			0,314		0,314
ZODME	VER 124	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,069	1	0,069
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,848	1	0,848
	VER 131	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,002	1	0,002

Tipo de Obra	Obra	Ecosistema	Área a afectar (ha)	FC	Área a compensar (ha)
	VER 156	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	0,989	1	0,989
Total ZODME			1,908		1,908
Zona de lavado y parqueo	Zona lavado y Parqueo	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,004	1	0,004
Total Zona de lavado y parqueo			0,004		0,004
Total general			13,552		13,552

FC: Factor de compensación
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Área total a compensar

El área total a compensar en el proyecto corresponde a la sumatoria de la compensación de los ecosistemas naturales y los ecosistemas transformados, la cual corresponde a 42,11 ha (Ver Tabla 11.15).

Tabla 11.15 área máxima a compensar para los ecosistemas naturales y transformados afectados

Tipo de Ecosistema	Ecosistema	Área (ha)	FC	Área a compensar (ha)
Natural	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,64	7,75	4,94
	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,71	8,25	14,11
	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	7,75	0,58
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,02	7,75	0,14
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,09	8,25	0,72
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,04	7,75	8,07
Total ecosistemas naturales		3,56		28,56
Transformado	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,20	1	0,20
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,66		1,66
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,842		2,842
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,48		4,48

Tipo de Ecosistema	Ecosistema	Área (ha)	FC	Área a compensar (ha)
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	1,04		1,04
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,29		3,29
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,05		0,05
Total ecosistemas transformados		13,55		13,55
Total		17,11		42,11

FC: Factor de compensación
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.6 Análisis del potencial de compensación en el ámbito geográfico

El análisis de las áreas potenciales para la ejecución del plan de compensación se orientó de acuerdo con los cuatro (4) criterios definidos en el manual:

1. Las compensaciones deberán localizarse en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades:
   a. La subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes.
   b. La zona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad.
2. Si las áreas elegidas para compensar son menores, según el tipo de ecosistema equivalente al área original impactada, se deberán incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración y de uso sostenible como acción complementaria.
3. Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, las áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación, las áreas protegidas que en su plan de manejo o documento técnico de soporte de declaratoria o ampliación definan acciones específicas de conservación, instrumentos de ordenamiento del territorio o instrumentos de ordenamiento ambiental del territorio.,
4. Se propendrá por la selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación, que pueden estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), siempre y cuando aumente el área del ecosistema donde se hayan implementado dichas acciones o le garantice la conectividad con aquellos de los que depende corológicamente.

Teniendo en cuenta los anteriores lineamientos, a continuación, se presenta un análisis de los sitios factibles para ejecutar la compensación dentro de la subzona hidrográfica del río Pamplonita y el área de influencia del proyecto.

11.2.2.6.1 Ecosistemas equivalentes presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

El Corredor Vial para para la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, se desarrolla sobre la Zona hidrográfica del Catatumbo, subzona hidrográfica río Pamplonita. La cuenca tiene una extensión de 2.024 km^2, se ubica en la parte centro oriental del Norte de Santander, es una cuenca binacional ya que más de un tercio de su superficie se encuentra en el territorio Venezolano (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

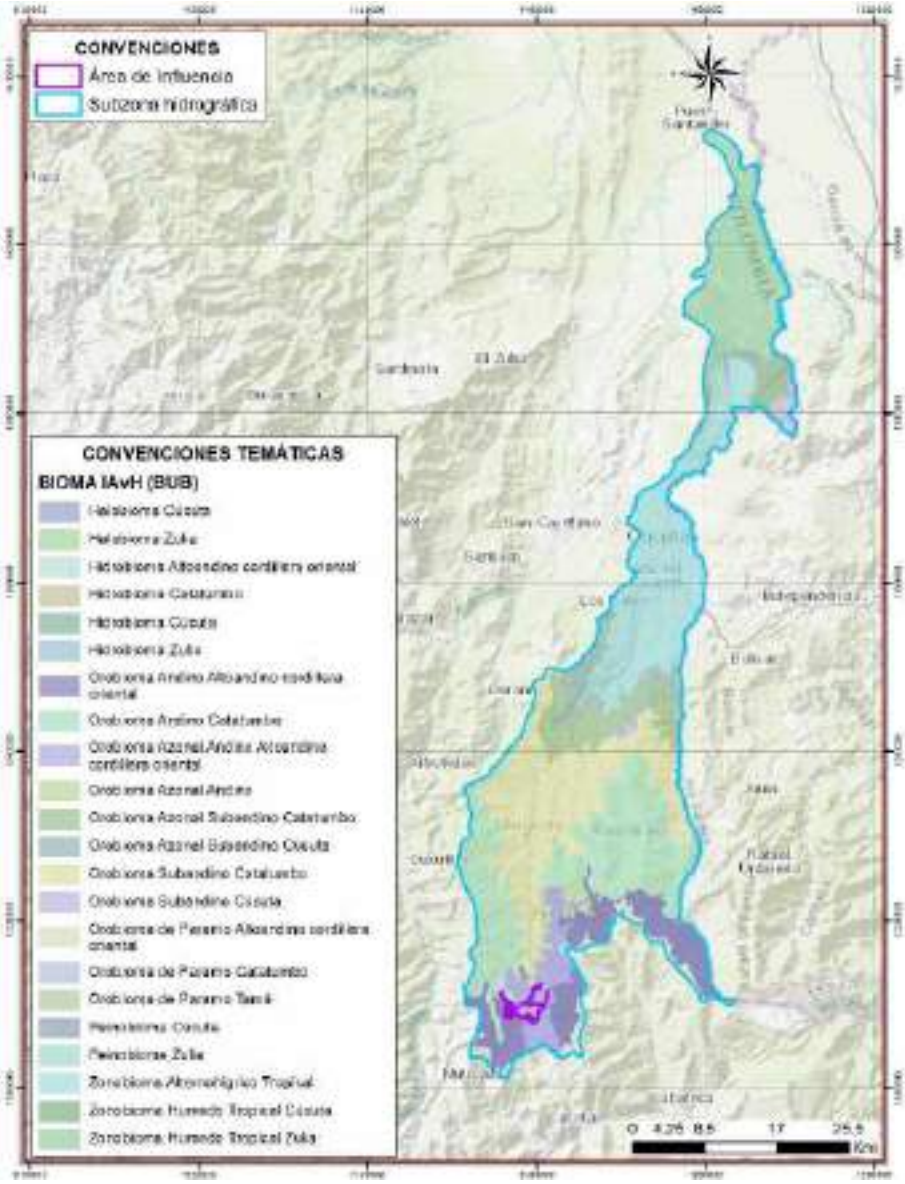
Dentro de Colombia, la cuenca se encuentra conformado por 10 municipios: Bochalema, Pamplonita, Pamplona, Chinácota, Herrán, Puerto Santander, Cúcuta, Villa Rosario, Los Patios y Ragonvalia. Los últimos tres municipios pertenecen totalmente a la cuenca, mientras que los restantes pertenecen parcialmente.

Dentro de las variables físicas que caracterizan la cuenca, se encuentran elevaciones desde los 3.648m, hasta 42 msnm, con una elevación media de 1.333 m. Hidrológicamente la cuenca se divide en 25 subcuencas que varían entre los 13.1 km^2 hasta los 202,1 km^2 y pendientes medias entre 4,8 y 26,5 grados. En la cuenca se registran temperaturas medias anuales entre los 10 a los 29 ºC, la precipitación media anual se estima en 2.700 mm, variando dependiendo del sector de la cuenca. A escala mensual la precipitación exhibe un comportamiento bimodal, presentando temporadas lluviosas en los meses de abril-mayo y luego en octubre-noviembre (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

Se reporta para la cuenca una cobertura vegetal natural del 48%. Al analizar estas áreas con respecto a su conectividad se encontró que el 97.23% se encuentra fragmentada, de este valor el 23,98% corresponde a fragmentación fuerte y el 73,25% a fragmentación extrema. Entre el 2010 al 2013 se reporta para la cuenca una pérdida total de cobertura natural de 331 ha/año (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

De acuerdo con el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia del IDEAM esta subzona hidrográfica tiene 22 Biomas_Unidades Bióticas (Ver Figura 11.5). El documento síntesis ambiental de la cuenca señala una diversidad alta y muy alta asociada a las coberturas de bosque natural de la parte alta de la cuenca. Se reportan en total 26 especies de flora y 73 especies de fauna con categoría de amenaza según la IUCN, además de tres (3) especies de flora y 11 de fauna endémica (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

Figura 11.5 Biomas unidades Bióticas presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

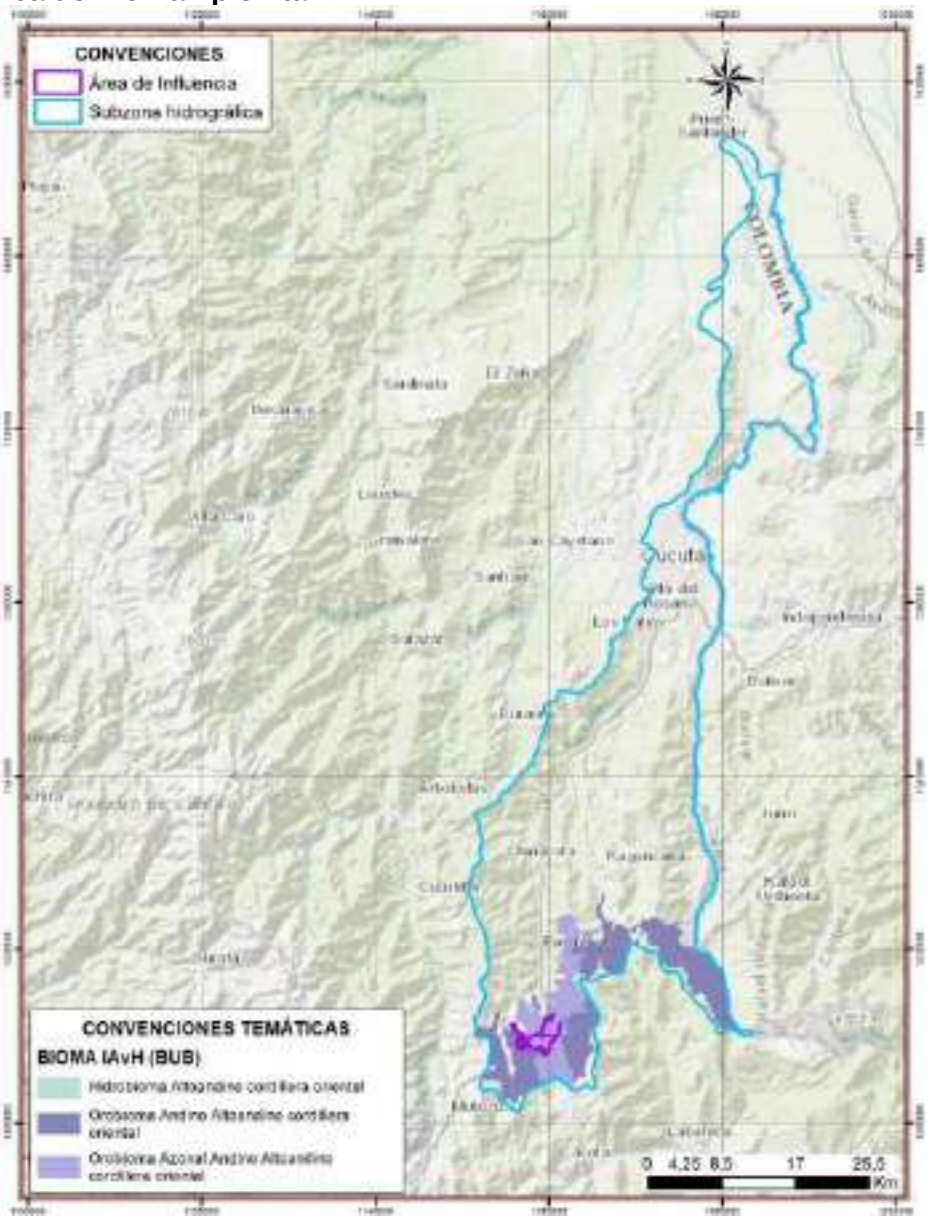


Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Para definir las áreas potenciales en las cuales se puede realizar la compensación se debe partir de áreas ecológicamente equivalentes, las cuales en primera instancia son aquellas que se encuentran dentro de los mismos Biomas_Unidades Bióticas afectadas por el proyecto, en este caso el Orobioma Andino Altoandino y el Orobioma Azonal Andino Altoandino de la Cordillera Oriental.

La Figura 11.6 muestra la localización de los Biomas Unidades Bióticas equivalentes presentes en la subzona hidrográfica, estos elementos se encuentran localizados mayoritariamente en los municipios de Pamplona, Pamplonita, Chinácota y Herrán. Para la subzona hidrográfica se reportan 13.116,41 ha del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental y 6.600,57 ha del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (IDEAM, 2017)

Figura 11.6 Distribución de los Biomas_Unidades Bióticas presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

El documento de síntesis ambiental que hace parte del documento técnico del Plan de ordenamiento de la cuenca reconoce dentro de las áreas críticas para el manejo del recurso hídrico a las áreas donde mayor producción del recurso se presenta, en especial las áreas que por su ubicación mantienen la demanda de los grandes centros poblados y actividades económicas, como: el sector del Parque Nacional El Tamá, subcuencas Agua Blanca y La Ciénaga; en el sector del nacimiento del río Pamplonita las cuencas de Iscalá, la Honda, El Naranjo, El Volcán, La Tescua y Bataga. Así mismo, menciona que el 12,06% del área de la cuenca expresa prioridad 1 (Tierra super crítica) de necesidad de conservación. Estas tierras se encuentran en la parte de la cuenca, donde las acciones productivas coinciden con el riesgo de erosión.

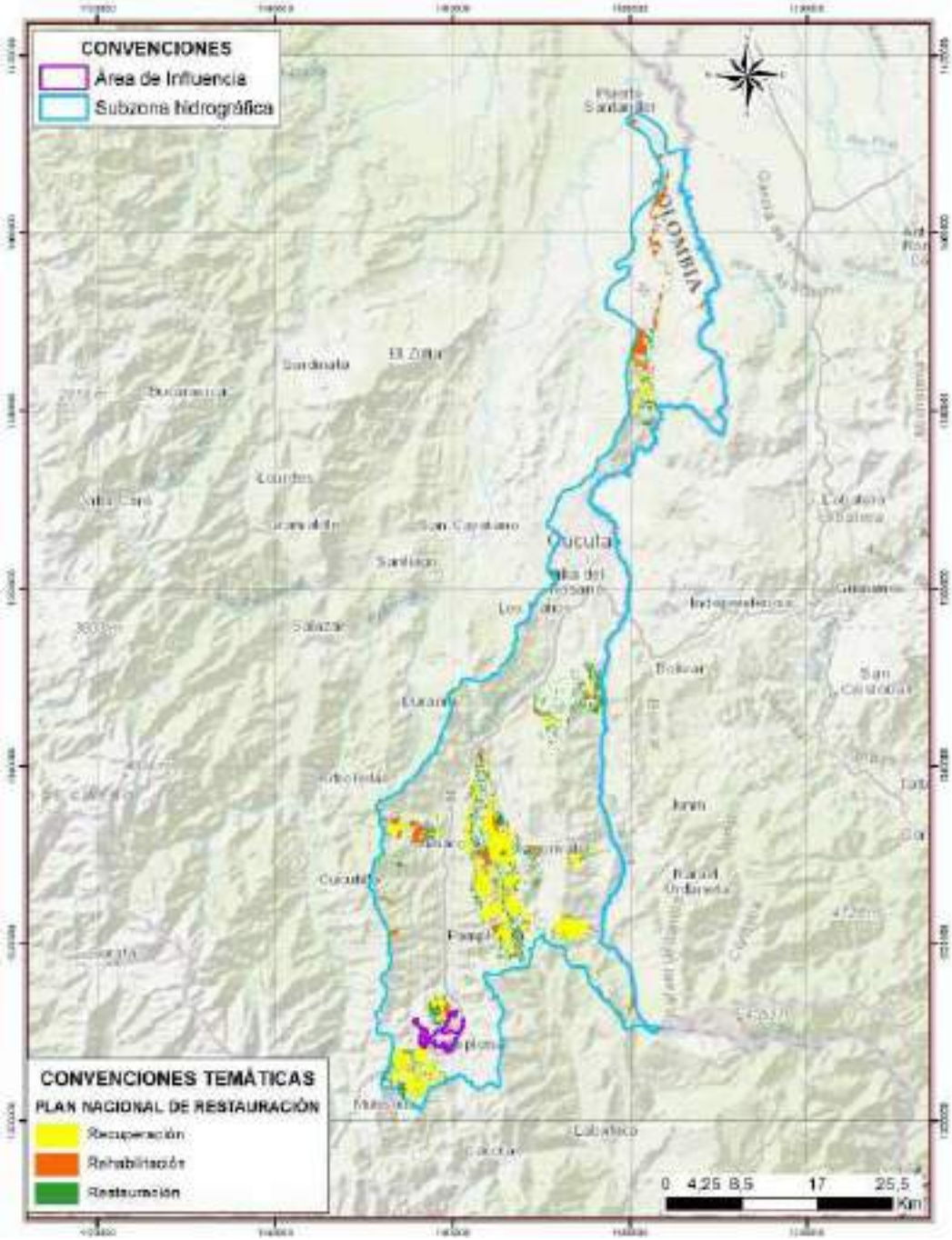
11.2.2.6.2 Áreas disponibles de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración

El Plan Nacional de Restauración, específicamente el Anexo 6 Mapa de áreas susceptibles a procesos de restauración, es un instrumento que permite identificar áreas con potencial para la ejecución de acciones de restauración, rehabilitación y recuperación para disminuir la vulnerabilidad del país generada por las dinámicas de ocupación del territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En dicho mapa se presentan las áreas susceptibles a ser restauradas con su correspondiente categoría de manejo a escala 1:100.000, el cual sirve de referencia general para la planificación a nivel nacional. No obstante, el documento es claro en afirmar que para la ejecución de los planes de restauración se deben usar instrumentos de planificación regionales (planes de ordenación forestal, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas), locales (planes de manejo de áreas protegidas, planes de ordenamiento territorial), los que a partir de criterios de carácter físico, biótico y social, y con el uso de cartografía a escalas más detalladas (mayores a 1:25.000), determinarán las áreas más adecuadas para la ejecución de actividades de restauración (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Como resultado del cruce de esta información con la subzona hidrográfica del río Pamplonita se encontró que 4.752,21ha son catalogadas con potencial para la ejecución de actividades restauración ecológica, 2.350,75 ha para rehabilitación y 7.550,50 ha para recuperación. La distribución de estas áreas se presenta en la Figura 11.7.

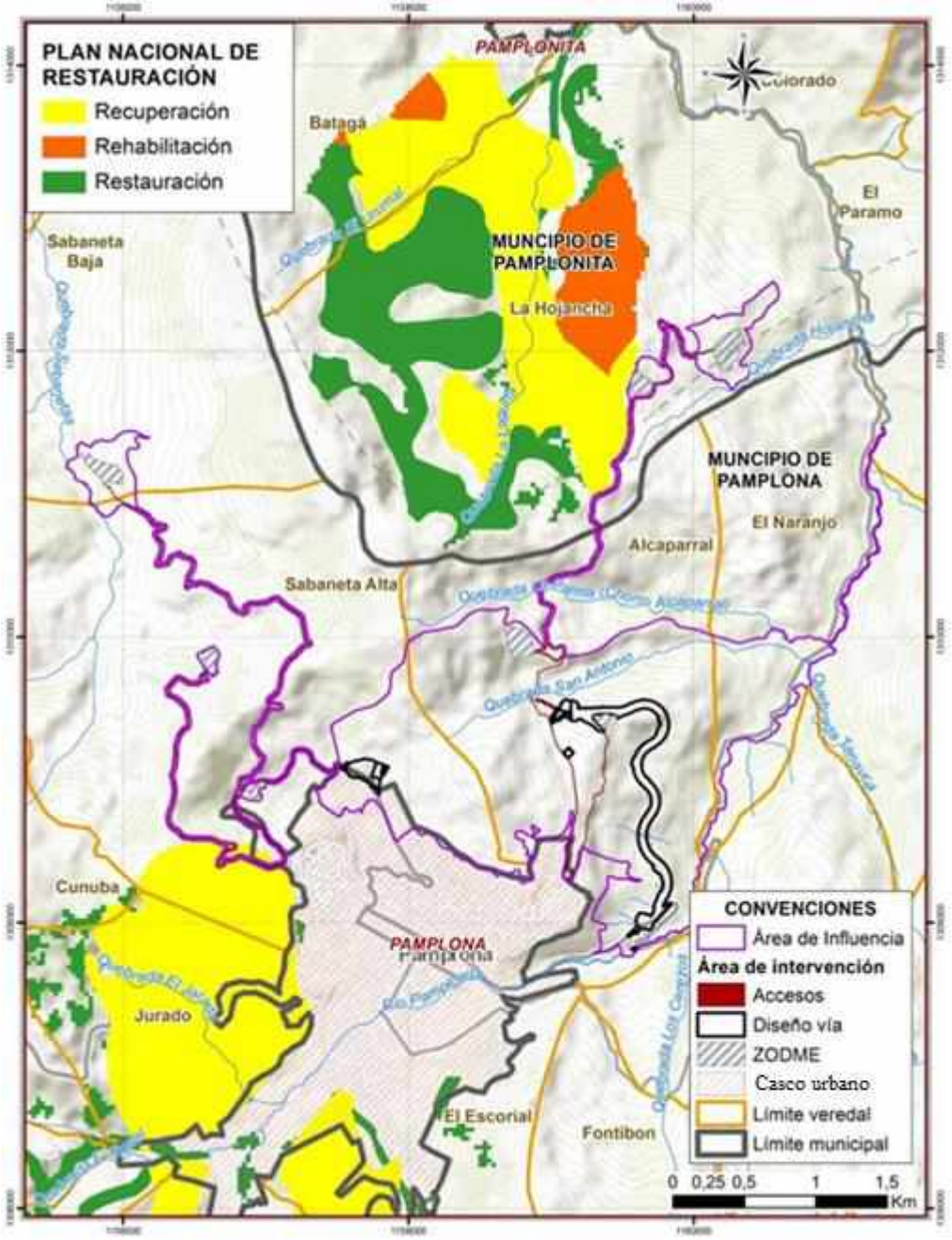
Figura 11.7 Áreas consideradas en el Plan Nacional de Restauración presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

Dentro del área de influencia del proyecto se reportan 2,69 ha con potencial para la ejecución de actividades de recuperación. La distribución de estas áreas se presenta en la Figura 11.8.

Figura 11.8 Áreas consideradas en el Plan Nacional de Restauración presentes en el área de influencia del proyecto



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

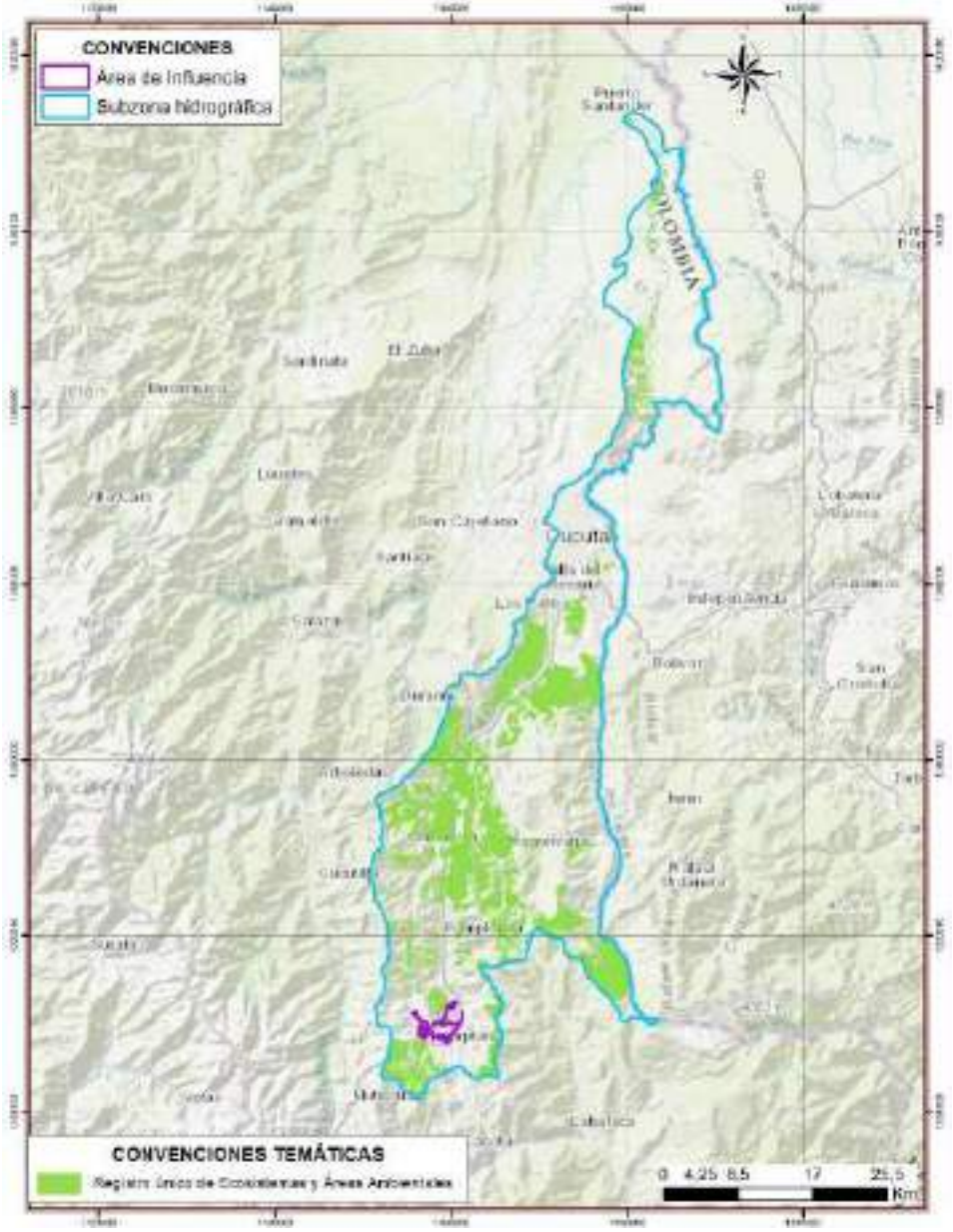
11.2.2.6.3 Áreas identificadas en el Registro único de Ecosistemas áreas ambientales (REEA)

El Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA) es creado y reglamentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 97 del 24 enero de 2017, como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y que contengan objetivos de Recuperación, Rehabilitación y Restauración.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante el análisis técnico señaló que el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA (deberá contemplar para su priorización lineamientos, tales como: a) Ecosistemas o áreas de importancia ecológica debido al mantenimiento de biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos; b) Ecosistemas o áreas que presentan valores de biodiversidad que persisten y cuentan con condiciones especiales en términos de representatividad ecológica, remanencia, rareza, además de considerarse frágiles, amenazados o en peligro de extinción; c) Ecosistemas o áreas que mantienen el hábitat de especies importantes o susceptibles para la conservación y/o grupos funcionales de especies; d) Ecosistemas o áreas de conservación in situ como estrategias que aportan a la protección, planeación, y manejo de los recursos naturales renovables siempre y cuando no pertenezcan al RUNAP.

Para la subzona hidrográfica del río Pamplonita se identifican 39.944,50 ha, de las cuales 14.653,46 ha pertenecen a las zonas de restauración, rehabilitación y recuperación del Plan Nacional de restauración. Dentro de esta figura también se incluyen las áreas pertenecientes a la Reserva Forestal de Ley segunda Cocuy, el Bosque seco Tropical y los ecosistemas de páramo. No se presenta una tabla donde se discriminen los elementos ya que estos presentan sobrelapes que dificultan totalizar cada elemento.

Figura 11.9 Áreas pertenecientes al registro único de ecosistemas y áreas ambientales presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.

Para el área de influencia solo se reportan 2,69 ha en la categoría de recuperación, este polígono se encuentra segregado en nueve (9) predios. Los ecosistemas presentes en esta área corresponden a red vial del orobioma andino altoandino Cordillera Oriental y Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental. La distribución de las áreas pertenecientes al registro único de ecosistemas y áreas ambientales se muestran en la Figura 11.8.

11.2.2.6.4 Áreas disponibles en el SINAP

Para el análisis de las áreas disponibles para la ejecución de la compensación se tuvieron en cuenta las áreas protegidas pertenecientes al SINAP, estipuladas en el Decreto 2372 de 2010 (Ver Tabla 11.16)

Tabla 11.16 Elementos del Sistema Nacional de áreas protegidas

Norma	Categoría/Descripción
Decreto 2372/2010-Art.10 Áreas Protegidas de SINAP	Parque Nacionales Naturales Reserva Natural Área Natural Única Santuario de Fauna Vía parque
	Reservas Forestales Protectoras
	Parques Naturales Regionales
	Distritos de Manejo Integrado
	Distrito de Conservación de suelos
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil
	Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP)
Decreto 2372/2010- Art.28 Estrategias de conservación y Distinciones Internacionales	Sitios Ramsar
	Reservas de la biosfera
	AICAS
	Patrimonio de la humanidad
Decreto 2372 de 2010, Art. 28 Ecosistemas estratégicos	Paramos, subpáramos
	Bosque seco tropical (BST)
Otras estrategias de Conservación In situ	Reservas Forestales de ley segunda de 1959
	Prioridades de Conservación Nacional (CONPES 3680 DE 2010)
	Reservas de Recursos Naturales

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

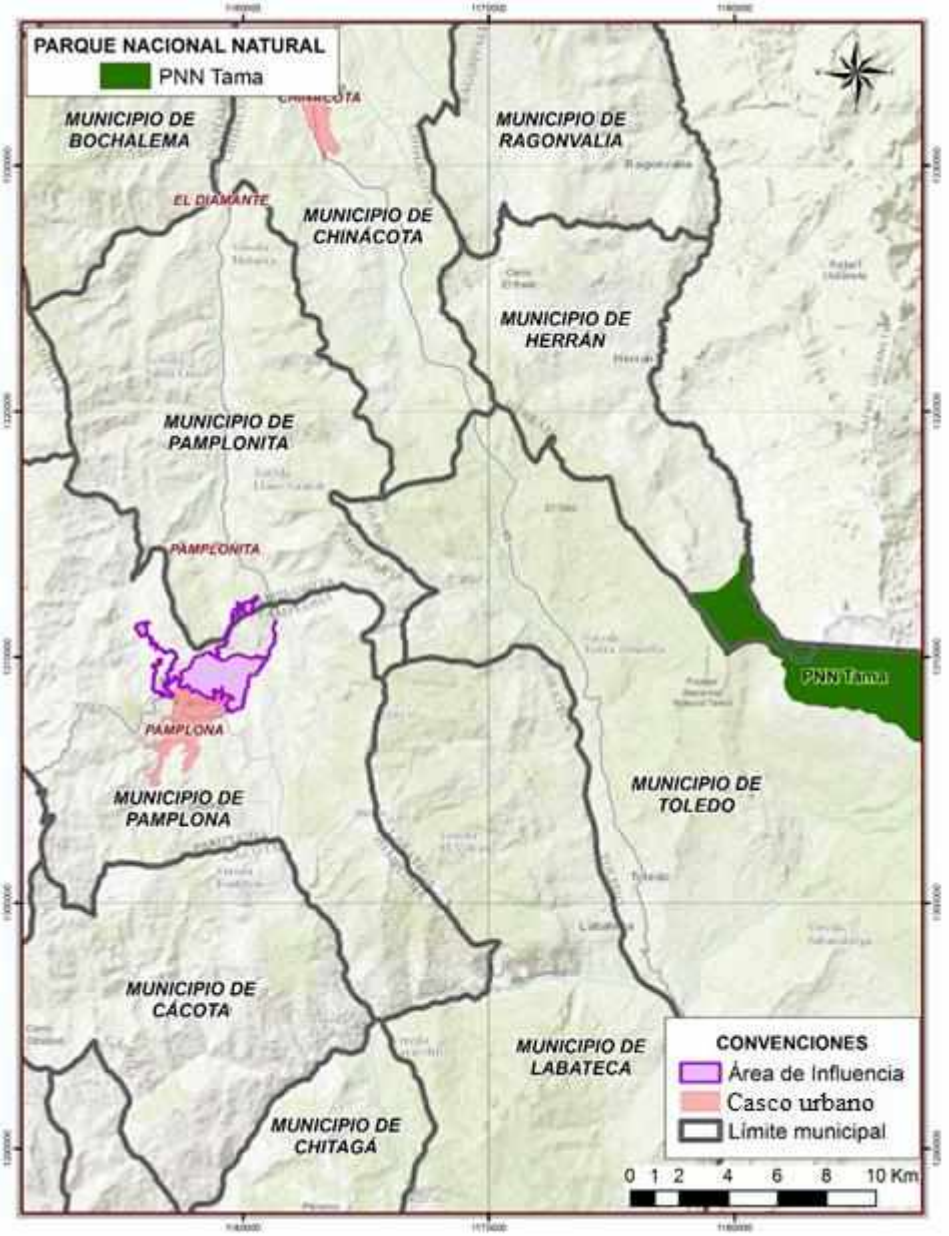
Dentro de la subzona hidrográfica se encuentran 1.907,04 ha del Parque Nacional Natural Tama, el cual fue declarado por medio de la Resolución 162 de 1977. Este parque no se traslapa con el área de influencia del proyecto y se encuentra a 17,3 km del área donde se planea la ejecución del proyecto.

Tabla 11.17 Áreas protegidas existentes en la subzona hidrográfica del proyecto

Categoría	Nombre	Resolución	Área _szh	Área _AI	Distancia al AI (km)
Parques Nacional Natural	Tama	Res 162 de 1977	1.907,54	0	17,3

Fuente: ConCol, 2018

Figura 11.10 Ubicación Parques Nacional Naturales Tama con respecto a la subzona hidrográfica del río Pamplonita



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

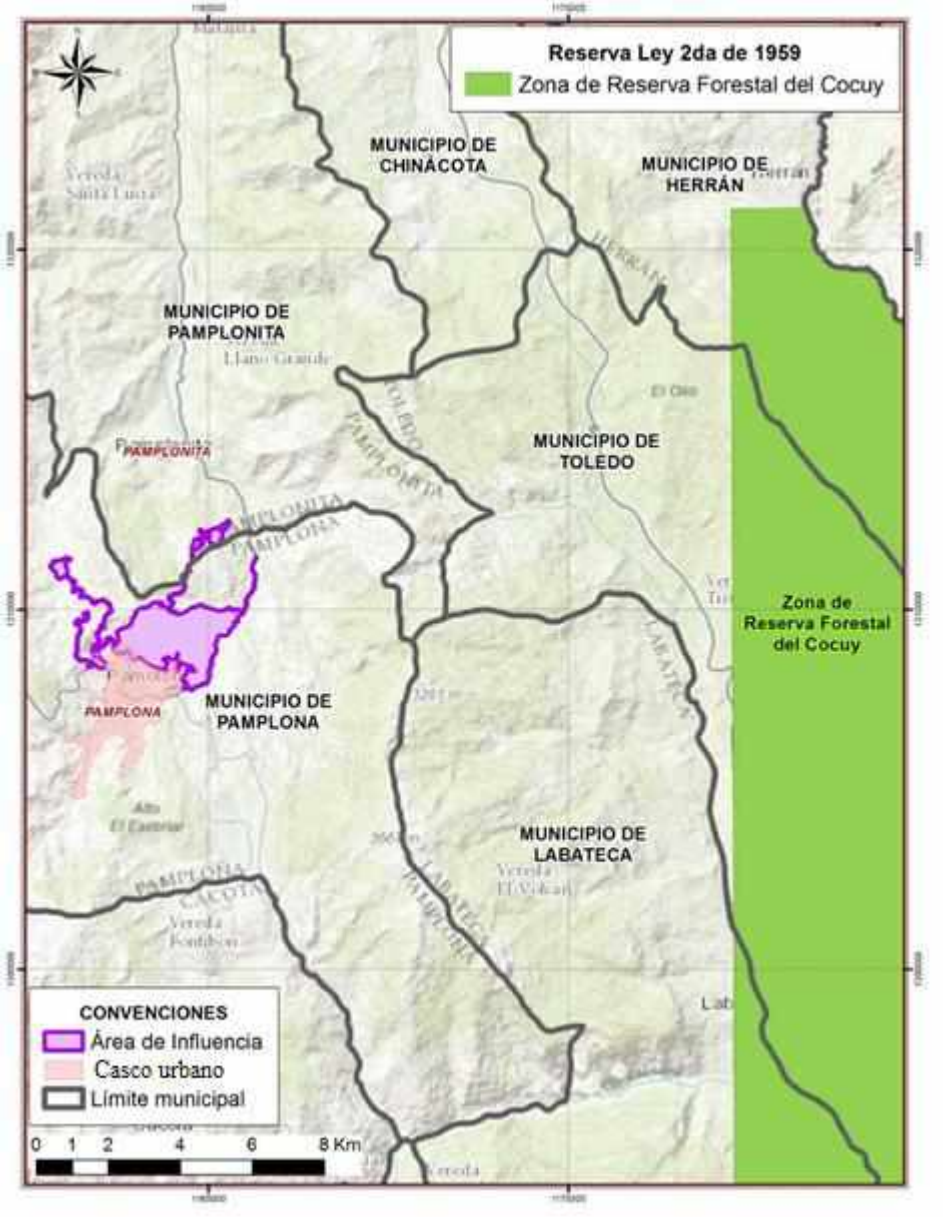
Otras estrategias de conservación in situ

Dentro de estas áreas se analizaron las reservas Forestales de ley segunda de 1959, las prioridades de conservación nacional y las reservas de recursos naturales temporales o áreas priorizadas para ser declaradas áreas protegidas por CORPONOR.

Reservas forestales de ley segunda

Las Reservas Forestales de Ley segunda no son áreas protegidas, están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. En la subzona hidrográfica del río Pamplonita se encuentran 9.374,88 ha de la Zona de Reserva Forestal del Cocuy. Está área no se intercepta con el área de influencia (AI) del proyecto (Ver Figura 11.11).

Figura 11.11 Ubicación de la Reserva Forestal del Cocuy



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Reservas de Recursos Naturales Temporales priorizadas para procesos de declaratoria dentro de la Jurisdicción de CORPONOR

Las Reservas de Recursos Naturales de Manera Temporal se crean mediante el Decreto 1374 de 27 de junio de 2013 del MADS. En estas reservas se encuentran 4.567.734 hectáreas de reservas forestales temporales definidas por la resolución 1150 de 2014 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de las cuales 231.773 ha corresponden a la jurisdicción de Corponor.

Corponor definió después de un análisis que involucro el estado de conservación, el grado de intervención, los servicios ecosistémicos para la población beneficiaria y el estado legal en los Esquemas de Ordenamiento Territorial, un total de 24 reservas, de las cuales 17 fueron priorizadas para ser declaradas áreas protegidas.

De estas 17 reservas, seis se encuentran en la subzona hidrográfica del río Pamplonita y cubren un total de 16.469,11 ha, sin embargo, solo la Reserva Natural Temporal Forestal Mejué presenta Biomas_Unidades Bióticas equivalentes a las afectadas por el proyecto. Es importante mencionar que ninguna de estas áreas se traslapa con el AI del proyecto.

La Tabla 11.18 presenta información sobre cada una de las Reservas naturales forestales temporales

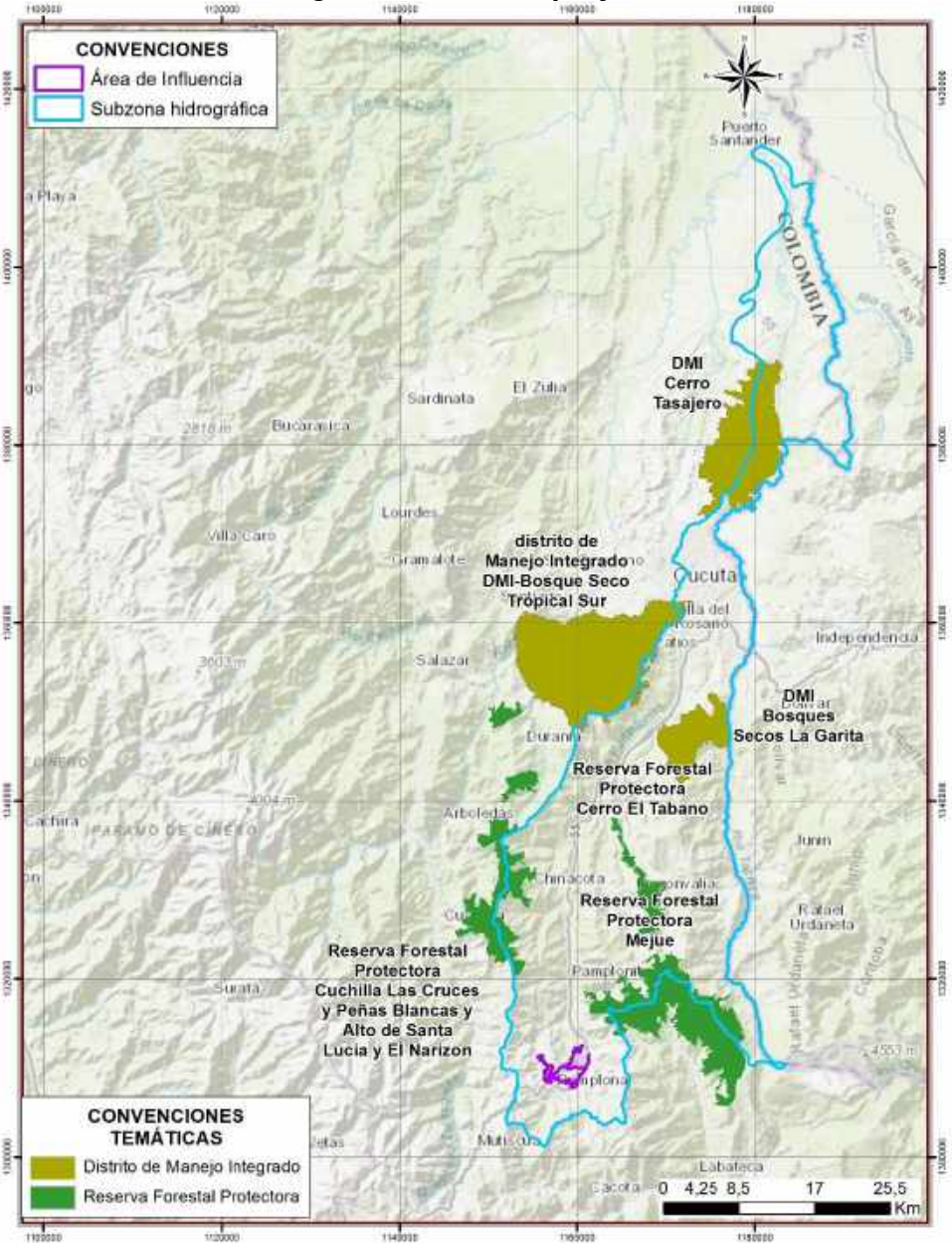
Tabla 11.18 Reservas Naturales Forestales Temporales presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

Resolución	Nombre	Categoría propuesta	Área (ha)
Res 1814 de 2015 Corponor	DMI-Bosque Seco Tropical Sur	DMI	710,66
	Bosques Secos La Garita	DMI	4.043,63
	Cuchilla Las Cruces y Peñas	Reserva Forestal Protectora	1.934,02
	Blancas y Alto de Santa Lucia y El Narizón		
	Cerro El Tábano		1.846,38
	Mejué		3.362,77
	Cerro Tasajero	DMI	4.571,65
Total			16.469,11

Fuente: Corponor, 2015

En la Figura 11.12 se presenta la localización de estas áreas con respecto a la subzona hidrográfica.

Figura 11.12 Localización de las Reservas Naturales Forestales Temporales presentes en la subzona hidrográfica del AI del proyecto



Fuente: Corponor, 2015

Prioridades de Conservación Nacional

Por medio del documento CONPES 3680 se dictan los lineamientos de política necesarios para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que contribuirá a la conservación de la biodiversidad como base natural para el desarrollo del país, la

generación de beneficios ambientales y la preservación de espacios naturales indispensables para la preservación de la diversidad cultural que existe en el país. Dicho portafolio ha sido construido con información en la escala nacional 1:500.000, en este documento se presenta la identificación de sitios prioritarios de conservación definidos por procesos técnicos, en donde deberá realizarse la creación de áreas protegidas, los cuales se encuentran distribuidos en ocho clases:

a. Omisiones, urgentes, naturales y oportunas
b. Omisiones, urgentes, naturales y sin oportunidad
c. Omisiones, urgentes y seminaturales
d. Omisiones y sin urgencia
e. Alta insuficiencia y urgente
f. Alta insuficiencia sin urgencia
g. Baja insuficiencia y urgente
h. Baja insuficiencia y sin urgencia

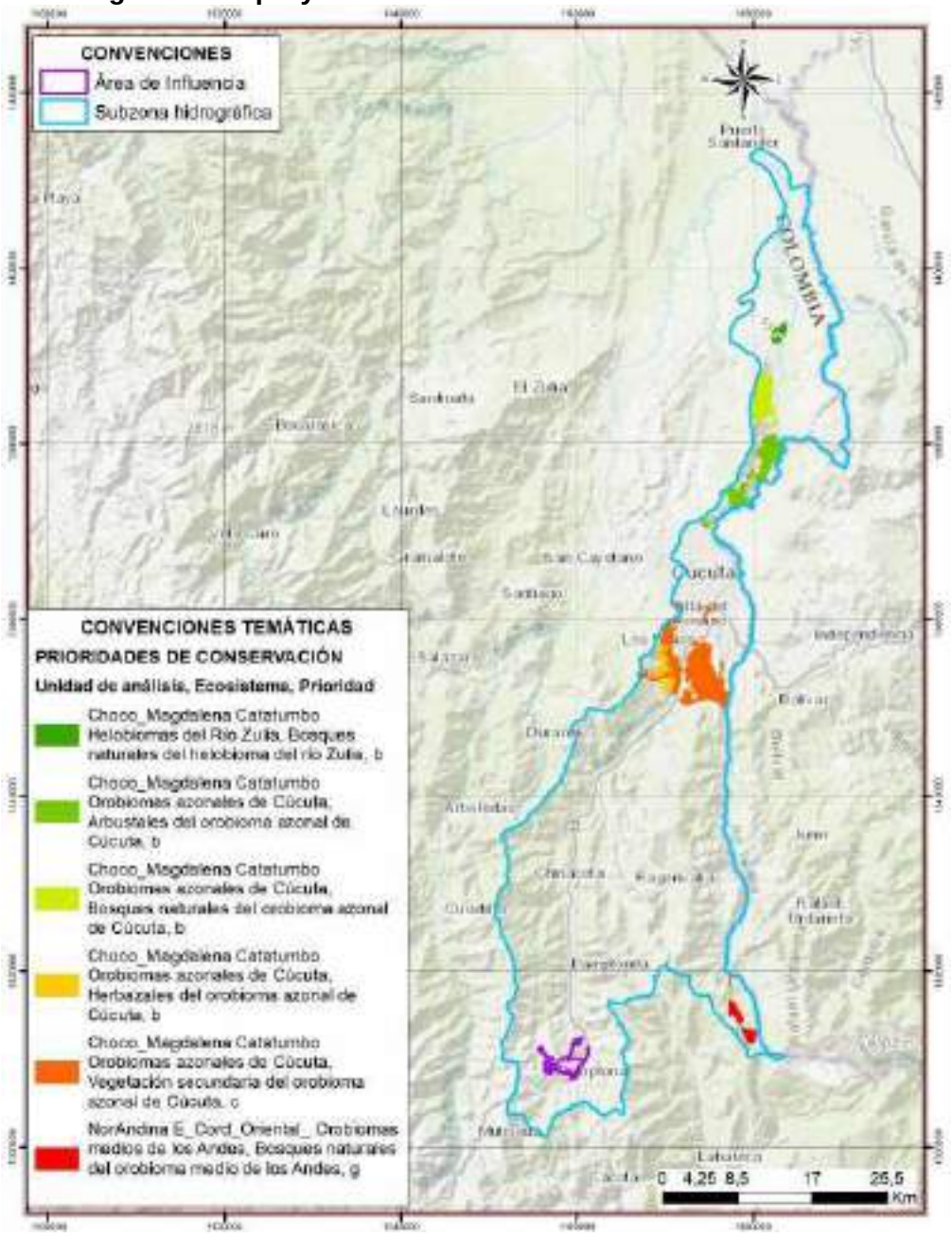
Para la subzona hidrográfica del río Pamplonita se registran 6 ecosistemas, los cuales se relacionan en la Tabla 11.19 y se muestran en la Figura 11.13, en total suman 8.808.45 ha. Es importante mencionar que ninguna de estas áreas se superpone con el área de influencia del proyecto. Las Prioridades de Conservación Nacional se consideraron pese a que se encuentran descritos de acuerdo con el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000, elaborado por el IDEAM en el 2007.

Tabla 11.19 Prioridades de conservación nacional presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

Unidad de análisis	Ecosistema	Prioridad	Área (ha)
Choco_Magdalena Catatumbo Helobiomas del Río Zulia	Bosques naturales del helobioma del río Zulia	b	226,03
Choco_Magdalena Catatumbo Orobiomas azonales de Cúcuta	Arbustales del orobioma azonal de Cúcuta		1.759,04
	Bosques naturales del orobioma azonal de Cúcuta		1.167,98
	Herbazales del orobioma azonal de Cúcuta		644,02
	Vegetación secundaria del orobioma azonal de Cúcuta	c	3.791,06
NorAndina E_Cord_Oriental_ Orobiomas medios de los Andes	Bosques naturales del orobioma medio de los Andes	g	1.120,30
Total			8.808,45

Fuente: CONPES, 2010

Figura 11.13 Localización de las prioridades de conservación identificadas en la subzona hidrográfica del proyecto



Fuente: CONPES, 2010

11.2.2.6.5 Áreas disponibles en los instrumentos de ordenación del territorio

Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita

El ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de esta cuenca fue adoptado mediante la Resolución 761 del 18 de diciembre de 2014. Hacen parte de esta cuenca los municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios, Herrán, Ragonvalia, Villa del Rosario, y Cúcuta. Este POMCA define dos grandes categorías de ordenación: Conservación y protección, y Uso múltiple.

La categoría de Ordenación y Protección Ambiental: Incluye áreas que pertenecen a la estructura ecológica principal y las que, de acuerdo con la legislación ambiental vigente, deben ser objeto de especial protección (Dec. 3600 de 2007).

Dentro de esta categoría se encuentran las zonas de uso y manejo, en donde las áreas protegidas son las establecidas por el SINAP, PNN Tamá, y las Reservas de Ley 2ª. Las subzonas de manejo son las áreas del SINAP pero que están condicionadas a la restauración ecológica, con el fin de restablecer la conectividad ecosistémica. Estas áreas presentan los conflictos bajos y medios.

Categoría de Uso Múltiple: Dentro de esta categoría se encuentran las áreas de Restauración, áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas.

Las áreas de restauración tienen como objetivo retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original, es decir se reemplaza un ecosistema degradado por uno productivo que tenga un “propósito útil” dentro del contexto regional. En esta categoría se encuentra la subzona de áreas de restauración para uso múltiple.

A su vez, las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales se subdivide en:

Áreas agrícolas: Estas áreas demandan la incorporación progresiva de criterios de sostenibilidad ambiental, para que la presión que generan las actividades agrícolas sobre los recursos naturales no sobrepase la oferta de estos y poder condicionar el desarrollo de estas actividades productivas.

Áreas silvopastoriles: En estas áreas son sostenibles las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, ya que se encuentran bajo la premisa de no sobrepasar la oferta y bajo las orientaciones para la reglamentación y manejo sostenible de los recursos naturales.

Las áreas urbanas son aquellas definidas y delimitadas con base en la cartografía IGAC incluyendo los límites de polígonos urbanos establecidos por los POT’s.

En la subzona hidrográfica se presenta predominio de la categoría de Conservación y Protección Ambiental con un porcentaje de ocupación de 61,27%, prevaleciendo las zonas

de uso y manejo de áreas de protección con 57,01%; la categoría de Uso Múltiple se encuentra en el 38,73% del territorio, con prevalencia de las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales con el 33,58%.

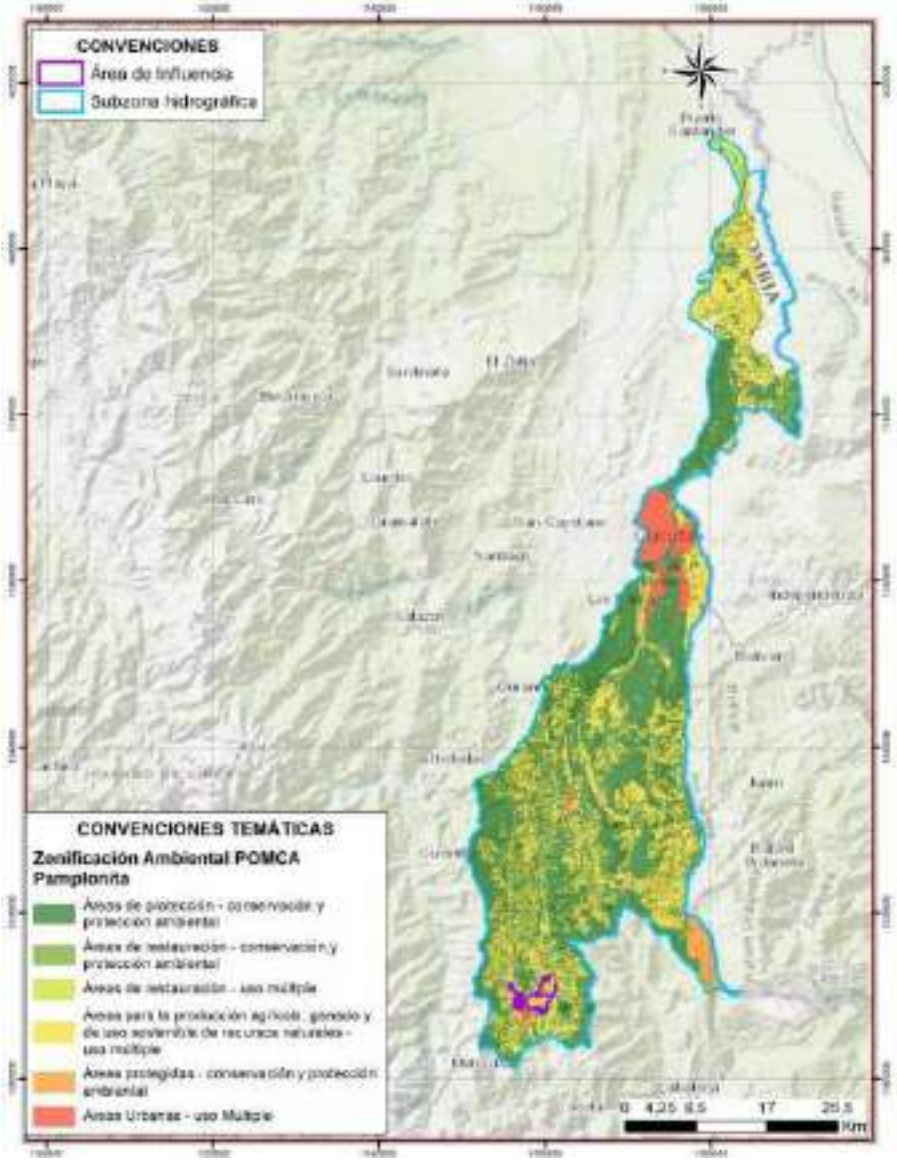
Tabla 11.20 Categorías de Ordenación de la propuesta de zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita

Categoría	Zonas	Área (ha)	Porcentaje (%)
Conservación y protección ambiental	Áreas de protección	79.853,04	57,01
	Áreas de restauración	773,31	0,55
	Áreas protegidas	5.187,82	3,70
Uso múltiple	Áreas de restauración	1.381,30	0,99
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	47.025,42	33,58
	Áreas urbanas	5.839,57	4,17
Total		140.060,45	100,00

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

La distribución de la zonificación de la cuenca del río Pamplonita se presenta en la Figura 11.14.

Figura 11.14 Zonificación cuenca del río Pamplonita



Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

Como lo muestra la Tabla 11.21 para el área de influencia del proyecto se encontró prevalencia de las áreas de la categoría de Uso Múltiple, las cuales ocupan el 87,73% del territorio. En esta categoría sobresalen las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales con el 68,17%, seguida por las áreas de restauración con el 19,46%.

La categoría de Conservación y Protección Ambiental cubre 67,11 ha (12,27%) y está representada por las áreas de protección, las cuales incluyen áreas de importancia

ambiental, áreas de importancia ambiental condicionadas a rehabilitación y áreas condicionadas a restauración ecológica.

Tabla 11.21 Zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita en el AI

Categoría	Zona de uso y manejo	Subzona	Área (ha)	(%)
Conservación y protección ambiental	Áreas de Protección	Áreas de importancia ambiental	53,40	9,76
		Áreas de importancia ambiental condicionada a rehabilitación	4,03	0,74
		Áreas de importancia ambiental condicionadas a restauración ecológica	9,68	1,77
Total conservación y protección ambiental			67,11	12,27
Uso Múltiple	Áreas de restauración	Áreas de recuperación para uso múltiple	106,44	19,46
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	Áreas agrícolas	19,59	3,58
		Áreas agrosilvopastoriles	353,20	64,58
	Áreas urbanas	Áreas urbanas	0,55	0,10
Total uso múltiple			479,77	87,73
Total general			546,89	100,00

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

Al analizar los ecosistemas existentes dentro de cada categoría de la zonificación se encuentra que los ecosistemas equivalentes a los afectados suman 24,93 ha en la categoría de protección y 5,37 ha en la de restauración. Además, se reporta que existen ecosistemas transformados dentro de estas categorías los cuales suman 42,19 ha en la categoría de protección y 101,07 ha en la categoría de restauración. En conjunto existe 173,56 ha en suelos de protección y restauración que tendrían vocación para la implementación de medidas de preservación y restauración (Ver Tabla 11.22).

Tabla 11.22 Zonificación POMCA río Pamplonita vs ecosistemas presentes en el AI del proyecto

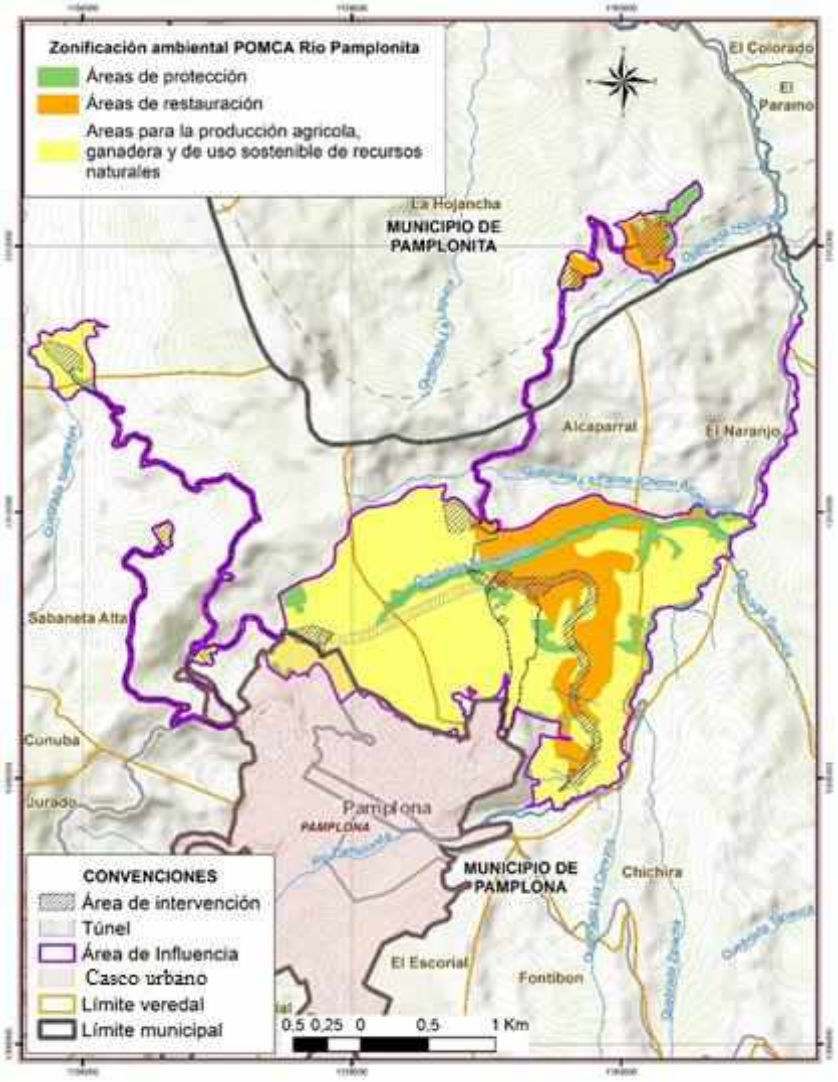
Ecosistema	Prot	Rest	Prod	Urb	Total
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,87	0,48	17,08	0	19,43
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8,01	2,97	3,44	0	14,42
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,28	0	84,87	0,16	87,31
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,93	0,45	1,91	0	6,29

Ecosistema	Prot	Rest	Prod	Urb	Total
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	7,79	1,44	0,88	0	10,11
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,05	0,03	56,64	0	57,72
Total ecosistemas equivalentes	24,93	5,37	164,83	0,16	195,29
Total ecosistemas transformados	42,19	101,07	207,96	0,38	351,61
Total	67,12	106,44	372,79	0,55	546,89

Prot: Protección, Rest: Restauración, Prod: Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales, Urb: Áreas Urbanas.
Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

La distribución de la zonificación ambiental de acuerdo con el POMCA del río Pamplonita para el AI del proyecto se muestra en la Figura 11.15.

Figura 11.15 Distribución de la zonificación definida en el POMCA del río Pamplonita para el área de influencia y el área de intervención de la UF 1



Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

Planes de Ordenamiento Territorial

El Acuerdo No. 0028 de diciembre 10 de 2015 del Concejo Municipal de Pamplona “por el cual se adopta la modificación excepcional del PBOT de Pamplona” establece dentro de la Clasificación del Territorio, en el Art. 9 Suelo Rural, el Suelo Suburbano y el Suelo de Protección. Éste último está constituido por las zonas y áreas de terreno que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructura para la provisión de servicios públicos domiciliarios (…) tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

La zonificación del PBOT del municipio de Pamplona cubre dentro de la subzona hidrográfica del río Pamplonita un área de 13.056,33 ha, de las cuales 8.244,53 se categorizan como áreas agrosilvopastoriles o silvopastoriles. En cuanto a las áreas con relevancia ambiental sobresale la categoría de páramos y subpáramos con 2.052,10 ha, seguidas por el bosque primario o productor con 1.324,94 ha (Ver Tabla 11.23).

Para el municipio de Pamplonita, se tuvo en cuenta la resolución No 0326 del 15 de junio de 1999 emitido por CORPONOR para la clasificación de usos del suelo permisible. la zonificación del esquema territorial cubre 16.178,71 ha, predominando aquellas destinadas como Área Forestal Protectora con 5.468,14 ha, sigue en importancia las áreas de cultivos silvopastoriles con 3.799.60 ha (Ver Tabla 11.23).

Dentro de las áreas con importancia ambiental se encuentran las áreas forestales protectoras y las áreas forestales protectora-productora:

Área forestal protectora: Son aquellas zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger esos mismos recursos u otros naturales renovables. Su finalidad exclusiva es la protección de suelos, aguas, flora, fauna, diversidad biológica, recursos genéticos u otros Recursos Naturales Renovables.

Área forestal protectora – productora: Se definen como las zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger los Recursos Naturales Renovables y que, además, pueden ser objeto de actividades de producción sujetas necesariamente al mantenimiento del efecto protector.

Tabla 11.23 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

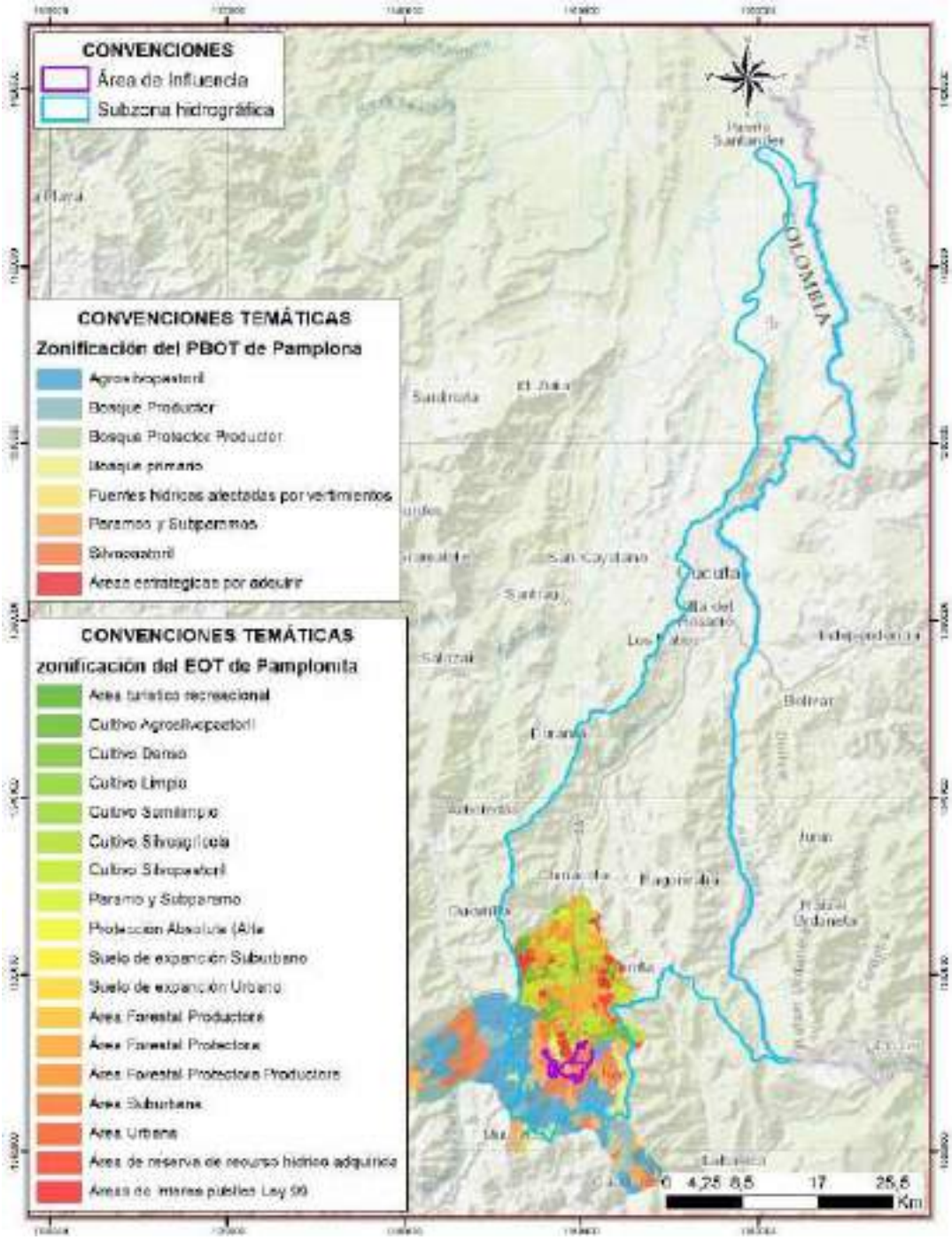
Municipio	Categoría	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pamplona	Agrosilvopastoril	4.877,37	16,68
	Áreas estratégicas por adquirir	521,32	1,78
	Bosque primario	1.324,94	4,53
	Bosque Productor	368,99	1,26
	Bosque Protector Productor	502,47	1,72
	Fuentes hídricas afectadas por vertimientos	41,98	0,14
	Paramos y Subpáramos	2.052,10	7,02
	Silvopastoril	3.367,16	11,52
Total Pamplona		**13.056,33**	**44,66**
Pamplonita	Área de reserva de recurso hídrico adquirida	49,02	0,17
	Área Forestal Productora	39,05	0,13
	Área Forestal Protectora	5.468,14	18,70
	Área Forestal Protectora Productora	885,10	3,03
	Área Suburbana	11,55	0,04

Municipio	Categoría	Área (ha)	Porcentaje (%)
	Área turístico recreacional	9,20	0,03
	Área Urbana	23,14	0,08
	Áreas de interés público Ley 99	1.779,12	6,09
	Cultivo Agrosilvopastoril	1.972,84	6,75
	Cultivo Denso	115,52	0,40
	Cultivo Limpio	97,44	0,33
	Cultivo Semilimpio	363,59	1,24
	Cultivo Silvoagrícola	965,54	3,30
	Cultivo Silvopastoril	3.799,60	13,00
	Paramo y Subpáramo	258,59	0,88
	Protección Absoluta (Alta Pendiente)	336,16	1,15
	Suelo de expansión Suburbano	4,15	0,01
	Suelo de expansión Urbano	0,94	0,00
Total Pamplonita		**16.178,71**	**55,34**
Total		29.235,04	100,00

Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015; & Municipio de Pamplonita, 2002

La distribución de la zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita se presenta en la Figura 11.16.

Figura 11.16 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en la subzona hidrográfica del río Pamplonita



Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015; & Municipio de Pamplonita, 2002

Para el área de influencia del proyecto, el EOT del municipio de Pamplonita cubre 30,97 ha zonificadas en su mayoría como áreas de cultivo silvopastoril (26,04 ha), seguido por áreas de conservación y protección ambiental con 4,93 ha, compuestas por 4,78 ha de área forestal protectora y 0,15 ha de área forestal protectora productora (Ver Tabla 11.24).

La zonificación del PBOT de Pamplona dentro del AI tiene una extensión de 515,91 ha, en la que sobresale por su mayor cubrimiento la categoría silvopastoril con 337,11 ha, seguida por la categoría de páramos y subpáramos con 161,40 ha y bosque protector productor con 12,53 ha. En menor proporción se presentan áreas con usos agrosilvopastoril con 0.37 ha y bosque primario con 4,50 ha (Ver Tabla 11.24).

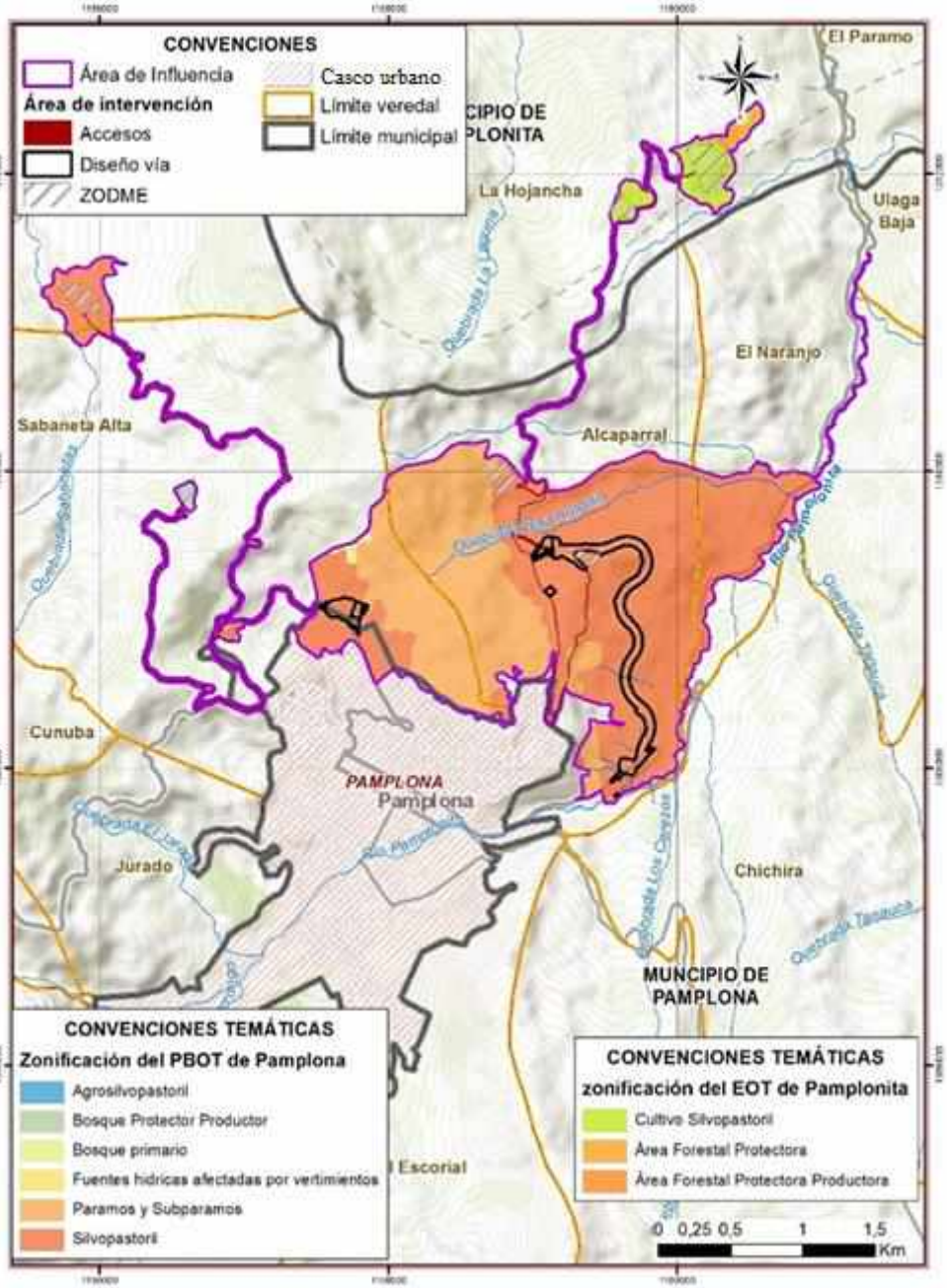
Tabla 11.24 Zonificación del PBOT de Pamplona y el EOT de Pamplonita en el AI del proyecto

Municipio	Nombre	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pamplona	Agrosilvopastoril	0,37	0,07
	Bosque primario	4,50	0,82
	Bosque Protector Productor	12,53	2,29
	Paramos y Subpáramos	161,40	29,51
	Silvopastoril	337,11	61,64
Total Pamplona		515,91	94,34
Pamplonita	Área Forestal Protectora	4,78	0,87
	Área Forestal Protectora Productora	0,15	0,03
	Cultivo Silvopastoril	26,04	4,76
Total Pamplonita		30,97	5,66
Total general		546,89	100,00

Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015; & Municipio de Pamplonita, 2002

La distribución de la zonificación de los planes de ordenamiento territorial (PBOT y EOT) en el área de influencia se muestra en la Figura 11.17.

Figura 11.17 Zonificación de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de Pamplona y Pamplonita en el AI del proyecto



Fuente: Acuerdo 0028 Modificación PBOT Pamplona, 2015; & Municipio de Pamplonita, 2002

11.2.2.6.6 Predios priorizados CORPONOR

Con la finalidad de encontrar dentro del territorio de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental predios para la implementación de las compensaciones se realizó con esta institución una mesa de trabajo el día 23 de julio del presente año. En este espacio de trabajo la corporación entregó información cartográfica de los predios que esta institución tiene priorizados para protección del recurso hídrico. Ninguno de estos predios se encuentra dentro del AI del proyecto (Ver Figura 11.18). En total se reportan 101 predios de los cuales 52 se encuentran en el municipio de Pamplonita y 49 en el municipio de Pamplona. En la Tabla 11.25 se presenta información sobre los biomas presentes en los predios priorizados, para el municipio de Pamplona se reportan 203,07 ha del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental y 1.146.45 ha del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera Oriental, en el municipio de Pamplonita existen 566,06 ha del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental y 104,62 ha del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental.

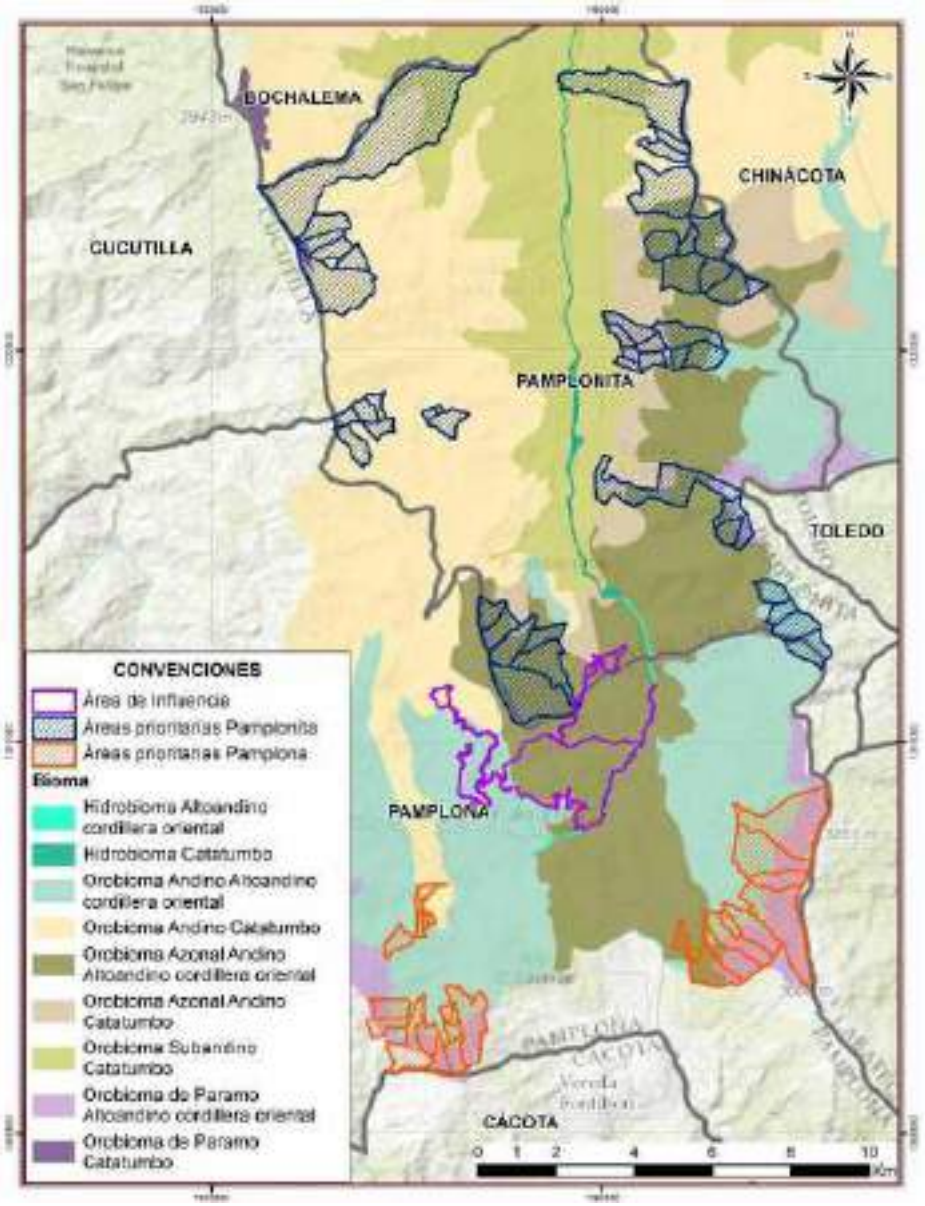
Aunque existe presencia de los biomas afectados, es necesario construir la información cartográfica para los predios de biomas a escala 1:25.000, ya que la información disponible se encuentra a escala 1:100.000.

Tabla 11.25 Biomas presentes en los predios priorizados en los municipios de Pamplona y Pamplonita

Municipio	BIOMA_IAvH	Área (ha)	Porcentaje (%)
Predios Pamplonita	Hidrobioma Catatumbo	1,99	0,04
	Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	203,07	4,30
	Orobioma Andino Catatumbo	1.280,41	27,13
	Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	1.146,45	24,29
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	262,83	5,57
	Orobioma de Paramo Altoandino cordillera oriental	46,56	0,99
	Orobioma de Paramo Catatumbo	17,79	0,38
	Orobioma Subandino Catatumbo	365,68	7,75
Total Pamplonita		3.324,80	70,44
Predios Pamplona	Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	566,06	11,99
	Orobioma Andino Catatumbo	14,81	0,31
	Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	104,62	2,22
	Orobioma de Paramo Altoandino cordillera oriental	709,57	15,03
Total Pamplona		1.395,06	29,56
Total		4.719,86	100,00

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 11.18 Predios priorizados por Corponor localizados en los municipios de Pamplona y Pamplonita



Fuente: Corponor, 2018.

11.2.2.6.7 Aplicación de criterios de selección de áreas para la compensación

En aplicación de los criterios establecidos por el Manual de Compensaciones, a continuación, se presenta una comparación de las áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones en los diferentes escenarios, las cuales fueron identificadas a partir del

análisis de los instrumentos e insumos disponibles en relación con los ecosistemas afectados por el proyecto y con el propósito de determinar su equivalencia.

De la información presentada se evidencia que las zonas potenciales para la ejecución de la compensación del proyecto son la RFT de Mejué y las áreas destinadas dentro de la zonificación del POMCA del río Pamplonita y los Planes de Ordenamiento territorial a la conservación, protección y restauración. Los tres elementos se encuentran localizados en la Sub zona Hidrográfica del río Pamplonita y presentan disponibilidad de los biomas unidades bióticas equivalentes a los afectados por el proyecto, así como presencia de áreas identificadas en el Plan Nacional de Restauración (Ver Tabla 11.26).

Estas áreas son priorizadas dentro de la subzona hidrográfica porque presentan ecosistemas equivalentes a los afectados, al menos al analizar el mapa de ecosistemas a escala 1:100000.

Tabla 11.26 Criterios de selección para las áreas preliminares

Criterio de selección	Cualidad	Áreas evaluadas		
		RFT Mejué	Áreas de Restauración y protección (POMCA)**	Área de Conservación (PBOT)*
1. Ámbito geográfico	localización	SZH Río Pamplonita y SZH Rio Zulia	SZH Río Pamplonita	SZH Río Pamplonita
2. Disponibilidad de Áreas equivalentes*	Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	2.617,63	12.136,16	2.331,95
	Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	390,07	4.102,60	3.106,52
3. Áreas identificadas en el Plan Nacional de Restauración	Recuperación	64,69	3.655,12	609,57
	Restauración	599,32	4.075,83	411,91
	Rehabilitación	17,87	1.604,27	156,32

Fuente: Aecom - ConCol, 2018
** con referencia a Bioma-Unidades Bióticas*
***Reporte para la subzona hidrográfica del río Pamplonita*

11.2.2.7 ¿Dónde compensar?

Una vez, se identificaron las áreas potenciales que cumplen con la mayoría de los criterios para la implementación de las acciones de compensación y considerando que el Plan Nacional de Restauración es claro en afirmar que a una escala regional y local serán los instrumentos de planificación regionales como los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, en este caso el POMCA del río Pamplonita aprobado y adoptado mediante la resolución 0761 de 2014; y locales como los de ordenamiento territorial, Plan Básico de Ordenamiento territorial modificado a partir del Acuerdo 0028 de 2015, y Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado mediante resolución 0326 de 1999; los que a partir de

criterios de carácter físico, biótico y social, determinarán las áreas más adecuadas para la ejecución de actividades de restauración.

Por lo anterior, se proponen como predios para la ejecución de las compensaciones, los adyacentes a la quebrada San Antonio, que en la actualidad se encuentran zonificados de acuerdo con el POMCA del río Pamplonita como áreas de protección y áreas de restauración. Aunado a lo anterior

La quebrada San Antonio es un afluente de la subcuenca El Volcán, localizada dentro área de influencia del proyecto, el POMCA del río Pamplonita zonifica las áreas adyacentes al cuerpo de agua como zonas de protección, restauración y uso múltiple. No obstante, en la actualidad se encuentra rodeada de coberturas de pastos, los bosques de galería y arbustales son escasos se ven reducidos a 5 parches que se encuentran aislados entre sí. Es importante recalcar, que como se mencionó anteriormente la microcuenca el Volcán fue reconocida dentro de las áreas críticas para el manejo del recurso hídrico, pues corresponde a una de las microcuencas abastecedoras.

11.2.2.7.1 Descripción de las áreas a compensar

Características generales

En este ítem se presenta la localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación, ya que como lo exige el Manual de compensación del componente biótico, en su numeral 5.4.1 Contenido del Plan de compensación, ítem 3, las áreas detalladas serán presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del plan.

La caracterización de los predios en los cuales se realiza la compensación en los términos exigidos por el manual de compensaciones, en los temas referentes a estructura, condición composición y riqueza de especies, se presentará una vez se concreten los predios en los cuales se realizarán las compensaciones.

De manera preliminar se seleccionaron seis (6) predios en los cuales se podrían realizar las actividades propuestas, estos presentan 223,58 ha de ecosistemas que son compatibles con las actividades planteadas en la compensación (Ver Tabla 11.27). Dentro de esta área se presentan 174,89 ha (78,22%) del Bioma_Unidad Biótica del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y 48,69 ha (21,78%) del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Siguiendo los criterios planteados por el Manual, los predios preseleccionados presentan áreas ecológicamente equivalentes, en lo referente al tipo de ecosistema, adicionalmente se encuentran en la subzona hidrográfica del río Pamplonita y dentro del municipio de Pamplona, esto es importante ya que la comunidad ha expresado el deseo de que se prioricen los municipios afectados para la ejecución del proyecto. Adicionalmente, estos predios se encuentran dentro de las categorías de protección, restauración y uso múltiple de acuerdo con la zonificación de POMCA del río Pamplonita.

Los predios se encuentran localizados en las veredas Alcaparral, El Naranjo y Sabaneta Alta, del municipio de Pamplona. En la Tabla 11.27 se presentan los ecosistemas equivalentes a los afectados presentes en los predios, no obstante, es importante que una vez se cuenten con los predios definitivos se realicen mapas prediales con la meta que las acciones planteadas sumen a la conectividad ecológica de las áreas seleccionadas.

El predio con Folio de Matricula Inmobiliaria (FMI) No 272-1793 es propiedad de la Nación, desde el año 2.000 fue entregado al Batallón de Infantería No 13 Custodio García Rovira, institución que actualmente cumple las funciones de tenedor, por tanto se debe realizar un comodato con la Agencia Nacional de Tierras para concertar que el proceso de compensación del componente biótico se pueda realizar en esta área.

Tabla 11.27 Ecosistemas potenciales para el desarrollo de las compensaciones presentes en los predios preseleccionados

Cedula catastral	FMI	Propietario	Ecosistema	Área (ha)	%
52001000100440164000	Sin información	Sin información	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,03	0,02
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,07	0,48
			Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,36	1,05
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,15	0,51
			Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,78	1,69
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,82	2,15
			Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,74	0,33
Total 52001000100440164000				13,94	6,23
52001000100520068000	Sin información	Sin información	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5,21	2,33
			Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,05	0,02
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,75	0,33
			Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24,10	10,78
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,66	1,19
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,72	0,77
Total 52001000100520068000				34,49	15,43
52001000200130160000	Sin información	Universidad de Pamplona	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6,39	2,86

Cedula catastral	FMI	Propietario	Ecosistema	Área (ha)	%
			Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,93	0,86
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,46	0,65
			Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	30,97	13,85
			Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,03	0,02
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,50	2,01
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,65	2,08
Total 52001000200130160000				49,94	22,34
54518000300010012000	272-26474	Duarte de Mogollón Tulia Margarita y Otros	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,28	1,47
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,70	0,76
			Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,15	0,51
			Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,18	0,08
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,01	0,01
			Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,73	0,33
			Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,45	0,65
			Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	13,93	6,23
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,82	0,81

Cedula catastral	FMI	Propietario	Ecosistema	Área (ha)	%
			Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	19,73	8,82
Total 54518000300010012000				43,98	19,67
54518000300010022000	272-13010	Acevedo Parra Policarpo Acevedo Mendoza Fabriciano Acevedo Mendoza Andrés	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,41	0,63
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,05	0,02
			Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,05	0,02
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,36	0,16
			Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,33	0,15
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,89	2,19
Total 54518000300010022000				7,10	3,18
54518000300010040000	272-1793	La Nación	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,03	0,01
			Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	71,77	32,10
			Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,38	0,17
			Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,51	0,68
			Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,43	0,19
Total 54518000300010040000				74,12	33,15
Total general				223,58	100,00

FMI: Folio de Matricula Inmobiliaria
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

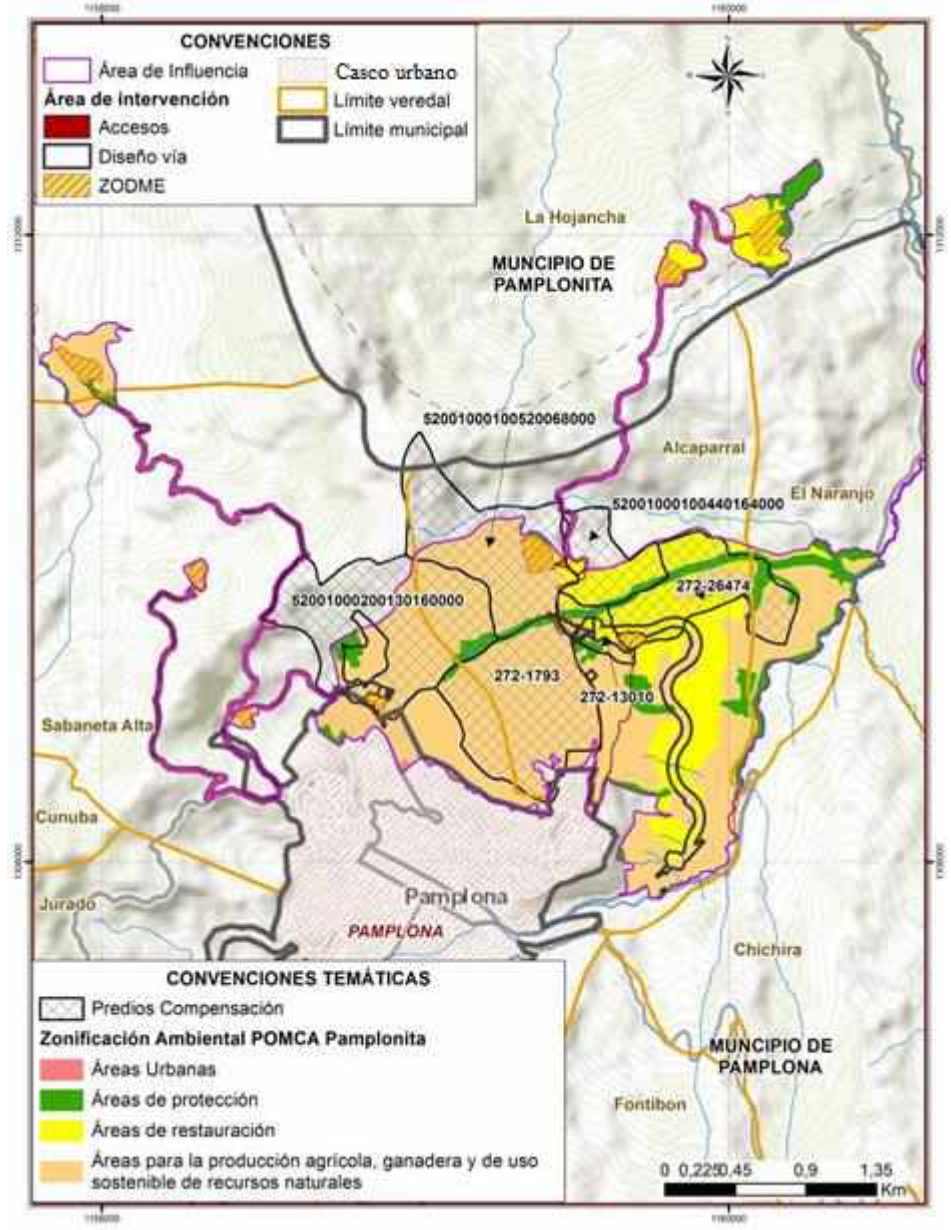
En la Tabla 11.28 se muestra que dentro de los predios preseleccionados existen 19,93 ha (8,91%) de áreas zonificadas como protección, 37,23 ha (16,65%) zonificadas como de restauración y 166,42 ha (74,43%) de zonas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales. La Figura 11.19 muestra la distribución de los predios y la zonificación de acuerdo con el POMCA del río Pamplonita.

Tabla 11.28 Zonificación del POMCA del río Pamplonita para los predios preseleccionados

Categoría	Zonificación POMCA	Área (ha)	(%)
Conservación y protección ambiental	Áreas de protección	19,93	8,91
Total conservación y protección ambiental		19,93	8,91
Uso múltiple	Áreas de restauración	37,23	16,65
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	166,42	74,43
Total uso múltiple		203,65	91,09
Total general		223,58	100,00

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 11.19 Ubicación de predios preseleccionados para la ejecución de las compensaciones y zonificación según el POMCA del río Pamplonita



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

El uso actual de los predios seleccionados se encuentra calificado como conservación con el tipo de uso de conservación y/o recuperación de la naturaleza (CRE); Forestal con el tipo de Producción-protección (FPP); ganadería con el tipo de uso de Pastoreo extensivo (PEX) y agroforestal con el tipo de uso de sistemas silvopastoriles SPA.

Dentro del predio con FMI 272-1793 se realizó una calicata de muestreo de suelos en los que se encontró que corresponden a suelos muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados de textura franco arcillo arenosa con gravilla, con una fertilidad natural baja. Dentro de las características químicas más relevantes del horizonte evaluado se reporta un espesor del horizonte de 60 cm, un rango de pH considerado muy fuertemente acido, un valor de materia orgánica de 3,3, valor de concentración de fosforo de 34,16, valor de capacidad de intercambio catiónico de 2,92 cmol/kg. Las características físicas del horizonte muestran un porcentaje de arena de 8.72%, de limo de 12,57% y de arcilla de 5,72%; con textura arenoso franco y con una estructura del suelo migajosa.

Fauna

En los predios identificados con el Folio de Matricula Inmobiliaria 272-1793 y cedula catastral 52001000200130160000 se realizaron 13 puntos de muestreo para caracterizar la fauna existente. Como resultado se reportan tres (3) especies de mamíferos, ocho (8) de aves, tres (3) de anfibios y tres (3) de reptiles. La Tabla 11.29 resume la composición faunística encontrada en cuatro de los seis ecosistemas equivalentes presentes en los predios preseleccionados.

En cuanto a la distribución de las especies registradas se reporta a la especie *Dendropsophus molitor* y *Tachiramantis douglasi* anfibios endémicos. Adicionalmente se encuentran tres especies Casi endémicas, correspondientes a los reptiles *Atractus pamplonensis*, *Mabuya zuliae* y *Anolis jacare*. Para el grupo de Anfibios se reporta que la especie *Tachiramantis douglasi,* es catalogada como Vulnerable (Vu) por la IUCN.

De las ocho (8) especies de aves reportadas, una es migratoria altitudinal, *Elaenia frantzii*, especie migrante local que realiza movimientos altitudinales. En cuanto a los mamíferos se reportan las especies *Cerdocyon thous*, *Didelphis marsupialis* y *Sylvilagus brasiliensis.*

Lo anterior sustenta la importancia de la rehabilitación y preservación de los ecosistemas naturales, así como la implementación de sistemas silvopastoriles, ya que estas áreas pueden servir a la fauna para la consecución de alimento, refugio, reposo, percha o para llevar a cabo todo el proceso relacionado con la reproducción y sus etapas posteriores (anidación, puesta, incubación, cuidado y alimentación de crías), así como la locomoción y desplazamiento, permitiendo que estas especies cumplan funciones ecológicas importantes como la polinización y dispersión de semillas.

Tabla 11.29 Especies de fauna registradas en los predios preseleccionados para realizar la compensación

Clase	Familia	Especie	Abundancia por Ecosistema				Endemismo	Migración	Amenaza
			ADA del OAACO	ADB del OAACO	BGR del OAACO	HDTFA del OAACO			
Amphibia	Hylidae	*Dendropsophus molitor*	0	9	0	0	End		
Amphibia	Strabomantidae	*Pristimantis cf gryllus*	0	5	0	0			
Amphibia	Strabomantidae	*Pristimantis gryllus*	0	2	0	0			
Amphibia	Strabomantidae	*Tachiramantis douglasi*	0	3	0	0	End		Vu
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	0	14	0	0			
Aves	Columbidae	*Zenaida auriculata*	4	0	0	0			
Aves	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	0	3	0	0			
Aves	Mimidae	*Mimus gilvus*	3	0	0	0			
Aves	Thraupidae	*Anisognathus igniventris*	0	1	0	0			
Aves	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	0	2	0	0			
Aves	Turdidae	*Turdus fuscater*	3	2	0	0			
Aves	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	1	2	0	0		Alt	
Mammalia	Canidae	*Cerdocyon thous*	0	0	0	2			
Mammalia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	0	0	1	2			
Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	0	1	0	0			
Reptilia	Colubridae	*Atractus pamplonensis*	0	1	0	0	C-End		

Clase	Familia	Especie	Abundancia por Ecosistema				Endemismo	Migración	Amenaza
			ADA del OAACO	ADB del OAACO	BGR del OAACO	HDTFA del OAACO			
Reptilia	Dactyloidae	*Anolis jacare*	0	2	0	0	C-End		
Reptilia	Scincidae	*Mabuya zuliae*	0	1	0	0	C-End		
Total general			11	48	1	4			
Ecosistemas: ADA del OAAC: Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental; **ADB del OAACO-** Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental; **BGR del OAACO:** Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Alto Cordillera Oriental; **HDTF del OAACO:** Herbazal denso de tierra firme del Orobioma Andino Alto Cordillera Oriental									
Endemismo: E: Endémico, **C- End**: Casi endémico									
Tipos de migración: Lat: Latitudinal, **Lon**: Longitudinal, **Alt:** Altitudinal, **Trans:** Transfronteriza, **Loc:** Local.									
Categorías de amenaza: Vu: Vulnerable									

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Flora

En los predios seleccionados se reporta la presencia de seis (6) ecosistemas equivalentes a los afectados. Con la finalidad de conocer el estado de la composición florística y estructural de la vegetación natural existente en los predios se realizaron 12 parcelas, las cuales sirven como referente ecológico para realizar la compensación de cuatro de los seis ecosistemas afectados por el proyecto. La metodología empleada para la elaboración de las parcelas se presenta en el Capítulo 2 Generalidades, numeral 2.3.2 Metodología Medio Biótico del Estudio de Impacto Ambiental.

Las 12 parcelas se elaboraron en el municipio de Pamplona veredas Alcaparral y Sabaneta Alta, distribuidas en cuatro (4) en el ecosistema de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, cuatro (4) en el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, una (1) en el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y tres (3) en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Una caracterización más completa se debe presentar en el marco del seguimiento y ejecución del plan de compensación del componente biótico, una vez se hayan determinado los predios definitivos para la implementación de las medidas de compensación.

La información de cada una de las parcelas se presenta en el Anexo 11 C Base de datos parcelas.

Tabla 11.30 Localización de las parcelas realizadas para la caracterización de los predios seleccionados.

Parcela	Ecosistema	Vereda	Coordenadas inicio		Coordenadas final	
			Coord_X	Coord_Y	Coord_X	Coord_Y
G-61	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Sabaneta Alta	1158202,08	1309070,584	1158189,247	1309074
G-62			1158179,239	1309084,441	1158174,85	1309091,699
G-63			1158194,534	1309106,145	1158204,449	1309104,007
D-2			1158123,322	1309143,936	1158116,71	1309152,944
B-2	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Alcaparral	1159010,684	1309612,254	1159109,373	1309599,921
G-154			1159075,121	1309633,048	1159154,958	1309654,687
I-1			1158366,53	1309354,19	1158434,72	1309421,172
G-73			1158444,25	1309424,505	1158517,87	1309436,709
G-155	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino		1159470,909	1309756,478	1159385,462	1309699,215

Parcela	Ecosistema	Vereda	Coordenadas inicio		Coordenadas final	
			Coord_X	Coord_Y	Coord_X	Coord_Y
	Cordillera Oriental					
G-35	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Sabaneta Alta	1158035,959	1309249,832	1158036,166	1309241,105
G-36			1158034,25	1309272,86	1158030,264	1309283,543
G-37			1158107,735	1309195,904	1158099,408	1309196,888

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización de este ecosistema se realizó a través de la implementación de cuatro (4) parcelas, realizadas en el municipio de Pamplona en la vereda Sabaneta Alta, en el predio identificado con Folio de Matricula Inmobiliaria No 272-1793 (Ver Tabla 11.30).

Composición florística

En los muestreos no se registraron individuos fustales (DAP≥10 cm), lo cual es consistente con el tipo de ecosistema, debido a las condiciones fisionómicas de la vegetación en donde predominan individuos que no superan los 1,5 m de altura principalmente de hábito arbustivo.

En la Tabla 11.31 se relacionan las especies encontradas con DAP inferior a 10 cm. Se reportan en este ecosistema cuatro (4) especies distribuidas en cuatro (4) géneros e igual número de familias.

Dentro de la regeneración natural se registró un total de once (11) especies, pertenecientes a nueve (9) géneros y seis (6) familias, dentro de las cuales la más diversa corresponde a Asterácea con cuatro (4) géneros, seguida de las familias Melastomataceae y Primulaceae cada una con dos (2) géneros reportados.

Las especies de habito herbáceo *Pteridium arachnoideum* y *Stevia lucida*, se presentan dentro de la comunidad de arbustal denso bajo como las más características, la presencia de *Pteridium arachnoideum*, conocido como helecho marranero, esta especie es catalogada como altamente invasora, ya que genera colonias que ocasionan efectos negativos sobre la dinámica sucesional de la vegetación nativa. Su potencial invasivo se debe a la alta tolerancia al estrés y a las perturbaciones ambientales, debida a su sistema de rizomas subterráneos que se ramifican indefinidamente, así como una efectiva actividad alelopática, ocasionada por la producción de metabolitos secundarios (Ramírez et al, 2007, citado por Castro, 2013).

Tabla 11.31 Composición Florística en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

No	Familia	Genero	Especie
1	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*
2	Melastomataceae	Miconia	*Miconia amblyandra*
3	Myrtaceae	Myrcianthes	*Myrcianthes sp.01*
4	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*
Regeneración natural			
1	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis tricuneata*
2		Calea	*Calea peruviana*
3		Diplostephium	*Diplostephium rosmarinifolium*
4		Stevia	*Stevia lucida*
5	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*
6	Melastomataceae	Miconia	*Miconia amblyandra*
7			*Miconia theizans*
8	Myrtaceae	Myrcianthes	*Myrcianthes sp.01*
9	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine latifolia*
10			*Myrsine pellucida*
11	Dennstaedtiaceae	Pteridium	*Pteridium arachnoideum*

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Estructura horizontal

En la Tabla 11.32 se presentan los valores del IVI y los resultados para las variables de densidad, abundancia, frecuencia y dominancia para el ecosistema evaluado. En las tres parcelas levantadas se reportan 12 individuos con alturas mayores de 1,5 m. La especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal es *Dodonaea viscosa* con el 156,25%, especie más abundante, frecuente y dominante durante el muestreo

En importancia le sigue la especie *Miconia amblyandra* con 90,19% del valor del IVI, finalmente la especie de menor importancia ecológica corresponde a *Myrsine latifolia* con 53,55%. Las especies reportadas para el ecosistema son propias de lugares degradados o pobres, con estrategias de dispersión exitosas que pueden colonizar áreas rápidamente.

Con respecto a la densidad, la cual se determina como el número de individuos presentes por unidad de superficie, se observó una densidad de 1600 individuos por ha. (Ver Figura 5.17)

Tabla 11.32 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Dodonaea viscosa	933	7	58,33	100,00	37,50	0,00	60,42	156,25
Miconia amblyandra	400	3	25,00	100,00	37,50	0,00	27,69	90,19
Myrsine latifolia	267	2	16,67	66,67	25,00	0,00	11,89	53,55

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Total	**1600**	**12**	**100**	**266,67**	**100,00**	**0,01**	**100**	**300**
Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.								

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Índices de diversidad y riqueza

La diversidad se evaluó por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick. En la Tabla 11.33 se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Se registraron 12 individuos con alturas mayores a 1,5 m y DAP<10cm, pertenecientes a tres (3) especies. El índice de Margalef y Menhinick toma valores de 0,8 y 0,87m, respectivamente, valores que evidencian un ecosistema con baja riqueza de especies. Así mismo, el índice Shannon refleja un ecosistema con muy baja diversidad ya que su valor es de 1,46, lo cual es concordante con los valores obtenidos para los otros índices de riqueza evaluados.

Tabla 11.33 Índices de diversidad en el arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

No de especies	No de individuos	Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
3	12	1,46	0,8	0,87

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

La caracterización del Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se realizó a través de cuatro (4) parcelas localizadas en la vereda Alcaparral del municipio de Pamplona (Ver Tabla 11.30).

Fotografía 11.7 Bosque de galería quebrada San Antonio, municipio de Pamplona, Coordenadas: Este 1159075,121, Norte 13096333,048

Fotografía 11.8 Bosque de galería quebrada San Antonio, municipio de Pamplona, Coordenadas: Este 1159470,909, Norte 1309756,478

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Composición florística

Se registraron 133 individuos en estado fustal, pertenecientes a 14 especies, 12 géneros y 11 familias (ver Tabla 5.25). Las familias con mayor riqueza de especies corresponden a Piperaceae, Myrtaceae y Primulaceae, representadas por dos (2) especies cada una.

Las especies del género Piper son importantes ecológicamente por ser un componente estructural del sotobosque en el Neotrópico y porque sus frutos son fuente de alimento para aves y murciélagos, los cuales dispersan sus semillas (Trujillo, 2013).

Dentro de la composición florística se encuentra *Toxicodendron striatum* especie de sucesiones secundarias tardías, que pese a que en algunas ocasiones es tóxica para los seres humanos, tiene potencial en la restauración de los bosques andinos. También se reportan especies secundarias como *Alnus acuminata*, la cual se comporta como una colonizadora de sitios abiertos; y *Morella pubescens* de importancia ecológica para la protección del suelo y cuencas hidrográficas debido a su capacidad para fijar Nitrógeno en el suelo.

Tabla 11.34 Composición Florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

No.	Familia	Genero	Especie
1	Anacardiaceae	Toxicodendron	*Toxicodendron striatum*
2	Araliaceae	Oreopanax	*Oreopanax gargantae*
3	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina popayanensis*
4	Betulaceae	Alnus	*Alnus acuminata*
5	Fabaceae	Inga	*Inga spectabilis*

No.	Familia	Genero	Especie
6	Myricaceae	Morella	*Morella pubescens*
7	Myrtaceae	Calycolpus	*Calycolpus moritzianus*
8		Myrcia	*Myrcia fallax*
9	Oleaceae	Fraxinus	*Fraxinus chinensis*
10	Piperaceae	Piper	*Piper aduncum*
11			*Piper hispidum*
12	Primulaceae	Myrsine	*Myrsine coriacea*
13			*Myrsine latifolia*
14	Rhamnaceae	Rhamnus	*Rhamnus sphaerosperma*

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Estructura horizontal

En este ecosistema la mayor representación de abundancia relativa está dada por *Alnus acuminata* con 66,92% (89 individuos), seguida por *Inga spectabilis* con 17,29% (23 individuos), y *Rhamnus sphaerosperma* con 5,26% (7 individuos), especies que al recorrer el ecosistema tienen mayor posibilidad de ser observadas, lo que hace prever su adaptabilidad a las condiciones ambientales del ecosistema, que favorecen su dispersión y crecimiento, ya que han logrado establecerse hasta la categoría de crecimiento de fustal. Estas tres (3) especies son además las más frecuentes en el muestreo realizado. Las restantes once especies tienen una abundancia de menos de (3) individuos considerándose especies ocasionales en el ecosistema.

Las especies con mayores valores de dominancia, por la adecuada adaptación a las condiciones medioambientales, son *Alnus acuminata* e *Inga spectabilis*, especies que reportan dominancias relativas de 66,05% y 26,32%.

El mayor peso ecológico recae sobre *Alnus acuminata* con un IVI de 183%, *Inga spectabilis* con 59.01% y *Rhamnus sphaerosperma* con 19,6% especies reinantes en el ecosistema debido a sus altos valores de abundancia, frecuencia y dominancia.

Tabla 11.35 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Alnus acuminata	223	89	66,92	72,5	50	3,75	66,05	183
Inga spectabilis	58	23	17,29	22,5	16	1,50	26,32	59,1
Rhamnus sphaerosperma	18	7	5,26	17,5	12	0,13	2,28	19,6
Piper aduncum	8	3	2,26	5	3,4	0,09	1,59	7,29
Morella pubescens	5	2	1,50	5	3,4	0,05	0,93	5,88

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Toxicodendron striatum	3	1	0,75	2,5	1,7	0,03	0,54	3,01
Fraxinus chinensis	3	1	0,75	2,5	1,7	0,03	0,53	3,01
Myrcia fallax	3	1	0,75	2,5	1,7	0,02	0,40	2,88
Oreopanax gargantae	3	1	0,75	2,5	1,7	0,02	0,35	2,83
Piper hispidum	3	1	0,75	2,5	1,7	0,02	0,26	2,74
Ageratina popayanensis	3	1	0,75	2,5	1,7	0,01	0,26	2,73
Calycolpus moritzianus	3	1	0,75	2,5	1,7	0,01	0,17	2,65
Myrsine latifolia	3	1	0,75	2,5	1,7	0,01	0,16	2,64
Myrsine coriacea	3	1	0,75	2,5	1,7	0,01	0,15	2,63
Total	333	133	100	145	100	6	100	300

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Con respecto a la densidad del ecosistema que corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo, se registró un total de 133 árboles en 0,4 hectáreas, lo que corresponde a una densidad de 333 árboles/ha, valor bajo al ser comparado con bosques secundarios y rastrojos del norte Antioqueño, en los que se reportan valores de 856 a 1.465 árboles/ha (Restrepo, Orrego & Galeano, 2012). En la Tabla 11.35 se observa que las especies que presentan mayor densidad son *Alnus acuminata* e *Inga spectabilis* con 223 y 58 árboles por hectárea respectivamente, estas especies son las que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IVI.

Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad y riqueza fueron evaluados para los 133 individuos pertenecientes a 14 especies reportados en la categoría fustal. La Tabla 11.36 resume los índices de diversidad y riqueza para el ecosistema evaluado.

El Índice de Shannon – Wiener reporta un valor de 1,21, siendo indicativo de una baja diversidad. Los índices de riqueza de Margalef y Menhinick toman valores de 2,66 y 1,21, respectivamente, mostrando un ecosistema con una riqueza de especies baja. Los valores obtenidos en cuanto a diversidad se deben a que la proporción de individuos no está repartida equitativamente entre las 14 especies presentes, existiendo una clara dominancia de *Alnus acuminata* e *Inga spectabilis.*

Tabla 11.36 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

No de especies	No de individuos	Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
14	133	1,21	2,66	1,21

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Regeneración natural

En la regeneración natural del bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, se registraron 210 individuos correspondientes a 24 especies. Los parámetros de regeneración natural se presentan en la Tabla 11.37.

Los individuos que se reportan para los estratos de regeneración se concentran en la categoría de tamaño CT3 (latizal) con un porcentaje de 60%, le sigue en importancia la categoría de tamaño CT2 (brinzal) con 24%, y la categoría CT2 (renuevo) con 16%.

El índice de regeneración señala que la especie más importante en la regeneración natural es *Deprea* sp.01*,* la cual se encuentra presente en las tres (3) categorías de tamaño. Le siguen en importancia *Alnus acuminata* y *Viburnum pichinchense* con el 9,78% y el 9,30%, respectivamente

Tabla 11.37 Parámetros de regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Deprea sp.01	30	18,7	15,79	4,76	0	0	2	0,01	28	0,13	18,57	14,02
Alnus acuminata	30	9,68	36,84	11,11	13	0,06	12	0,06	5	0,02	8,56	9,78
Viburnum pichinchense	17	11	21,05	6,35	0	0	1	0,00	16	0,08	10,58	9,30
Clidemia ciliata	27	9,68	26,32	7,94	6	0,03	12	0,06	9	0,04	9,92	9,18
Miconia amblyandra	15	9,68	21,05	6,35	0	0	0	0,00	15	0,07	9,68	8,57
Myrsine pellucida	16	6,45	31,58	9,52	7	0,03	0	0,00	9	0,04	7,02	7,67
Palicourea thyrsiflora	7	4,52	15,79	4,76	0	0	0	0,00	7	0,03	4,52	4,60
Palicourea myrtifolia	14	4,52	15,79	4,76	5	0,02	7	0,03	2	0,01	3,95	4,41
Piper artanthe	11	2,58	21,05	6,35	0	0	8	0,04	3	0,01	3,98	4,30
Rhamnus sphaerosperma	5	3,23	21,05	6,35	0	0	0	0,00	5	0,02	3,23	4,27
Miconia sp.02	8	3,87	15,79	4,76	1	0	3	0,01	4	0,02	3,52	4,05
Senna robiniifolia	9	2,58	5,26	1,59	2	0,01	5	0,02	2	0,01	2,92	2,36
Croton pungens	3	1,94	10,53	3,17	0	0	0	0,00	3	0,01	1,94	2,35
Miconia aguirrei	3	1,94	10,53	3,17	0	0	0	0,00	3	0,01	1,94	2,35
Inga spectabilis	2	1,29	10,53	3,17	0	0	0	0,00	2	0,01	1,29	1,92
Myrsine latifolia	2	1,29	10,53	3,17	0	0	0	0,00	2	0,01	1,29	1,92
Piper hispidum	3	1,94	5,26	1,59	0	0	0	0,00	3	0,01	1,94	1,82
Bejaria resinosa	2	1,29	5,26	1,59	0	0	0	0,00	2	0,01	1,29	1,39
Acnistus arborescens	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Baccharis trinervis	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96
Lippia hirsuta	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96
Morella pubescens	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96
Myrcia fallax	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96
Piper aduncum	1	0,65	5,26	1,59	0	0	0	0,00	1	0,00	0,65	0,96
Total	210	100	331,58	100	34	0,16	50	0,24	126	0,60	100,00	100,00

Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para realizar la caracterización de este ecosistema se implementó una (1) parcela, localizada en el municipio de Pamplona, vereda Alcaparral, a orillas de la quebrada San Antonio, predio identificado con el FMI No 272-26474 (ver Tabla 11.30).

El ecosistema evaluado se caracterizó por corresponder a franjas estrechas de vegetación, con un alto grado de intervención antrópica, por lo que la vegetación ha sufrido un cambio significativo. Este bioma se encuentra dominado por coberturas de pastos limpios y pastos arbolados, dejando relegados a las partes altas los pocos relictos boscosos que aún persisten en la zona.

Composición florística

Para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental de los Andes se registraron 43 individuos en estado fustal, pertenecientes a siete (7) especies, siete (7) géneros y siete (7) familias (ver Tabla 11.38).

En general se presentan especies propias de sucesiones secundarias, algunas como *Trichanthera gigantea* propias de ambientes de rivera. En este ecosistema al igual que en el bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino de la cordillera Oriental, existe presencia de especies fijadoras de nitrógeno como *Morella pubescens.* El grado de intervención se refleja en la presencia de especies invasoras como *Fraxinus chinensis*, especie introducida en el país que es capaz de colonizar rápidamente áreas abiertas.

Tabla 11.38 Composición florística en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

No.	Familia	Genero	Especie
1	Acanthaceae	Trichanthera	*Trichanthera gigantea*
2	Fabaceae	Inga	*Inga ornata*

No.	Familia	Genero	Especie
3	Myricaceae	Morella	*Morella pubescens*
4	Oleaceae	Fraxinus	*Fraxinus chinensis*
5	Piperaceae	Piper	*Piper hispidum*
6	Verbenaceae	Lippia	*Lippia hirsuta*
7	Melastomataceae	Clidemia	*Clidemia ciliata*

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Estructura horizontal

En este ecosistema las especies más abundantes corresponde a *Lippia hirsuta*, *Inga ornata* y *Fraxinus chinensis* con porcentajes de abundancia relativa de 34,88%, 23,26% y 18,60%. Las especies restantes presentan valores para esta variable que oscilan entre 2,33 y 16,28%.

Las especies más frecuentes en el ecosistema fueron *Fraxinus chinensis* con 28,57%, seguido por *Inga ornata* con 25% y *Lippia hirsuta* con 21,43%, estas especies son las más frecuentes ya que tienen presencia en varias de las subparcelas en las unidades levantadas; el resto de las especies presenta valores inferiores lo que indica que posiblemente son especies de apariciones espontáneas.

Las especies con mayores valores de dominancia relativa fueron *Inga ornata*, *Lippia hirsuta* y *Fraxinus chinensis* con valores para esta variable de 37,96%, 26,43% y 24,52% respectivamente.

Con respecto a la densidad del ecosistema, se registró un total de 43 árboles en 0,1 hectáreas, lo que corresponde a una densidad de 430 árboles/ha, valores bajos comparados con los reportados para otros bosques andinos.

En la Tabla 11.39 se observa que las especies con mayor peso ecológico corresponden a *Inga ornata* con 86,22%, *Lippia hirsuta* con 82,74% y *Fraxinus chinensis* con 71,70%. Las especies restantes presentan valores para este índice que oscilan entre 6,41% y 39,32%.

Tabla 11.39 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Inga ornata	100	10	23,26	70	25,00	0,65	37,96	86,22
Lippia hirsuta	150	15	34,88	60	21,43	0,45	26,43	82,74
Fraxinus chinensis	80	8	18,60	80	28,57	0,42	24,52	71,70
Piper hispidum	70	7	16,28	40	14,29	0,15	8,76	39,32
Morella pubescens	10	1	2,33	10	3,57	0,02	1,31	7,21
Clidemia ciliata	10	1	2,33	10	3,57	0,01	0,51	6,41
Trichanthera gigantea	10	1	2,33	10	3,57	0,01	0,51	6,41
Total general	430	43	100	280	100	1,70	100	300

Especie	Densidad	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
Aa= abundancia absoluta; Ar= Abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa.								

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Índices de diversidad y Riqueza

Los índices de diversidad se calcularon para los 43 individuos pertenecientes a siete (7) especies. La Tabla 11.40 resume los valores obtenidos para los tres (3) índices evaluados.

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero como referentes de baja diversidad y cinco (5) para áreas diversas; con lo cual se puede inferir, a partir de los resultados, que con un índice de 1,58 el ecosistema presenta una diversidad baja.

Por su parte, el índice de Margalef estima la riqueza de la comunidad en función del número de individuos, los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5 alta; para este índice se obtuvo un valor de 1,59 indicando una riqueza de especies baja. Resultado que es apoyado por el índice de Menhinick el cual obtiene un valor de 1,06.

Tabla 11.40 Índices de diversidad en el bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Azonal Altoandino Cordillera Oriental

No de especies	No de individuos	Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
7	43	1,58	1,59	1,06

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Regeneración natural

En la regeneración natural del bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se registraron 45 individuos de 6 especies correspondientes a 6 géneros y el mismo número de familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 11.41.

Tabla 11.41 Parámetros de Regeneración natural en el bosque de galería y ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
Fraxinus chinensis	14	30,77	60	23,08	2	0,04	7	0,16	5	0,11	32,5	28,8
Clidemia ciliata	11	30,77	60	23,08	0	0,00	4	0,09	7	0,16	25,5	26,5
Piper hispidum	14	23,08	60	23,08	8	0,18	5	0,11	1	0,02	29,0	25,1
Alnus acuminata	4	7,69	40	15,38	2	0,04	2	0,04	0	0,00	8,7	10,6
Heliocarpus americanus	1	3,85	20	7,69	0	0,00	0	0,00	1	0,02	2,2	4,6
Trichanthera gigantea	1	3,85	20	7,69	0	0,00	0	0,00	1	0,02	2,2	4,6
Total, general	**45**	**100**	**260**	**100**	**12**	**0,26**	**18**	**0,40**	**15**	**0,33**	**100**	**100**
Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; CTR= valor fitosociológico relativo de cada especie; RN= regeneración natural en porcentaje para cada especie; A=Número de individuos de la especie presente en la												

Especie	Abund.		Frecuencia		Ct1		Ct2		Ct3		CTR	RN
	Aa	Ar	Fa	Fr	A	Vf	A	Vf	A	Vf		
categoría de tamaño evaluado; Vf= Valor fitosociológico de la categoría de tamaño; Ct1= Categoría de tamaño de renuevo; Ct2= Categoría de tamaño de brinzal; Ct3 Categoría de tamaño de latizal.												

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 40% del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 33% y los renuevos con 26%.

El índice de regeneración señala que la especie más importante en la regeneración natural es *Fraxinus chinensis,* la cual se encuentra presente en mayor proporción en la categoría de tamaño brinzal, estando presente en las otras dos categorías de tamaño (renuevo y latizal), le siguen, en importancia de regeneración natural, *Clidemia ciliata,* con mayor representación en el estado brinzal, *Piper hispidum,* presentan el tercer peso ecológico, debido a su representación en la categoría Ct1.

Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Este ecosistema se caracterizó a través de tres parcelas, localizadas en la vereda Sabaneta alta del municipio de Pamplona.

Composición florística

En las áreas de muestreo se reporta la presencia de tres (3) especies: *Pteridium arachnoideum*, *Miconia amblyandra* y *Myrsine pellucida* (Ver Tabla 11.42). El helecho *Pteridium arachoideum* es una planta con potencial invasor, hecho que puede explicar la baja riqueza de especies reportada en este ecosistema.

Tabla 11.42 Composición florística del ecosistema de herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Familia	Género	Especie
Dennstaedtiaceae	Pteridium	*Pteridium arachnoideum*
Melastomataceae	Miconia	*Miconia amblyandra*
Primulaceae	Myrsine	*Myrsine pellucida*

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

11.2.2.8 ¿Cómo compensar?

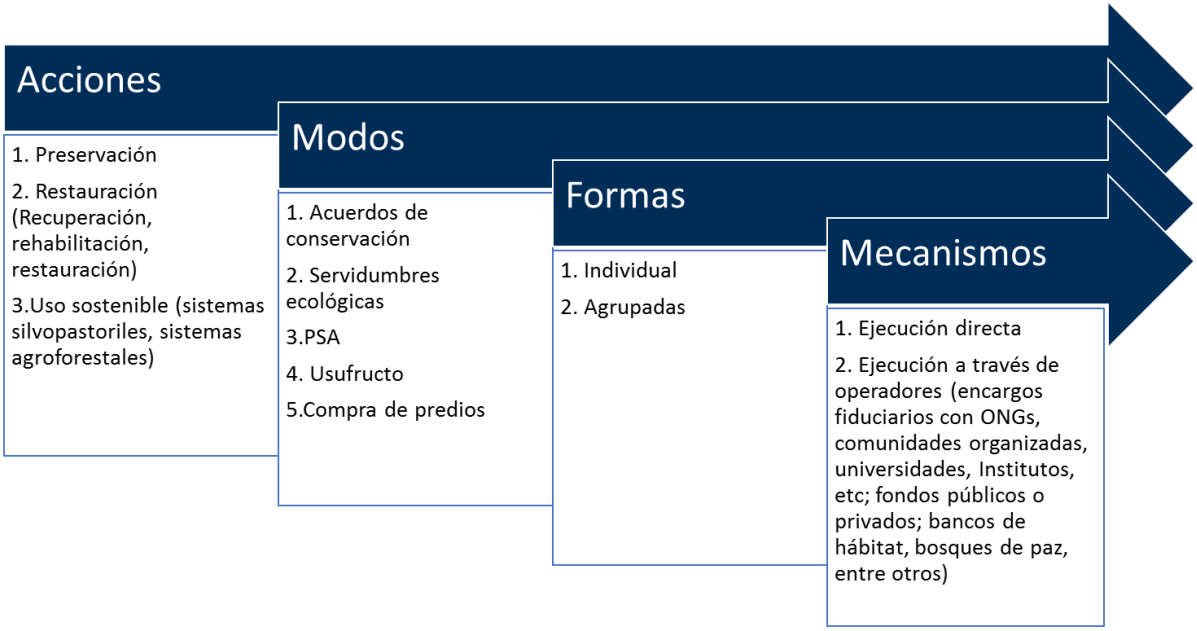
Para definir cómo compensar se deben tener en cuenta cuatro (4) componentes que buscan garantizar la permanencia y legalidad de las acciones. Estos componentes son: las acciones, los modos, los mecanismos de implementación y administración del plan de compensación, y las formas de presentación e implementación de las compensaciones (Ver Figura 11.20).

Dentro de las acciones de compensación el Manual considera tres alternativas: la preservación, la restauración en sus diferentes enfoques y el uso sostenible de la biodiversidad. Los modos de compensación hacen referencia a las alternativas de manejo que permiten la implementación de acciones de compensación en las áreas definidas, los modos se caracterizan por tener instrumentos legales particulares que permitan su implementación y asegurar la permanencia y sostenibilidad de las compensaciones.

Los mecanismos de implementación y administración de las compensaciones están orientados a identificar si las acciones de compensación serán realizadas por el usuario o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, institutos, fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz u otros.

Finalmente, las formas de presentación e implementación de la compensación hacen referencia a la posibilidad de que las compensaciones puedan presentarse de manera individual o agrupadas. Así como, permitir que en caso en que se genere la inversión forzosa del 1% esta se pueda agrupar con las compensaciones.

Figura 11.20 Acciones, modos, mecanismos y formas para compensar



Fuente: Modificado de MADS, 2018.

11.2.2.8.1 Metodología para identificar las acciones y los modos de compensación

Las acciones y modos de compensación se establecerán teniendo en cuenta tres criterios:

i) las condiciones de avance del proyecto, a partir del cual se determinan los tipos de ecosistemas y áreas afectadas.
ii) los determinantes ambientales establecidos para el territorio por las autoridades ambientales.
iii) los tipos de acciones y modos propuestos en el numeral 8 Sobre cómo compensar, presentado en el Manual.

El proceso de identificación de las acciones y modos de compensación acudió a dos estrategias metodológicas complementarias: por un lado, se tuvieron en cuenta las pautas establecidas en el Manual de Compensación del componente biótico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), y por el otro, se aplicó una metodología de relacionamiento matricial, que buscó priorizar las medidas de compensación, conforme a las metas en materia de conservación propuestas para la región.

Con los resultados de este análisis matricial, se buscó seleccionar una serie de alternativas a partir de las cuales se pudiera concretar algunas propuestas de inversión, y sobre las cuales se procura estén alineadas con las apuestas territoriales en materia de conservación de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos.

Inicialmente, se realizó la revisión de antecedentes relacionados con información secundaria y primaria asociada al componente de biodiversidad regional y local, junto con la identificación de ecosistemas involucrados en el área de influencia del proyecto. Posteriormente, se desarrolló una revisión exhaustiva de los instrumentos de planeación regional y local, como también de los instrumentos de gestión en sus distintas escalas, logrando identificar varios determinantes ambientales, que han sido considerados desde estas instancias. El anterior procedimiento no descartó el nivel nacional, reconociendo la articulación que deben guardar naturalmente estos instrumentos, y en razón a la consideración particular del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como elemento rector en las estrategias de conservación efectiva de la biodiversidad en Colombia.

Se desarrolló la matriz de correlación entre estrategias asociadas a temas de biodiversidad de cada uno de los instrumentos consultados, con las acciones de compensaciones definidas en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico.

Esta correlación tuvo en cuenta los principales programas y proyectos planteados desde el Plan Estratégico Ambiental Regional (PLANEAR) y el Plan de Acción Institucional (PAI) de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), así como el Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Pamplonita. A nivel local, se incluyeron dentro de la matriz los proyectos en torno a biodiversidad propuestos por los municipios de Pamplona y Pamplonita, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo Municipal.

El resultado de dicha correlación fue una matriz indicativa de las acciones en biodiversidad y conservación a nivel regional y local, en la cual se identifican las estrategias que podrían desarrollarse y que pueden contribuir a resolver las principales cuestiones de dónde y cómo

compensar, en relación con los instrumentos de gestión y planificación considerados en el análisis matricial.

De esta forma, cuando no existe una correlación entre el instrumento consultado y las opciones establecidas en el Manual, su calificación fue nula; cuando la calificación es dos, indica una correlación indirecta, o que requiere de una re-interpretación, una mayor información o un ajuste para hallar una relación más fuerte; mientras que la calificación de tres, implicó una relación directa entre las metas o propósitos de los proyectos de desarrollo determinados por el instrumento existente con las propuestas establecidas por el Manual, con lo cual, no solo se cumpliría con las acciones de compensación a desarrollar por la Unión Vial Río Pamplonita, sino también se contribuiría a la materialización de las apuestas regionales y locales en materia de conservación de la biodiversidad (Ver Tabla 11.43 y Tabla 11.44).

Tabla 11.43 Matriz de correlación regional

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico								
		ACCIONES								
		Preservación				Restauración			Uso sostenible	
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial (mejoras e...)	Mantenimiento, Monitoreo y seguimiento a los atributos de la biodiversidad	Otros	Recuperación	Rehabilitación	Restauración Ecológica	Actividades silvopastoriles	Arreglos agroforestales
REGIONAL	Estrategia/Línea temática/programa									
PGAR/PLANEAR (Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035) Corponor	**Línea estratégica: Conservación de Ecosistemas Estratégicos y Administración de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.**									
	Obj Especifico: 1. Administrar y conservar los ecosistemas estratégicos y áreas protegidas									
	Acción 1. Formulación de Planes de Manejo para los humedales de Norte de Santander.				2					
	Acción 2. Formulación e implementación de los Planes de Manejo en las áreas protegidas y áreas complementarias de conservación				2					
	Acción 3. Declaración de los predios adquiridos y por adquirir en una categoría de área protegida para registrar en el RUNAP		3							
	Acción 4. Recuperación de la estructura de biodiversidad en el departamento especialmente de las áreas estratégicas adquiridas			3		3	3	3		
	Acción 5. Declaración de las áreas estratégicas ambientales o protegidas de los O.T bajo las categorías de áreas protegidas del SINAP.				3					
	Obj Especifico: 2. Conservar las especies de Flora y Fauna que se encuentran en algún grado de amenaza									
	Acción 1-2Evaluación de la conservación de las áreas protegidas y áreas complementarias de conservación a través de los Valores Objeto de Conservación (VOC).			3						
	Acción 3-4-5 Formulación de planes de manejo para especies endémicas o priorizadas para la conservación e implementación de medidas o planes de manejo para especies amenazadas en el departamento				3					
	Obj especifico 3 Reducir la presión sobre la biodiversidad y promover el uso sostenible									
	Acción 1. Promover la conservación de los Recursos Naturales (RENAS) a través de incentivos administrativos y financieros (Fondo del Agua, BanCO2 entre otros)									
	Acción 2. Formulación, actualización e implementación del Plan General de Ordenación Forestal				2					

DETERMINANTES NORMATIVOS		**Manual de Compensaciones del componente biótico**									
		ACCIONES									
		Preservación				**Restauración**			**Uso sostenible**		
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		**Cerramiento de áreas**	**Saneamiento predial (mejoras e ...**	**Mantenimiento, Monitoreo y seguimiento a los atributos de la biodiversidad**	**Otros**	**Recuperación**	**Rehabilitación**	**Restauración Ecológica**	**Actividades silvopastoriles**	**Arreglos agroforestales**
	L.E: Fortalecimiento del conocimiento, gestión del riesgo de desastres y adaptación del cambio climático									
	Obj Especifico: 3. Mitigar los gases efecto invernadero GEI									
	Acción 2. Promoción de la Implementación de sistemas silvopastoril intensivos SSI, para la reducción de GEI								3	
	Obj Especifico: 4. Formular y ejecutar medidas de adaptación al cambio climático									
	Acción 2. Promoción de agricultura ecológica									2
POMCH río Pamplonita (Res 00761 de 2014)	**Programa 1 Manejo integral de zonas de protección**									
	Proyecto 1. Protección y rehabilitación de la cobertura vegetal en áreas de influencia de la oferta del recurso hídrico						3			
	Proyecto 2. Reforestación del bosque natural de las nacientes y bosque ripario de los ecosistemas lóticos y lénticos de la cuenca					3	3	3		
	Proyecto 3. Diagnóstico, protección y conservación de especies de fauna silvestre habitante de la cuenca del río Pamplonita			3			3	3		
	Programa 2 Manejo integral del recurso suelo									
	Proyecto 6. Diseño y aplicación de alternativas para la administración de las zonas de conservación								3	3
	Programa 5 Generación de condiciones socio económicas									
	Proyecto 17. Implementación de sistemas agroforestales								3	3
PAI CORPONOR 2016-2019 (Hacia un norte ambientalmente sostenible ¡Todos por el agua!)	**Programa 2 Gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los SSEE, en especial a la provisión de agua para el departamento Norte de Santander**									
	Proyecto 2.1 Gestión para la conservación sostenible de las áreas de manejo especial del Norte de Santander	3			3	3	3	3		
	Proyecto 2.4 Apoyo al componente de gestión en biodiversidad del Norte de Santander			3						
	Programa 5 Corponor promueve la política nacional de producción y consumo sostenible y adaptación a la vulnerabilidad climática del sector productivo									
	Proyecto 5.2 Negocios verdes y apoyo a proyectos productivos sostenibles								2	2
Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2016-	**Eje Temático 1.3 Productividad agrícola y pecuaria**									
	1.3.6 Programa Alianzas productivas con los gremios									
	Subprograma 1.3.6.6 Fortalecimiento del subsector ganadero								3	
	Eje Temático 3.1 Ambiente									

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico								
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		ACCIONES								
		Preservación				Restauración			Uso sostenible	
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial (mejoras e ...)	Mantenimiento, y seguimiento a los atributos de la biodiversidad	Otros	Recuperación	Rehabilitación	Restauración Ecológica	Actividades silvopastoriles	Arreglos agroforestales
2019 "Un Norte Productivo Para Todos"	3.1.1 Programa Ambiente sano y productivo									
	Subprograma 3.1.1.1 Biodiversidad y protección				3		3			
Resultado matriz Regional		3	3	12	18	9	18	12	14	10

Fuente: Elaborado con información del Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035 (PLANEAR), Plan de Acción Institucional 2016-2019 (PAI), Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita.

Tabla 11.44Matriz de correlación local

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico								
		ACCIONES								
		Preservación				Restauración			Uso sostenible	
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial (mejoras e impuestos)	Mantenimiento, Monitoreo y seguimiento a los atributos de la	Otros	Recuperación	Rehabilitación	Restauración Ecológica	Actividades silvopastoriles	Arreglos agroforestales
DE ORDENAMIENTO	Estrategia/Línea temática/programa									
PBOT Pamplona (Acuerdo 10 de 2015 "Por el cual se adopta la Modificación Excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Municipio de Pamplona")	**Artículo 315 Plan de Acción o proyectos.**									
	Programa de manejo de Ecosistemas estratégicos para el municipio									
	Proyecto: Implementación de Instrumentos de planificación, gestión y financiación mediante convenios y acuerdos Acción: Gestión, recuperación y manejo de los Espacios significativos de importancia cultural y ambiental.					2				
	Proyecto: Restauración ecológica de corredores y fragmentos de las redes ecológicas Acción: Análisis, intervención y conectividad de las redes ecológicas identificadas con el fin de conservar y preservar ecosistemas en procesos de degradación					3	3	3		
	Proyecto: Formulación de los Planes de Manejo para las Microcuencas de importancia Ecosistémica y fuentes abastecedoras de acueductos urbanos y veredales. Acción: Identificar y caracterizar las microcuencas de importancia ecosistémica y fuentes abastecedoras de acueductos urbanos y veredales				2					
	Proyecto: Plan de reforestación de franjas protectoras Acción: Recuperación de vegetación transicional con especies nativas					3				
	Proyecto: Valoración económica de bienes y servicios ambientales en el área urbana Acción: Identificación, valoración y pago por servicios ambientales									
	Proyecto Conservación de las áreas forestales protectoras a cursos de agua.				2				2	2
	Proyecto: Conservación de las áreas de bosques					3	3	3		
	Proyecto: Restauración ecológica, prevención, y mitigación de las áreas de aislamiento						2			
	Programas de saneamiento para el municipio									

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico								
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		ACCIONES								
		Preservación				Restauración			Uso sostenible	
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial (mejoras e impuestos)	Mantenimiento, Monitoreo y seguimiento a los atributos de la	Otros	Recuperación	Rehabilitación	Restauración Ecológica	Actividades silvopastoriles	Arreglos agroforestales
	Programa: El ecoturismo como estrategia de conservación. Proyecto: Armonización de instrumentos de ordenamiento para el ecoturismo. Acción: Implementar herramientas de ordenamiento, manejo y evolución del ecoturismo en las áreas protegidas				2					
EOT Municipio de Pamplonita	**Art 28 Objetivos particulares para el Sistema Ambiental**									
	Programa de Adquisición y Protección de Áreas Estratégicas. Objetivo particular: consolidar un Sistema Local de Áreas Especialmente Protegidas		2	2						
	Programa de Desarrollo Forestal Objetivo particular: Impulsar plantaciones forestales con fines ambientales y comerciales						3			
Propuesta de declaratoria de la Reserva Forestal Protectora Mejué, Municipios de Toledo, Chinácota, Herrán, Pamplonita, Norte de Santander (Corponor, 2014)	**VIII.Acciones estratégicas prioritarias**									
	1. Formular en los términos que demanda el decreto 2372 de 2010, el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Mejué.		3		3					
	2. Conectividad del área				2					
DE GESTION										
Plan de Desarrollo Municipio de Pamplona "El cambio está en nuestras manos" 2016 - 2019	**Programa Sostenibilidad Pamplona una ciudad comprometida con el desarrollo sostenible**									
	Objetivos Tomar las medidas necesarias para el control, la preservación, la defensa y el buen uso del medio ambiente. -Construcción de estrategias y programas para el adecuado y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas -Promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación. -Velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su		2	3		2	2	2		

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico								
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN:		ACCIONES								
		Preservación				Restauración			Uso sostenible	
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial (mejoras e impuestos)	Mantenimiento, Monitoreo y seguimiento a los atributos de la	Otros	Recuperación	Rehabilitación	Restauración Ecológica	Actividades silvopastoriles	Arreglos agroforestales
	capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible. -Construcción de políticas, estrategias y proyectos para la conservación y cuidado de la fauna del municipio. - Creación de programas ambientales y culturales para la generación de conocimiento y prevención ambiental frente al Cambio Climático.									
Plan de Desarrollo Municipio de Pamplonita "Pamplonita es primero" 2016-2019	**4.2 Eje de desarrollo productivo, ambiental y turístico**									
	4.2.2.1 Pamplonita es primero en la protección del ambiente y la gestión del riesgo de desastres									
	Programa: Variación climática y protección del ambiente: Implementar acciones preventivas que permitan combatir la variación climática y sus efectos a través de la aplicación de buenas prácticas en el Entorno		2		2					
	Sector Pamplonita es Primero en el Desarrollo de la Producción Agrícola, Pecuaria y Turística									
	Programa producción sostenible								2	2
Resultado matriz Local		0	9	5	13	13	13	8	4	4
Correlación matriz regional		3	3	12	18	9	18	12	14	10
Total Correlación		3	12	17	31	22	31	20	18	14

Fuente: Elaborado con información del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Pamplona; Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Pamplona, Esquema de Ordenamiento Territorial de Pamplonita (EOT) y Propuesta de declaratoria de la Reserva forestal Protectora Mejué.

Se resalta en color azul las acciones con mayor puntaje dentro del proceso de correlación.

La matriz de correlación regional y local muestran que las acciones de preservación y restauración son las más relevantes tanto para el departamento de Norte de Santander, como para los municipios de Pamplona y Pamplonita.

En vista de lo anterior, es factible que las líneas de inversión del presente Plan de Compensación se enfoquen en la preservación y rehabilitación ecológica, utilizando los acuerdos de conservación-producción como modo de implementación en el territorio. El mecanismo de implementación de la compensación se realizará a través de Biocuenca. La forma de implementación será individual, de acuerdo con la oferta y particularidades que presenta el territorio de influencia del proyecto.

Dado que las compensaciones se implementarán a través de acuerdos de conservación producción y teniendo en cuenta a las comunidades que habitan el área de influencia del proyecto se selecciona también la acción de uso sostenible, la cual se enfoca en generar conectividad en el paisaje y a la vez otorgar beneficios a los propietarios de los predios, se aclara que esta actividad se desarrollará en el marco de la compensación de los ecosistemas transformados.

11.2.2.8.2 Acciones

Con el propósito de lograr los objetivos de compensación propuestos, se establecen tres programas enfocados en las acciones de preservación, restauración y uso sostenible. La Tabla 11.45 resume los programas proyectos y acciones planteadas en el presente plan de compensación.

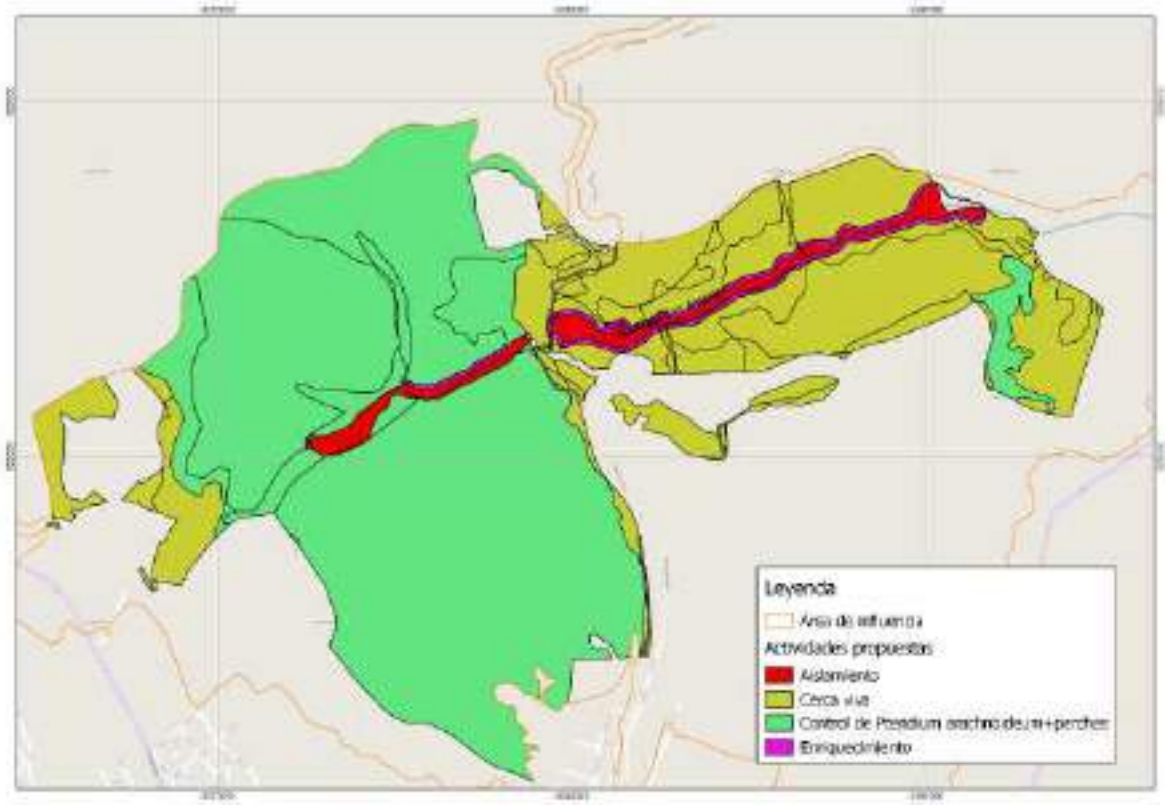
El programa de conservación se encamina en proteger los relictos de vegetación natural como los bosques de galería, a través del aislamiento ya que actualmente el área donde se planea la ejecución de las actividades de compensación es utilizada en labores ganaderas, hecho que pone en riesgo la regeneración natural dentro de estos remanentes.

El programa de restauración de áreas naturales se ejecutará mediante la implementación de dos proyectos: rehabilitación ecológica en áreas de ronda de la microcuenca de la quebrada San Antonio, a través de enriquecimiento de los fragmentos de bosques aislados y la restauración en ecosistemas naturales de arbustales y herbazales por medio del corte del helecho *Pteridium* arachnoideum y la inducción de la regeneración natural con la implementación de perchas Se reporta que en el periodo 2000 a 2013 la cuenca ha tenido una pérdida total de cobertura natural de 331,13 ha/año, equivalentes a 4.554,71 ha en 13 años, hecho que se ve reflejado en que las áreas zonificadas como de protección tengan una alta presencia de ecosistemas transformados.

La propuesta busca restablecer la ronda de la quebrada y ecosistemas aledaños de herbazales y arbustales, con la finalidad de aumentar la cobertura vegetal y con ella los bienes y servicios ambientales que esta área presta.

Finalmente, el programa de implementación de sistemas sostenibles busca cambiar las condiciones de la vegetación en las áreas utilizadas para la ganadería, incorporando árboles que permitan mitigar los efectos negativos ambientales generados por los sistemas tradicionales ganaderos y a la vez generen una recuperación en la fertilidad del suelo, generación de microclimas en los potreros y elementos de conexión entre los parches existentes, los árboles se adicionaran a los sistemas agropecuarios con la inclusión de cercas vivas. En la Figura 11.21 se muestra un esquema de localización de las acciones planteadas en los diferentes programas

Figura 11.21 localización de las áreas sobre las cuales se pueden desarrollar las diferentes acciones planteadas en el Plan de Compensación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 11.45 programas, proyectos y acciones planteadas para la ejecución del plan de compensación

Programa	Proyecto	Acción	Descripción	Ecosistema	Área disponible (ha)*	%
Preservación de áreas naturales remanentes	Protección de áreas naturales remanentes	Aislamiento de ecosistemas naturales en área de ronda de la quebrada San Antonio	Se incluyen los ecosistemas objeto de aislamiento	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,04	1,81
				Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,82	1,26
Total áreas potenciales disponibles para aislamiento					6,86	3,07
Restauración de áreas naturales	Rehabilitación de ecosistemas naturales de arbustales y herbazales	Control de la especie invasora Pteridium arachnoideum+ inducción de la regeneración a través de perchas+ uso de enmiendas en el suelo + enriquecimiento	Se incluyen ecosistemas de arbustales y herbazales	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	11,63	5,20
				Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3,28	1,47
				Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	73,75	32,99
				Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	55,07	24,63
	Total áreas potenciales disponibles para la rehabilitación ecosistemas de herbazales y arbustales				143,73	64,29
	Rehabilitación ecológica en áreas de ronda de la microcuenca de la quebrada San Antonio.	Enriquecimiento con especies nativas a través de la implementación de núcleos de Anderson	Se incluyen ecosistemas transformados presentes en el buffer de 10 m realizado a los parches de bosques que se aislaran por medio de cercas	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,27	0,12
				Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,31	0,14
				Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,28	0,13
				Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,02	0,01

Programa	Proyecto	Acción	Descripción	Ecosistema	Área disponible (ha)*	%
				Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,54	0,24
				Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,62	0,73
	Total áreas potenciables disponibles para la rehabilitación ecológica en áreas de ronda de la microcuenca de la quebrada San Antonio				3,04	1,36
Total áreas de rehabilitación					146,77	65,65
Implementación de sistemas sostenibles para la conservación	Implementación de sistemas silvopastoriles en las áreas aledañas a la quebrada San Antonio.	Implementación de cercas vivas	Cercas vivas en áreas de ronda para conectar los bosques aislados y enriquecidos. Adicionalmente se incluyen a lo largo de la quebrada	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	0,04
				Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,15	0,51
				Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	2,27	1,01
				Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	9,90	4,43
				Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	4,23	1,89
				Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,76	0,79
				Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	13,93	6,23
				Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	17,79	7,96
				Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	18,84	8,43

Programa	Proyecto	Acción	Descripción	Ecosistema	Área disponible (ha)*	%
Total áreas potenciales disponibles para la implementación de cercas vivas					69,94	31,28
Total área disponible para la ejecución de la compensación					223,58	100,00

*El área disponible se refiere al área existente en los predios para realizar la compensación de 43,61 ha.
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.8.3 Programa 1: Preservación de áreas naturales remanentes

Ecosistema objeto

Esta actividad está encaminada a salvaguardar los relictos de ecosistemas equivalentes a los afectados que se encuentren en los predios que participen en los acuerdos de conservación-producción. Por tanto, los ecosistemas priorizados para el aislamiento son:

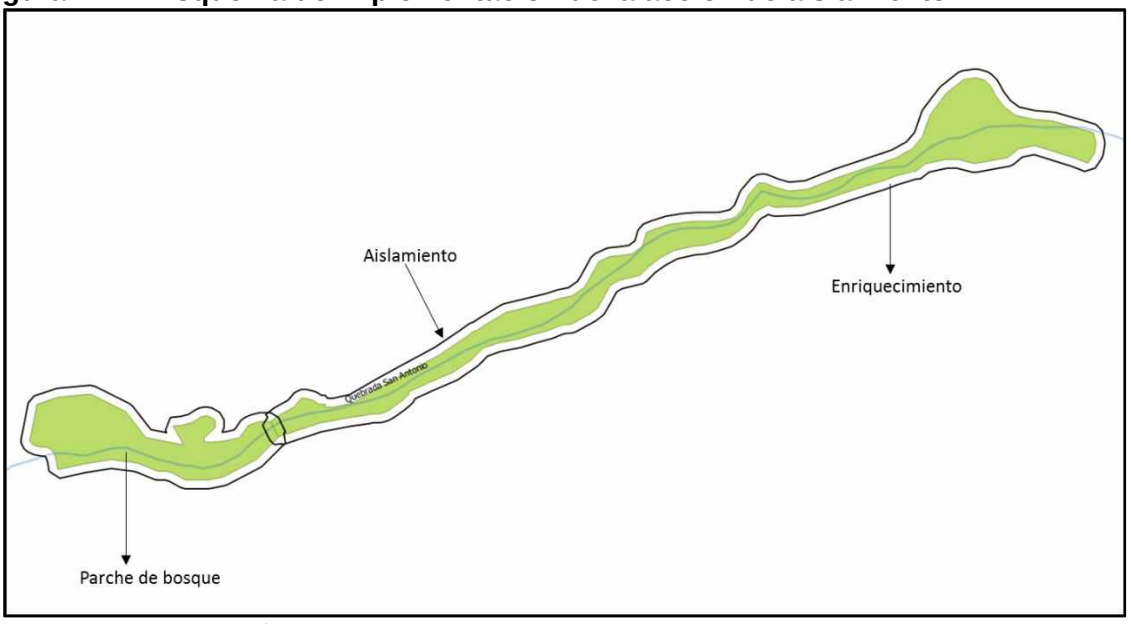
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Con esta medida se busca aislar 6,32 ha, este valor incluye la compensación de 0,14 ha de Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, 0,72 ha de Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y 5,46 ha de ecosistemas transformados.

Acciones propuestas

Este proyecto busca aislar los parches naturales que se encuentren en la ronda de la quebrada San Antonio, se planea realizar un buffer de 10m a cada parche, a partir del cual se implementará la cerca. En el espacio entre el parche de vegetación y la cerca se realizarán actividades de enriquecimiento que permitan aumentar el tamaño y la conectividad de los parches seleccionados (ver Figura 11.22).

Figura 11.22 Esquema de implementación de la acción de aislamiento



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Objetivo

- Preservar ecosistemas estratégicos y la provisión de bienes y servicios ambientales que estos prestan

Resultados esperados

Delimitación y protección de áreas naturales remanentes y vegetación riparia a través del aislamiento con cercas para controlar los efectos negativos provocados por elementos tensionantes como el ingreso de ganado y transeúntes a las estas zonas de importancia, y contribuir de esta manera, a los propósitos de conservación de áreas naturales, mantener las conectividades estructurales de la vegetación y disminuir la contaminación de las fuentes hídricas.

Actividades puntuales para lograr la estrategia

A continuación, se presentan las acciones a desarrollar

i. Identificación y caracterización de las áreas de ecosistemas naturales
ii. Socialización de la propuesta de aislado
iii. Concertación de visitas diagnóstico a predios
iv. Valoración de motores de transformación, análisis de presiones y amenazas sobre los ecosistemas
v. Identificación de bienes y valores ecosistémicos asociados a las unidades a conservar.
vi. Verificación de lotes o áreas de aislamiento y de los factores tensionantes para la protección
vii. Georreferenciación de líneas de aislamiento
viii. Trazado: Se realizará de acuerdo con las condiciones morfológicas del terreno, siguiendo la margen o ronda de la(s) fuente(s) o áreas a proteger.
ix. Ahoyado para los postes. El ahoyado debe tener las siguientes dimensiones: 0.3 m de largo x 0,3 m de ancho, y se deben anclar al suelo a una profundidad mínima de 40 cm.
x. Fijación de postes
xi. Templado y grapado
xii. Verificación, seguimiento y mantenimiento

Procedimiento de implementación del aislamiento

Se instalarán estantillos o postes con especificaciones técnicas de 2,2 m de altura y un diámetro mínimo o sección de 10 cm. Si los postes son de madera, estos deben provenir de una plantación forestal certificada y no deben presentar corteza, nudos, ni rajaduras de más de 6 mm y deben ser completamente rectos. Como opción se establece la posibilidad de usar postes de concreto reforzado.

La distancia entre postes será de 2.5 metros y cada 30 metros se establecerá un pié de amigo o apuntalador, el cual tendrá una posición contraria a la del templado del alambre y se debe colocar al principio y final de cada tramo de 30.

A los pies de amigo se les debe hacer un corte longitudinal de 45º en uno de sus extremos y al poste base caja. Todo pie de amigo debe tener puntillón que lo ancle al poste y debe ir enterrado. Para la instalación del poste, se enterrarán en hoyos de 0.40 m. de profundidad con máxima compactación de suelo a su alrededor. Los postes se enterrarán con el diámetro mayor hacia abajo, siguiendo la vertical y alienados por el lado que vaya el alambre.

Se deben respetar los cruces o pasos en caminos y en los abrevaderos que se deben dejar en los potreros, el alambre debe templarse de forma continua atravesando la corriente de agua.

Sobre los postes se establecerán cuatro (4) cuerdas de alambre púa. La cuerda inferior del cerca se colocará a una distancia uniforme sobre el suelo, las otras líneas de alambre irán paralelas a ésta. El rollo de alambre de púa al momento de ser instalado debe ser cortado cada 60 metros (60) metros, con el propósito de desalentar el hurto de este material. El alambre de púas será de dos hilos retorcidos, de acero galvanizado en caliente con un espesor de recubrimiento clase A, según la norma ASTM A 112, para un calibre No. 12ASW. Tendrá púas de 4 puntas de alambre galvanizado en caliente calibre No. 14 ASW espaciada a un máximo de 15 cm. Las grapas serán de alambre de acero galvanizado en caliente, calibre No. 9 de 25 mm. (1”) para postes de madera dura y de 38 mm (1.5”) para postes de madera blanda.

Para efectos del cálculo de la compensación se establece un escenario en el cual se requiera un cerco de una longitud de 400 ml para la protección de una (1) hectárea de bosque.

11.2.2.8.4 Programa 2 Restauración de áreas naturales

En este programa se planea la rehabilitación de la ronda de la quebrada San Antonio, específicamente en las áreas destinadas para el enriquecimiento, tras realizar la implementación de las cercas. Adicionalmente, para los ecosistemas de arbustales y herbazales se plantean medidas de rehabilitación en las cuales se induzca el crecimiento de especies nativas a través del clareo de la especie invasora *Pteridium arachnoideum* la implementación de perchas, uso de enmiendas en el suelo y enriquecimientos.

- **Rehabilitación ecológica en áreas de ronda de la microcuenca de la quebrada San Antonio.**

Ecosistemas objeto

Esta acción se realizará en los parches objeto de aislamiento, específicamente sobre el buffer de 10m entre el parche y la cerca instalada, con esta medida se busca aumentar el

tamaño de los parches de vegetación y la conectividad. De acuerdo al cruce entre el buffer de 10 m y las áreas en las cuales se puede ejecutar el enriquecimiento se tienen como ecosistemas objeto los siguientes:

- Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

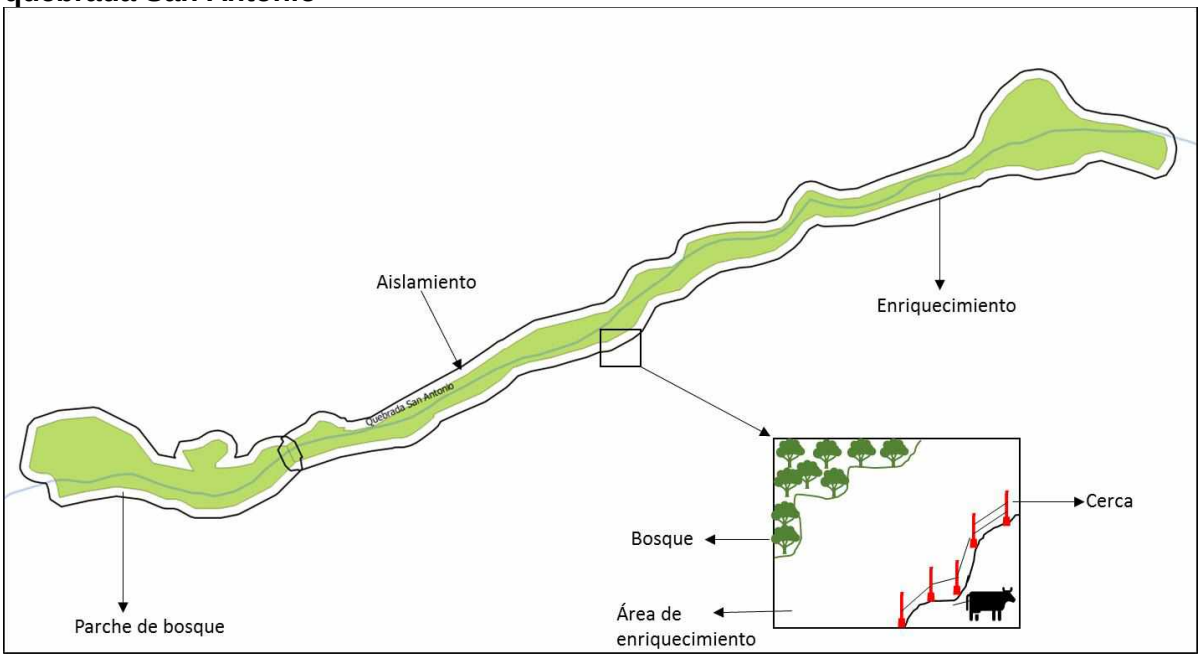
Con esta acción se busca enriquecer 3,0 ha de la ronda de la quebrada San Antonio dentro del marco de las compensaciones de los ecosistemas transformados.

Acciones propuestas

Se plantea la acción de enriquecimiento, con la finalidad de inducir la recuperación y/o rehabilitación de las áreas de ronda de la quebrada San Antonio, en este caso las acciones van dirigidas hacia los ecosistemas que han sufrido intervención de manera que la acción propuesta permita el restablecimiento de la composición florística y estructura de la vegetación.
La rehabilitación no implica llegar a un estado original, por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que se pueda recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se habla de una rehabilitación de la función ecosistémica, en ocasiones incluso con un reemplazo de las especies que lo componen. En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación (Vargas, 2007).

En la Figura 11.23 se presenta el esquema de las áreas susceptibles a enriquecimientos vegetales, esta acción puede realizarse tanto sobre ecosistemas de bosque de galería como ecosistemas de arbustal presentes en la ronda de la quebrada San Antonio.

Figura 11.23 Esquemas de las áreas susceptibles a enriquecimiento en la ronda de la quebrada San Antonio



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Objetivo

- Ampliar parches o fragmentos de bosque y conformar núcleos de regeneración en los ecosistemas objeto de aislamiento.

Resultados esperados

La implementación de acciones de rehabilitación incrementará la cobertura vegetal en las áreas donde se llevará a cabo, incrementando el tamaño y conectividad del área ecológicamente equivalente.

Actividades puntuales para lograr la estrategia

A continuación, se plantean una serie de pasos que deben ser seguidos en un proyecto de rehabilitación ecológica, de acuerdo con lo sugerido por Barrera, 2007:

i. Zonificación de área a restaurar
ii. Caracterización, física, biótica y social del sistema disturbado y del sistema de referencia.

Para ayudar a establecer el ecosistema de referencia, sus especies dominantes y los tipos de transformación del paisaje, se llevará a cabo la construcción de la historia ambiental del

área con los propietarios de los predios a través de encuestas semiestructuradas. Algunas de las preguntas que se establecerán en la encuesta se presentan en el Anexo 11 A Entrevistas semiestructuradas para definir la historia ambiental de los sitios a rehabilitar.

iii. Factores tensionantes y limitantes que afectan el restablecimiento natural del sistema disturbado

Son elementos externos que estimulan o inciden negativamente sobre el desarrollo de un ecosistema, en el área se identificaron los siguientes tensionantes socioeconómicos, que son aquellos factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural, principalmente los tipos de uso de la tierra:

Tabla 11.46 Elementos tensionantes identificados para el área de influencia del proyecto

Actividad/Tensionantes	Descripción de la actividad
Ganadería	En la zona se encuentra ganado de tipo bovino de las razas Holstein, Pardo y Girolando, utilizado como ganado cárnico y lechero ambas para autoconsumo o para doble propósito, la mayor parte del área donde se encuentra el ganado está cubierta por pastos limpios y pastos arbolados. Se desarrolla en áreas que no cuenta con mayores extensiones, en los predios de menor tamaño con frecuencia se encuentran una o dos cabezas de ganado para abastecer las necesidades domésticas, predios más grandes entre 5 y 10 cabezas de ganado aproximadamente.
Agricultura tradicional	La agricultura tradicional está asociada a sistemas productivos en pequeña escala (Inferior a una hectárea), de cultivos de clima frío y templado, en los que se destacan cebolla, perejil, repollo, arveja, frijol, maíz, al igual que frutales granadilla, breva, plátano, tomate de árbol, lulo, entre otros. Adicional se presentan cultivos de aromáticas como toronjil, manzanilla, mejorana, hinojo, yerbabuena, ruda, caléndula, las cuales son principalmente para autoconsumo y comercio, de manera puntual.
Minería	En el sector nororiental del área de influencia, en el municipio de Pamplona, se presenta traslape en 3,70 ha con el título minero ELV-081, el cual se encuentra vigente y en ejecución en modalidad de contrato de concesión para extracción de carbón a nombre de Ramón Ignacio García Sierra y Humberto Carvajal López. E: 1159155,1875. N: 1308770,91058.
Quema	Actividad que se realiza con el fin de eliminar vegetación para generar potreros o de preparar los ya existentes para la siembra de nuevos cultivos. Vereda Alcaparral. 1159266E; 1308564N. También se identificó que la población de las veredas Sabaneta Alta, Alcaparral y El Naranjo realizan la quema de residuos sólidos como medio alternativo por no contar con cobertura del servicio público de recolección de basuras.
Tala	La mayoría de las coberturas naturales vegetales del área han sido intervenidas, existen apenas unos relictos de bosques en comparación con las zonas abiertas. La tala es selectiva para cercas. Vereda Alcaparral.1159310E; 1308521N E: 1159678,42948. N: 1308392,89657.
Fenómeno de remoción en masa	Movimientos de tierra producidos principalmente por acción de la gravedad. Los factores que influyen sobre la generación de dichos procesos son: presencia de rocas no consolidadas sobre rocas consolidadas, meteorización física, química, biológica y superficial del estrato, laderas con pendientes abruptas, denudación o deforestación del terreno, y precipitaciones. Vereda Alcaparral.1159363 E; 1308933 N.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Estas actividades se fundamentan en el análisis de la evaluación de impactos sin proyecto, es decir aquellas actividades que ocurren normalmente en el territorio y que fueron referidas por la comunidad dentro de los procesos de participación del estudio ambiental. Los tensionantes identificados han generado intervención de áreas de manejo especial, alteración de hábitat, cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre, modificación del hábitat y biota acuática, alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural y cambios en la cobertura vegetal. Por lo tanto, podrían incidir negativamente en los procesos de rehabilitación que se realicen en las áreas naturales.

iv. Establecimiento de las prácticas de restauración

Los enriquecimientos con especies nativas son una técnica útil para acelerar la recuperación de áreas afectadas por actividades agropecuarias, siendo la participación de la comunidad en los procesos de diseño y evaluación de la restauración, uno de los factores más determinantes del éxito de los procesos de restauración (Meli, Carrasco-Carbadillo, 2011).

1. Definición de sitios

La definición de las áreas donde se llevará a cabo esta actividad se debe realizar a partir de:

a. Accesibilidad ya que las facilidades logísticas son de gran importancia para garantizar el éxito del proyecto, por lo que se tendrá en cuenta:

- Vías o caminos de acceso, o sitios cercanos en donde no sea difícil el transporte de los materiales necesarios.
- Fácil acceso para personas mayores y niños, con el fin de emprender acciones de participación y educación.
- Facilidades para realizar la fase de monitoreo.

b. Interés comunitario. Por lo que se discutirá con la comunidad los sitios prioritarios para restaurar debido a los servicios ambientales que les prestan.

c. Persistencia de disturbios a partir del conocimiento de las comunidades en cuanto a fenómenos estacionales como inundaciones, fuegos, heladas.

d. Se identificará si la actividad que se está llevando a cabo es compatible con el proyecto. evaluando si algunas prácticas culturales son compatibles con el desarrollo de proyectos de restauración. Por ejemplo, el uso estacional de recursos.

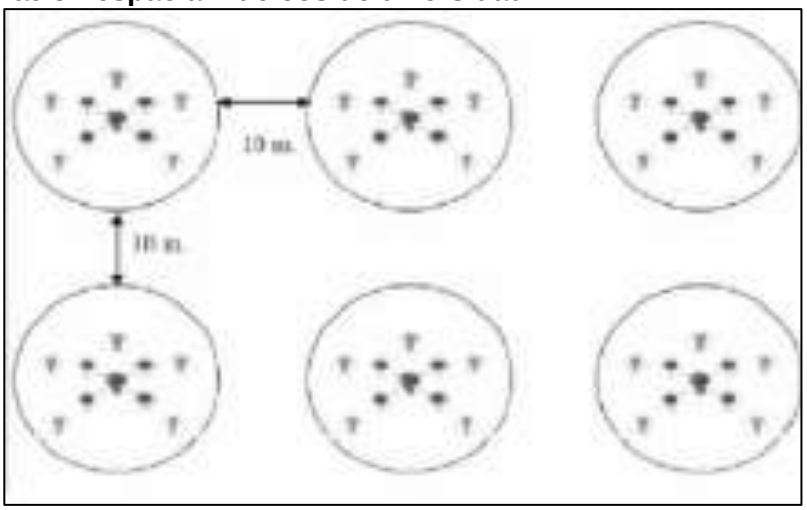
e. Presencia de especies invasoras por lo que se planearan actividades continuas, con la comunidad, para el manejo de estas especies.

f. Topografía y patrones de drenaje.

2. Enriquecimiento con especies nativas

Con el fin de lograr los objetivos se propone establecer arreglos de siembra de especies nativas mediante los llamados “Núcleos de Anderson” basado en la teoría de la nucleación la cual encuentra una relación entre la ecoclina de un área abierta versus el área boscosa generando a mediano plazo los “núcleos de diversidad”. El objetivo de esta acción se enfoca en que se planten individuos procedentes de un estado sucesional superior a zonas ecológicamente en proceso de degradación, induciendo de esta manera una recuperación vegetal acelerada (si se tiene en cuenta que de manera natural la sucesión es muy lenta). El arreglo propuesto se efectuará como se muestra en la Figura 11.24.

Figura 11.24 Patrón espacial núcleos de diversidad



Fuente: Anderson, M. L, 1953

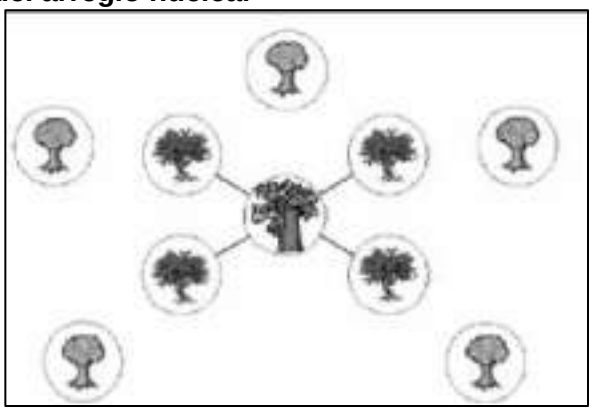
Los arreglos se determinarán teniendo en cuenta la ecología de las especies y los patrones sucesionales naturales de cada especie a implementar (Ver Tabla 11.47)

Tabla 11.47 Tipo de especies utilizadas en los arreglos

Ubicación de la especie	Convención
Especies centrales: preponderantemente umbrófilas	
Especies del primer aro: de carácter heliófilas parciales	
Especies del segundo aro: preponderantemente heliófilas	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 11.25 Detalle del arreglo nuclear



Fuente: Anderson, M. L, 1953

3. Distanciamientos y dimensiones del material

Cada núcleo estará distanciado entre si 10 m.; al interior de este los espaciamientos entre la especie central al primer aro será de 2,5 m., y del primer aro al segundo 3,0 m. esto último teniendo en cuenta que el principio de la nucleación tendrá como factor determinante dejar en competencia intraespecífica por nutrientes a las especies vegetales más numerosas regulando su población sin afectar a las demás. La altura mínima de la especie central será de 0,5 m en su parte aérea; las especies de los aros externos serán de 1,0 m. Las especies del aro interno serán de mínimo de 0,5 m. En ningún caso la altura incluye el alto de la bolsa.

4. Requisitos de material vegetal

El material vegetal será adquirido en vivero. Las plántulas seleccionadas deben tener un estricto control de calidad desde estos planteles, ya que de esto depende el éxito de las acciones planteadas. Por ello, se efectuará un control de calidad (en vivero) antes de su traslado al punto de siembra; las plántulas no deben presentar problemas fitosanitarios, tales como: *Phoma sp*., *Rhizoctonia sp*., cuello de ganso, *Botrytis sp*., necrosis de hojas y tallos, manchas, pudriciones, etc., ya que estos afectan el normal desarrollo de la planta.

Se priorizarán los viveros cercanos a la zona para garantizar la adaptabilidad de las especies. De esta manera los árboles podrán competir sin ningún problema por luz, nutrientes, malezas y tendrán la posibilidad de soportar holgadamente las inclemencias climáticas.

5. Especies recomendadas

En todos los ecosistemas objetos de enriquecimiento se debe evaluar el potencial de regeneración natural.

a. Especies recomendadas para bosques naturales

De acuerdo con la información del EIA se trabajará con las siguientes especies *Alnus acuminata* (heliófila), *Erythrina edulis* (heliófila), *Montanoa quadrangularis* (heliófila), *Inga spectabilis* (semiheliófila), *Salix humboldtiana* (semiheliófila), *Weinmannia sorbifolia* (heliófoba) y *Juglans neotropica* (especie en peligro de extinción, introducción en una fase intermedia), esta última especie es opcional en los arreglos.

En el Anexo 11 B se presentan los rasgos ecológicos de las especies que se reportaron en la caracterización florística de los ecosistemas equivalentes del área de influencia del proyecto, las cuales se consideraran al momento de diseñar los núcleos de Anderson. La mayoría de las especies que se presentan en el anexo pertenecen al gremio de las heliófilas, especies encontradas en la caracterización vegetal de los ecosistemas de referencia, las especies esciófilas se incluirán dentro de los arreglos teniendo en cuenta la reconstrucción de los ecosistemas de referencia históricos recreados con ayuda de la comunidad, las especies se incluirán en los arreglos de acuerdo a la disponibilidad en los viveros certificados y su capacidad de adaptación a las condiciones existentes en las áreas a enriquecer.

b. Especies recomendadas para ecosistemas de arbustales

Los ecosistemas de arbustales caracterizados mostraron un alto grado de intervención dentro de las especies con potencial para utilizarse en los procesos de enriquecimiento se encuentran: *Dodonaea viscosa, Myrsine latifolia, Myrsine pellucida, Acnistus arborescens*, entre otras especies que se adapten a las condiciones de humedad del área la cual está clasificada como muy seca.

v. Acciones para el mantenimiento

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento a realizar una vez establecida la compensación. Luego de la siembra, deberá realizarse un programa de mantenimiento por tres (3) años así:

1. Plan de manejo silvicultural.

a. Replante o Resiembra de Material: El replante consiste en reponer todo el material que debido a procesos bióticos, abióticos y antrópicos no alcanza a sobrevivir. Este replante se hará al inicio de la siguiente época de lluvias o a los cuatro o cinco meses después de haber realizado la plantación. La supervivencia debe ser superior al 80% y la reposición se hará de acuerdo con la especie pérdida, cuando sea posible.

b. Limpias o Rocerías: Esta acción, deberá realizarse en forma manual o con herramientas, preferiblemente con machete o guadaña.

Se debe tener en cuenta que el objetivo de la siembra es principalmente de restauración, lo cual exige que la actividad de rocería debe ejercerse teniendo un manejo adecuado con el fin de no eliminar la regeneración natural potencial y precursora de la sucesión vegetal.

c. Fertilización: La fertilización deberá ser aplicada con base en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y a las necesidades de la especie plantada.

d. Control Fitosanitario: El profesional idóneo incluirá dentro de los procedimientos un plan de verificación sanitaria periódico. De identificarse una infestación por hongos e insectos se deberá diseñar el manejo fitosanitario a seguir.

vi. Participación comunitaria

El que un proyecto de restauración logre el apoyo social radica en el grado de identificación de la gente con los objetivos planteados en el mismo, pues dicha identificación promueve la aceptación pública de los proyectos, legitimándolos y dándoles relevancia social para lo que se llevarán a cabo las siguientes fases:

1. Fase de Socialización

Se realizarán talleres informativos con la comunidad del área de influencia para darle a conocer:

a. Los objetivos y metas del Plan de Compensación ante la comunidad.
b. Se dictará una charla de sensibilización sobre la importancia de los ecosistemas donde se llevará a cabo la rehabilitación para las personas pertenecientes a las comunidades involucradas en el proceso de compensación.
c. Identificar los actores para las acciones que se llevaran a cabo.
d. Involucrar las comunidades en los procesos de seguimiento.

2. Fase de Planeación y definición de estrategias a implementar

Se concertarán jornadas de trabajo con:

a. Comunidad campesina: Trabajadores agrícolas de diferentes edades y géneros.
b. Comunidad escolar: profesores, padres de familia y alumnos.
c. Entidades locales: Asociaciones comunitarias, ONG's, Organizaciones Ambientales, Entidades estatales que participan en la conservación regional de los recursos.
d. Investigadores de la conservación y restauración ecológica: biólogos, ecólogos, ingenieros forestales, antropólogos, sociólogos, geógrafos y trabajadores sociales

Durante estas mesas de trabajo se buscará definir a partir de la integración del conocimiento local:

- Estrategias de acción para recuperar los elementos de los ecosistemas.
- Selección de las áreas (de acuerdo con las características descritas en el numeral 4) e identificación de predios clave.
- Difusión de técnicas de propagación de especies nativas y manejo de viveros e invernaderos.

- Creación participativa de materiales que divulguen el conocimiento local y las acciones de restauración iniciadas (herbarios, plegables informativos, cartillas, boletines).

vii. Herramientas metodológicas

1. Cartografía social: esta metodología considera el territorio como referente espacio temporal y busca su representación por medio de la construcción colectiva de mapas, en donde se muestran las percepciones locales del entorno natural, político, económico y cultural.

2. Recorridos prediales: metodología que complementa la cartografía social. A través de ellos se puede precisar y actualizar la información consignada en los mapas de territorio.

3. Conversatorios: son encuentros con diferentes participantes en los cuales se busca el diálogo de saberes sobre un tema específico. En ellos, aparecen puntos de vista distintos y se procura establecer consensos de opinión

- **Rehabilitación en los ecosistemas naturales de arbustales y herbazales**

Durante la caracterización de los ecosistemas de arbustales y herbazales se reportó la presencia de la especie *P. arachnoideum*, considerada una especie invasora debido a su gran potencial competitivo, el cual está dado por características morfológicas y fisiológicas, como: i) un sistema de rizomas subterráneos muy largo y longevo que se ramifica indefinidamente; ii) alta tasa de propagación vegetativa; iii) actividad alelopática y anti depredadora causado por metabolitos secundarios como las ecdisonas; iv) un alto potencial reproductivo, cada planta produce cientos de millones de esporas, transportadas por el viento; y v) una arquitectura que le confiere ventajas sobre otras plantas como por ejemplo su tamaño, frondas amplias que sobrepuestas privan de luz a las plantas subyacentes debilitándolas o matándolas e impidiendo el establecimiento de otras especies nativas (Ramírez, Pérez & Orozco, 2007).

Lo anterior impide que en estos ecosistemas exista un óptimo proceso de regeneración natural ya que el helecho (P*. arachnoideum*) se convierte en un obstáculo para el desarrollo de semillas y su respectivo establecimiento. Por lo tanto se propone como medidas de rehabilitación el corte periódico y controlado del helecho por un periodo de dos años de manera que se minimice la competencia de esta especie, así como la implementación de perchas para la reintroducción de material vegetal nativo, uso de enmiendas en el suelo y enriquecimiento vegetal.

Ecosistemas objeto

Esta actividad tendrá lugar en los ecosistemas de bajo porte de arbustales y herbazales:

- Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

- Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Con esta acción se busca la rehabilitación de 27,34 ha de ecosistemas de arbustales y herbazales de las cuales 8,07 ha corresponden a Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, 4,58 ha de Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, 14,11 ha del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental y 0,58 ha del Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

En este caso, no es posible compensar las 14,11 ha del ecosistema del arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino, ya que en las áreas preseleccionadas solo existen 3,28 ha de este ecosistema, por tal motivo el área restante se compensará en los ecosistemas de arbustal denso alto y arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Objetivos

- Aumentar el reclutamiento de plántulas en los ecosistemas de arbustal denso y herbazal
- Disminuir la cobertura del helecho *Pteridium arachnoideum* en las áreas intervenidas.

Acciones a realizar

Actividades puntuales

i. Caracterización diagnóstica de las áreas invadidas (zonificación, priorización
ii. y valoración de las áreas invadidas).
iii. Socialización y concertación de la propuesta
iv. Identificación de factores limitantes y tensionantes
v. Definición de las unidades de manejo
vi. Control de la erosión y de los vectores de dispersión de propágulos.
vii. Diseño e implementación de un sistema de gestión de residuos provenientes de la eliminación
viii. Control trimestral y mantenimiento las áreas intervenidas.

Control de Pteridium arachnoideum

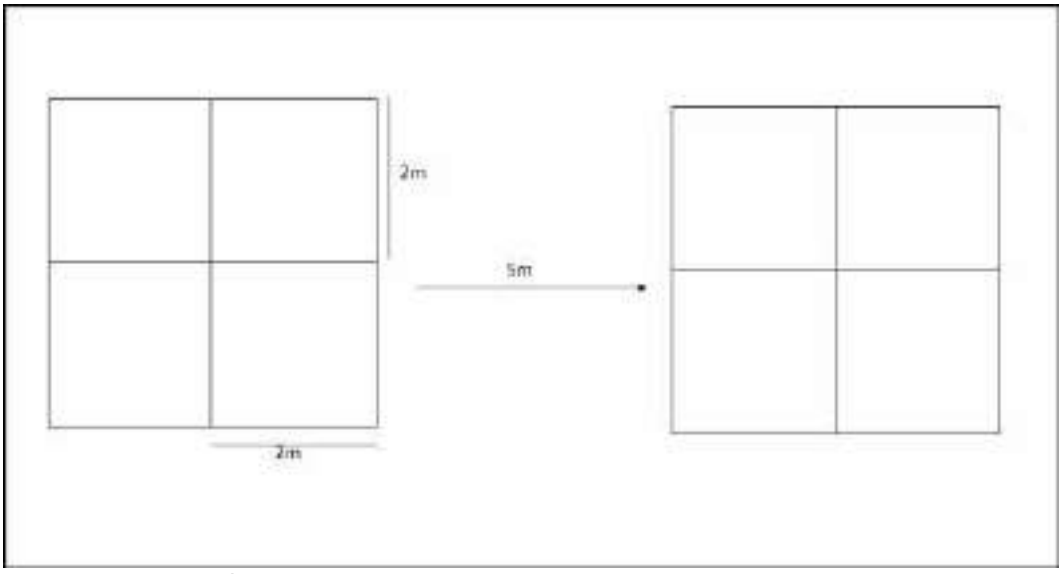
Se propone la eliminación mecánica (corte manual) del helecho porque es una técnica muy específica que minimiza el daño a otras plantas o animales, minimiza disturbios en el suelo, tiene pocos impactos ecológicos, permite la eliminación de la especie desde la raíz y disminuye la producción de semillas y rebrotes (León & Vargas, 2011).

El corte manual se realizará n núcleos de 2m x 2m se hará corte de los individuos de *P. arachnoideum* cada dos meses, con cortes de las hojas superficiales, a excepción del primer corte en el cual se removerá toda la vegetación existente para dejar el suelo desnudo en los núcleos seleccionados. La efectividad de este tratamiento fue demostrada por Aguilar-Dorantes y colaboradores en el año 2014.

Para la implementación de esta técnica se requiere:

i. Deshierbe primario: el sitio debe ser limpiado de la masa de vegetación invasora incluyendo sus sistemas de raíces y estolones; es la fase que demanda más tiempo y trabajo intensivo.
ii. Consolidación: se hacen deshierbes subsiguientes con una periodicidad dictada por la velocidad de regeneración de la maleza que se quiera controlar.
iii. Mantenimiento de largo plazo: se visitan esporádicamente (cada 2 meses) los sitios para retirar cualquier tipo de crecimiento indeseado.
iv. Manejo del material vegetal resultado del deshierbe: el material que resulte de las acciones antes citadas puede ser reincorporado al suelo como parte de otros procesos, evitando su disposición inadecuada.

Figura 11.26 Esquema de implementación de los núcleos de corte de la especie *P. arachnoideum.*



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Implementación de perchas artificiales

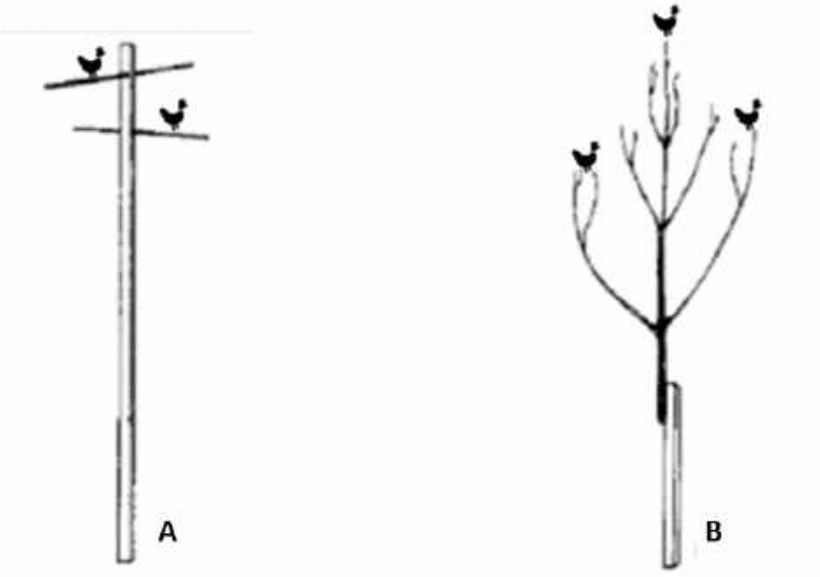
Las perchas son estructuras artificiales que proporcionan descanso a aves y murciélagos frugívoros, estas estructuras permiten que las aves o murciélagos durante su descanso defequen y de esta forma aumenta la dispersión y cantidad de las semillas (Holl, 1998). Por sus funciones ecológicas las aves tienen la capacidad de dispersar semillas ornitócoras a las áreas en proceso de restauración, se considera que una vez se elimine al helecho *P.*

arachnoideum, las semillas transportadas por las aves podrán germinar con mayor facilidad y por tanto la sucesión podrá efectuarse de manera natural.

En las áreas a intervenir se propone la implementación de perchas denominadas estructura barra cruzada (perchas artificiales en cruz) y estructura con vegetación natural (perchas naturales) (Ver Figura 11.27). Cada percha debe tener una altura de 4,5 m, como mínimo, en el caso de las perchas de estructura con vegetación se pueden implementar en el ápice ramas de especies como *Fraxinus sp y Eucaliptus sp,* en todo caso las perchas instaladas deben presentar mayor tamaño que la vegetación circundante, pues de esta manera son más atractivas para la avifauna. Las perchas deben enterrarse a una profundidad de 50 cm, se propone una densidad de 30 perchas por hectárea, distanciadas entre 18 a 32 metros. Las perchas deben implementarse en los cuadrantes en los cuales se eliminó el helecho *P. arachnoideum.*

Es importante que los sitios de implementación de las perchas obedezcan a un estudio de las características de forrajeo de las aves, con la finalidad de identificar los sitios más efectivos, es además relevante evaluar el efecto de la micro heterogeneidad ambiental bajo las perchas para promover el establecimiento de las diferentes especies dispersadas por las aves (Peralta, 2016).

Figura 11.27 Diseños de perchas a implementar en la restauración de ecosistemas de arbustales y herbazales



A Estructura barra cruzada, B. Estructura con vegetación
Fuente: Modificado de McDonell & Stiles, 1983.

Uso de enmiendas en el suelo

En experiencias de control del helecho, como los realizados en el corredor Barbas-Bremen se encontró que la aplicación de cal agrícola ($CaCO_3$), en proporción de una tonelada por ha, contribuía en mejorar el pH del suelo (Vargas, 2015). Este tratamiento se debe realizar una vez se realicen los análisis de suelos y solo si se encuentra que el suelo es ácido y la medida necesaria.

Enriquecimiento con pioneras intermedias

Se plantea también la siembra de pioneras intermedias como estrategia para acelerar la sucesión y disminuir la capacidad de repuesta del helecho al someterlo a sombra (Vargas, 2015). La siembra será de 500 plantas por hectárea, dando prioridad a las encontradas en la caracterización de los ecosistemas. Entre las especies a emplear en los enriquecimientos se encuentran: *Dodonaea viscosa*, *Miconia amblyandra*, *Myrsine latifolia*, *Miconia theizans, Myrsine coriacea, Myrcianthes fragans, Myrsine latifolia*, *Myrsine pellucida*, la siembra de especies se realizará teniendo en cuenta el habito del ecosistema a intervenir.

Resultados esperados

Disminución de la competencia del helecho P. *arachnoideum*, y aumento en la regeneración natural y de las especies nativas de semillas ornitócoras. Lo anterior repercute en una ganancia de biodiversidad ya que se apunta a aumentar la riqueza vegetal de los ecosistemas intervenidos.

El desarrollo de esta acción además de beneficios ambientales permite la generación de mano de obra de la zona como un beneficio social agregado.

11.2.2.8.5 Programa 3 Implementación de sistemas sostenibles para la conservación

Cercas vivas

Las cercas vivas desempeñan un importante papel en la conservación de la biodiversidad, sirven de hábitat para aves, pequeños mamíferos e insectos; follaje, semillas y frutos para la alimentación de animales silvestres y el ganado; funcionan como líneas de conectividad o corredores biológicos por los cuales circula la fauna local, y son reguladoras del microclima. Sumado a lo anterior, las cercas vivas pueden jugar un rol importante en la producción de leña, madera o frutales dependiendo de las especies seleccionadas en los arreglos que las conforman (Ver Figura 11.28).

Ecosistema objeto

Esta actividad está encaminada a mejorar las condiciones ecológicas de los ecosistemas que actualmente son utilizados en actividades agropecuarias, dentro de estos ecosistemas se encuentran:

- Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

- Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Con esta actividad se busca compensar 5,45 ha de ecosistemas transformados afectados por la ejecución del proyecto.

Acciones propuestas

Integrar a las prácticas ganaderas los beneficios que ofrecen los árboles para el confort del ganado y con ello lograr un impacto positivo en el ecosistema integrando la diversidad biológica y la prestación de servicios ambientales en el ámbito predial local y regional.

Objetivo

- Mejorar las condiciones ecológicas de los sistemas productivos tradicionales.

Resultados esperados

- Incrementar la biodiversidad asociada a los ecosistemas donde se llevará a cabo esta medida. A través del establecimiento de estos sistemas y buenas prácticas de manejo transformar el sector de forma rentable y al mismo tiempo reducir los impactos asociados al desarrollo del sistema ganadero tradicional. Se espera también que los sistemas silvopastoriles ayuden a disminuir la presión de conversión a pastizales de los parches de ecosistemas naturales remanentes que estén inmersos en un sistema de paisajes productivos.

Actividades puntuales para lograr la estrategia

A continuación, se presentan las acciones a desarrollar de acuerdo con lo sugerido por el programa de ganadería colombiana sostenible:

i. Selección de predios y beneficiarios

Se priorizará la selección del predio que cuente con áreas ambientales estratégicas tales como coberturas vegetales naturales, nacimientos de agua, márgenes de quebradas, ríos y caños, entre otros que se puedan conservar, predios de propietarios y poseedores regulares de menores ingresos, los predios hasta máximo la unidad agrícola familiar (UAF) de la región.

ii. Establecimiento

Las cercas vivas se establecerán mediante la siembra de árboles procedentes de viveros certificados, su ubicación se realizará en cercanías a la quebrada San Antonio. Antes de realizar la siembra se deben realizar los siguientes pasos:

a. Realizar un análisis de suelos para conocer las condiciones del terreno y los requerimientos en cuanto a enmiendas y fertilizantes
b. Se recomienda que las especies a establecer sean de común acuerdo con los propietarios, no obstante se sugieren especies como: Aliso (*Alnus acuminata*), arboloco (*Montanoa quadrangularis*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia)*, chirlobirlo (*Tecoma stans)*, sangre de drago (*Croton gossypiifolius*), laurel de cera (*Myrica pubescens*) y trompeto (*Bocconia frutescens*). El arreglo escogido debe contener especies que estén conformes con las características del suelo y las necesidades del propietario de los predios.

iii. Siembra

La siembra de los árboles que compone la cerca viva se realizara a una distancia de dos a tres metros entre árboles.

En esta fase se deben realizar actividades de:

a. Ahoyado y repicado
b. Aplicación de correctivos y de fertilizantes orgánicos
c. Riego
d. Siembra
e. Plateo o deshierbe para manejo de arvenses

Figura 11.28 Cercas vivas finca demostrativa zona de Boyacá

Fuente: CIPAV, sf.

iv. Mantenimiento

Para el mantenimiento se llevarán a cabo la totalidad de actividades que corresponden a un mantenimiento: plateos, limpias, resiembra, fertilización, control de plagas, control de enfermedades y manejo silvicultural (podas de formación, cicatrizaciones, control de incendios, etc.). Se establece un plazo de tres (3) años para el mantenimiento y consolidación.

v. Seguimiento

Consiste en llevar a cabo la asistencia técnica y revisión de los compromisos con los propietarios beneficiaros de esta estrategia, de acuerdo con los establecidos en los acuerdos de Conservación-Producción.

11.2.2.8.6 Modos

Acuerdos de conservación-Producción

Los acuerdos de conservación son definidos como acuerdos de buena voluntad entre dos o más actores, alrededor del ordenamiento de actividades relacionadas con la producción, la conservación y el manejo de los recursos existentes en un predio, como parte de una estrategia que responde a la conservación de un territorio (Ocampo-Peñuela, 2010).

Es necesario que estos acuerdos se implementen mediante la firma de contratos o actas de compromiso con el propietario, los cuales deben ser construidos por las partes interesadas y cumplir con los artículos 1495 (definición de contrato o convención) y 1502 (Requisitos para obligarse) del Código Civil Colombiano. La inclusión de un contrato legal es pertinente, pues permitirá que las estrategias planteadas puedan desarrollarse sin contratiempos y permite que las partes involucradas puedan exigir el cumplimiento de los acuerdos. Adicionalmente, en materia legal se debe dar cumplimiento al decreto No 1007 de 2018 y al CONPES 3688 de 2017. A continuación, se presenta el marco jurídico de referencia para la construcción de los acuerdos de conservación-Producción.

Tabla 11.48 Marco jurídico de referencia para la construcción de acuerdos de conservación-producción

Norma	Tema
Decreto No 1007 de junio de 2018	«*Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto Ley 870 de 2017 y los artículos 108 y 111 de Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente*» .

Norma	Tema
CONPES 3886 de 2017	*Lineamientos de Política y Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales para la construcción de paz*
Código Civil Colombiano	**Artículo 1495. Definición de contrato o convención.** Contrato o convención es un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser de una o de muchas personas. **Artículo 1502 Requisitos para obligarse** Para que una persona se obligue a otra por un acto o declaración de voluntad, es necesario: 1)Que sea legalmente capaz 2)Que consienta en dicho acto o declaración y su consentimiento no adolezca de vicio 3)Que recaiga sobre un objeto lícito 4)Que tenga una causa lícita

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

La aplicación de esta herramienta de implementación permite incrementar áreas con coberturas naturales, conexión de relictos o parches de bosque, aislamientos para protección e implementación de corredores de conservación. Se selecciona este modo, pues en el contexto de la región y más aún en el área de influencia del proyecto es difícil instaurar áreas de conservación estrictas, en las que no se permitan intervenciones. Se observó en el estudio de impacto ambiental que predominan las áreas de producción y existen presiones sobre los relictos de ecosistemas naturales.

Los acuerdos de conservación permitirán que el operador del proyecto logre realizar las actividades de preservación y restauración, con el fin de incentivar el mantenimiento a largo plazo, se apoyará a los propietarios con la introducción de sistemas silvopastoriles, en las áreas intervenidas de sus predios. En este acuerdo se realizarán pagos transitorios los cuales pueden darse en especie o en dinero, dependiendo de los acuerdos con los propietarios, los cuales estarán condicionados por las actividades de conservación pactadas. Además, tras la terminación del contrato se espera generar un cambio en el comportamiento de los propietarios de los predios tanto en su comprensión de la problemática ambiental, como en sus prácticas productivas.

La Tabla 11.49 resume los pasos mínimos necesarios para la implementación de los acuerdos de conservación producción en el marco del proyecto.

Tabla 11.49 Actividades para la implementación de los acuerdos de conservación-Producción

No	Actividades
1 identificación y delimitación de las áreas ecológicamente equivalentes a los ecosistemas afectados por el proyecto	-Realizar reuniones con CORPONOR para concertar áreas equivalentes. - Levantamiento, organización y análisis de la información biológica y socioeconómica para definir áreas equivalentes específicas

No	Actividades
2 Definición de las acciones de compensación en las áreas priorizadas	-Definir las áreas que serán objeto de aislamiento, rehabilitación y uso sostenible.
3 Estimar el valor del incentivo y definir el esquema de implementación	-Estimar el valor promedio del incentivo de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 1007 de 2018. -Definir el esquema de manejo y transferencia de los recursos a los propietarios de los predios.
4 Divulgar el plan de compensación y realizar la convocatoria de predios	-Generar una estrategia de comunicación sobre las acciones de aislamiento de ecosistemas estratégicos, rehabilitación de ecosistemas e implementación de sistemas silvopastoriles, actividades que serán programadas para realizarse en un lapso de 5 años. -Convocar a los actores locales para la postulación de sus predios, definiendo plazos, requisitos y documentos, expresión de interés y sitios de entrega de información. Los predios se seleccionarán de acuerdo con los lineamientos planteados en el artículo 2.2.9.8.2.3 del Decreto 1007 de 2018.
5 Selección de los predios	Informar a los participantes sobre los predios seleccionados.
6 Elaborar un diagnóstico de cada uno de los predios	El diagnostico debe incluir -Nombre, ubicación y extensión del predio -Tipo de coberturas vegetales, ecosistemas y extensión, condición y -Caracterización florística y faunística de los predios -Caracterización socioeconómica del predio. -Identificación del manejo ambiental del predio en relación con las actividades productivas.
7 Elaboración del plan predial de compensación en acuerdo con el propietario del predio	Definición del plan de manejo de acuerdo con las fortalezas y debilidades identificadas en la caracterización: -Descripción detallada de las áreas ecológicamente equivalente -Definir el tipo de acciones de compensación que pueden realizarse en el predio. -Cronograma y plan de inversiones detallado anualmente. -Esquema de entrega del incentivo -Monitoreo y seguimiento
8 Formulación del acuerdo entre el operador del proyecto y los propietarios de los predios	El contrato debe tener la siguiente información: -Consideraciones - Las partes -Objeto -Áreas objeto de compensación -Obligaciones de las partes y mecanismos de monitoreo -Tipo de incentivos y forma de pago -Duración del contrato -Suspensión -Incumplimientos -Sanciones y solución de controversias -Terminación
9 Registro del área de compensación	Registrar el proyecto de acuerdo con los establecido en el Decreto 1007 de 2018

No	Actividades
10 Monitoreo y seguimiento	Realizar el plan de monitoreo y seguimiento por el tiempo establecido.
11Entrega de incentivos	Definición de la estrategia para que el incentivo se entregue en concordancia con el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por los propietarios

Fuente: Modificado de Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia GIZ, 2017 & Ocampo-Peñuela, 2010.

Duración de la formulación de los Acuerdos de conservación y del Plan de Compensación

El diseño del Acuerdo de Conservación-Producción tendrá una duración de aproximadamente 6 meses. La duración del plan de compensación, después de finalizar las actividades de establecimiento de las acciones de aislamiento de ecosistemas estratégicos, rehabilitación de ecosistemas e implementación de sistemas silvopastoriles será de 5 años.

Selección de predios

Si bien es cierto en el numeral 11.2.2.9 Dónde Compensar, se han preseleccionado algunos predios por sus condiciones ecológicas y por su condición actual, es necesario garantizar que los propietarios de los predios cuenten con los certificados de libertad y tradición (no mayor de 30 días), donde se especifique la propiedad.

Adicionalmente, se debe dar cumplimiento a los lineamientos de selección y priorización de predios establecidos en el artículo 2.2.9.8.2.3 del Decreto 1007 de 2018, en los cuales se establece que los predios o parte de su área contengan una o más de las siguientes características:

a. Mayor proporción de cobertura natural y riesgo de transformación por expansión de la frontera agrícola, preferiblemente colindantes a los predios de más reciente transformación teniendo en consideración lo establecido en el parágrafo 1 del artículo 2.2.9.8.2.4 del presente Decreto
b. Con potencial de conectividad ecosistémica con áreas protegidas o estratégicas de conservación in situ.
c. En la que concurran varios servicios ambientales como una expresión de riqueza de la diversidad biológica a conservar.

Elementos para la definición del modelo de acuerdo

En consideración a que las acciones de compensación estás previstas para ser desarrolladas al interior del área de influencia en terrenos de propiedad privada, pero teniendo como referentes la zonificación del POMCA del río Pamplonita y de manera específica, las unidades destinadas para la conservación y la restauración que fueron definidas a una escala de nivel regional o cuenca, se propone desarrollar el mecanismo de acuerdo de conservación firmados entre el concesionario y el propietario, donde se incluyan

los incentivos a la conservación y las limitaciones correspondientes sobre las áreas sujetas a desarrollar las acciones de compensación en una escala predial. El acuerdo será de obligatorio cumplimiento para las partes, es fuente de obligaciones y procedimientos y deberá ser ejecutado de buena fe. Este mecanismo será de carácter absolutamente voluntario para los interesados en participar en las acciones de preservación, restauración y uso sostenible propuestas en el presente plan de compensación.

Para cumplir con los lineamientos establecidos por el Manual de Compensación, según el cual, los acuerdos deben establecer de forma claro los términos y condiciones en que se implementarán las acciones a realizar (MADS, 2018), se presentan a continuación los términos principales sobre los cuales se desarrollar tales acuerdos:

- Identificación de las partes (nombre, documento de identidad, medios de contacto, residencia o lugar de localización) y la calidad en la que actúan (rol que desempeñan dentro del acuerdo en relación con la propuesta de compensación).

- Los antecedentes relativos a las actividades adelantadas por las partes y la importancia del área de interés para la compensación; este último, en relación con la zonificación establecida por los instrumentos de ordenación local o regional que se tomen como referentes.

- Descripción de los bienes inmuebles involucrados (infraestructura, uso actual de las unidades espaciales del predio), su titularidad (dueños) y afectaciones, limitaciones y/o gravámenes que existieren sobre los mismos (situación actual).

- El objeto del acuerdo y objetivos específicos con discriminación de actividades, según corresponda a la unidad predial.

- Las obligaciones y responsabilidades de las partes y los recursos o aportes económicos, técnicos, administrativos, etc. (recursos en dinero o en especie) de cada uno de ellos frente a las actividades a ejecutar.

- Los mecanismos de verificación para cada una de las obligaciones y actividades.

- Las condiciones del acuerdo: normas, lineamientos y parámetros que deben ser respetados (ej. un plan de manejo predial, zonificación y/o reglamento de uso, etc.).

- Los tiempos o plazos del acuerdo como un todo y de las actividades u obligaciones, lo cual puede estar referido en un cronograma de trabajo.

- La línea base del acuerdo, tanto en términos del estado de la biodiversidad como del estado de los procesos, que permita luego evaluar el tipo y el grado de avance de la propuesta de compensación y su efectividad y equivalencia frente a las pérdidas generadas por el proyecto.

- Definición precisa de las metas de compensación (en las acciones de conservación, restauración y/o uso sostenible).

- Las Instancias, mecanismos o formas de toma de decisiones.

- Mecanismos y procedimientos para resolución de conflictos.

- Protocolos de comunicación y/o reporte a terceros (incluida la autoridad ambiental).

- Mecanismos o acuerdos relacionados con la administración de los recursos.

La temporalidad de los acuerdos será por lo menos de cinco (5) años, y podrán ampliarse conforme a las necesidades específicas del proyecto y/o dependiendo de los resultados de las acciones de monitoreo y seguimiento que puedan soportar el cumplimiento de las obligaciones establecidas.

11.2.2.9 Plan operativo y de inversión

El Plan de compensación requiere para su implementación las actividades de implementación de acuerdos de conservación, aislamiento de áreas naturales remanentes, establecimiento de las rehabilitaciones y sistemas silvopastoriles, y su respectivo mantenimiento durante el primero, segundo y tercer año.

Cada uno de los costos se calculó por hectárea; sin embargo, para el caso de los aislamientos y las rehabilitaciones el costo es variable en la medida en que las áreas o lotes sean consecutivos y dependerán del número total de predios que se destine para esta alternativa.

En este ítem también se incluyen los valores del costo del programa de Monitoreo y seguimiento, no obstante, se debe considerar que todos los valores propuestos se deben actualizar antes de implementarse las acciones, pues como lo plantea el manual esta información se presenta a modo de referencia para la autoridad ambiental, y estará condicionado a la vida útil del proyecto y hasta que se demuestre el logro de los objetivos propuestos en el Plan de Compensación.

El valor de cada actividad se desglosa en el Anexo 11 D. Plan de Inversión.

Costos totales de la implementación de las compensaciones

El costo total de la implementación del plan de compensación para la Doble calzada Pamplona-Cúcuta se estima en COP $ 1.603.164.774,12. Los valores incluyen las actividades de aislamiento de áreas naturales remanente, establecimiento y mantenimiento de las rehabilitaciones por un periodo de tres (3) años, restauración pasiva de ecosistemas de arbustales y herbazales, implementación de sistemas silvopastoriles, implementación de acuerdos de conservación-producción y seguimiento y monitoreo por cinco (5) años (Ver Tabla 11.50).

Tabla 11.50 Costo total de la implementación de las compensaciones

Acción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Aislamiento de áreas naturales remanentes	ha	6,32	$ 5.577.740,00	$ 35.251.316,80
Establecimiento de la rehabilitación y mantenimiento durante 3 años	ha	3	$ 18.410.821,00	$ 55.232.463,00
Implementación de sistemas silvopastoriles (cercas vivas)	ha	6,38	$ 13.574.187,00	$ 73.979.319,15
Rehabilitación en ecosistemas naturales de arbustales y herbazales a través del control de la especie invasora Pteridium arachnoideum, instalación de perchas, uso de enmiendas y enriquecimientos	ha	27,34	$ 10.274.670,00	$ 280.909.477,80
Implementación de acuerdos de conservación-producción	Global	1	$ 562.417.790,72	$ 562.417.790,72
Seguimiento y Monitoreo	Año	5	$ 119.074.881,33	$ 595.374.406,65
Total				$ 1.603.164.774,12

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.9.1 Análisis de viabilidad y riesgo

Determinantes para la viabilidad

Basado en los postulados del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2017), se presenta a continuación un análisis de las acciones de compensación propuestas, las cuales se abordarán a partir de la aplicación y verificación de estándares en los ámbitos políticos, metodológico, técnico, económico y financiero y de sostenibilidad.

A nivel político se tiene que las acciones de preservación y restauración se encuentran enmarcadas en los programas y proyectos de los instrumentos de gestión regional y local vigentes, que fueron formulados tanto por la autoridad ambiental regional como la alcaldía municipal. Para estos instrumentos se desarrolló una matriz a través de los cuales se calificó la correspondencia con las acciones de compensación establecidas por el Manual y por lo tanto, se considera que dichas acciones contribuyen al logro de metas regionales y locales en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Tabla 11.43 y Tabla 11.44). Para dichos planes, se supone una articulación con los planes y metas nacionales, de acuerdo con los preceptos establecidos por el Departamento de Planeación Nacional.

La correlación de las acciones citadas anteriormente con respecto a los instrumentos de planeación a través de la cual se puede establecer la existencia de viabilidad de las acciones propuestas desde el ámbito político, según se presenta a continuación.

Tabla 11.51 Análisis de viabilidad política de las acciones de compensación

ACCIÓN DE COMPENSACIÓN	CORRELACIÓN CON PROGRAMAS DEL NIVEL LOCAL POT	CORRELACIÓN CON PROGRAMAS DEL NIVEL REGIONAL PLANEAR Y PA 2016 – 2019 y POMCA
Preservación de ecosistemas naturales	**PBOT Pamplona-Proyecto:** Conservación de las áreas forestales protectoras a cursos de agua. **EOT Pamplonita: Programa de Desarrollo Forestal Objetivo particular**: Impulsar plantaciones forestales con fines ambientales y comerciales	**PLANEAR: Objetivo 1 - Acción 3:** Declaración de predios adquiridos y por adquirir en una categoría de áreas protegida para registrar en el RUNAP. **PLANEAR: Objetivo 3 Acción 1**. Promover la conservación de los Recursos Naturales (RENAS) a través de incentivos administrativos y financieros (Fondo del Agua, BanCO2 entre otros). **Plan de Acción Corponor: Programa 2 - Proyecto 2.1** Gestión para la conservación sostenible de las áreas de manejo especial del Norte de Santander **POMCA río Pamplonita: Programa 1. Proyecto 1**: Protección y rehabilitación de la cobertura vegetal en áreas de influencia de la oferta del recurso hídrico
Restauración de áreas naturales	**PBOT Pamplona-Proyecto:** Restauración ecológica de corredores y fragmentos de las redes ecológicas **PBOT Pamplona-Proyecto**: Plan de reforestación de franjas protectoras **PBOT Pamplona-Proyecto:** Restauración ecológica, prevención, y mitigación de las áreas de aislamiento	**PLANEAR. Objetivo 1 - Acción 4.** Recuperación de la estructura de biodiversidad en el departamento especialmente de las áreas estratégicas adquiridas **POMCA río Pamplonita: Programa 1. Proyecto 1**: Protección y rehabilitación de la cobertura vegetal en áreas de influencia de la oferta del recurso hídrico. **POMCA río Pamplonita – Programa 1 Proyecto 2.** Reforestación del bosque natural de las nacientes y bosque ripario de los ecosistemas lóticos y lénticos de la cuenca **POMCA río Pamplonita Proyecto 17**. Implementación de sistemas agroforestales

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Para evaluar la viabilidad metodológica de las acciones propuestas, se partió del hecho que no existen lineamientos metodológicos específicos para este tipo de proyectos, excepto por los establecidos para el banco de proyectos de CORPONOR, dispuestos en su página web, pero para los que se refiere como de Uso exclusivo de la Subdirección de Planeación y Fronteras. Sin embargo, las acciones propuestas en el presente plan de compensación responden a un proceso de evaluación ambiental, cuyo escenario de aplicación se articula a los diagnósticos del estado de la biodiversidad evaluado para la región y procura contribuir a alcanzar las metas señaladas desde la gestión ambiental prevista en los diferentes planes.

A nivel técnico, las propuestas de compensación se consideran viables, en la medida que estas, son acciones que además de estar previstas dentro de los diferentes programas de

conservación y gestión de la biodiversidad en el territorio, como es presentado en el informe de gestión año 2017 de Corponor, en el que se señala aspectos previstos dentro de la metodología como la planificación predial, indicando además la necesidad de replicar la experiencia que fue desarrollada en los PNR Santurbán Arboledas y Santurbán Mutiscua-Pamplona. De otra parte, los acuerdos de conservación y pago por servicios ambientales también constituyen una herramienta de uso común, sobre el cual existen experiencias para la región, tal como fue reseñado en el mismo informe de gestión citado, en particular dentro del proceso de declaratoria del área Bosque Seco Tropical Sur (Pozo Azul) y la gestión de conservación en zonas amortiguadores de los parques regionales Santurbán Salazar de las Palmas y Sisavita.

A nivel financiero, las acciones de compensación en el marco de un proyecto vial de interés nacional se aseguran a través de una Subcuenta de Compensaciones que es estructurada de acuerdo con los estándares de la política ambiental de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI y que es prevista desde el proceso de estructuración de los proyectos de la entidad (ANI, 2015). De esta forma, en el contrato de concesión bajo el esquema de APP No. 002 de 02 de junio de 2017, se establecen las obligaciones generales del Concesionario (Capítulo II), dentro del cual existe un ítem específico para las obligaciones relacionadas con las compensaciones ambientales (numeral 2,3 del capítulo II del Contrato), y sobre las cuales existe una condición de exclusividad de uso de los recursos de la Subcuenca para las compensaciones ambientales.

De manera particular, los términos de la Subcuenta son descritos en el Contrato de Concesión - parte especial, numeral 4.5: Fondeo de subcuentas del patrimonio autónomo, en el cual se registra un valor estimado de las compensaciones ambientales que el Concesionario deberá aportar a la subcuenta y para los cuales se señala, deben estar disponibles en unas fechas específicas (Anexo 11 E. Contrato_002-17_parte_especial). De igual forma, en el contrato se señalan las multas en caso de incumplimiento de las obligaciones ambiéntales exigibles por la ANI o por cualquier otra autorización expedida por la autoridad ambiental, o por incumplimiento en la constitución y fondeo de las subcuentas. De esta forma se asegura la existencia de unos recursos que serán destinados de forma exclusiva al cumplimiento de las obligaciones referidas a las compensaciones ambientales.

Riesgos potenciales para la compensación

Considerando que sobre las acciones de compensación que se proponen, recaen riesgos de tipo ambiental, social y técnico-operativo que influenciarán directamente el alcance de las metas establecidas, a continuación, se señalan los elementos de riesgo asociado, a partir de los cuales se presenta una estrategia de sostenibilidad.

El éxito de la conservación y recuperación de los ecosistemas asociados a la compensación dependerá de las fuentes de financiamiento. Si bien en el esquema contractual de operación se tienen estimados los rubros, estos dependen de toda la operación del proyecto, por lo que los eventos no previstos en desarrollo del proyecto, puede afectar los flujos previamente establecidos, en el que se incluyen los referidos a las compensaciones.

El éxito de la conservación y recuperación dependerá igualmente de la voluntad política de los organismos de control de los municipios en los que se desarrollará el proyecto vial. Estos riesgos estarán asociados a las diferentes iniciativas o estrategias que tracen las autoridades para el territorio de influencia del proyecto, con relación a los tiempos de administración y gestión fijados desde instrumentos como los planes de desarrollo o planes de acción, y los tiempos en que se desarrollen las acciones de compensación establecidas.

A nivel social, es factible que en las áreas propuestas de compensación presenten a futuro problemas de orden público o social que impidan el normal acceso y desarrollo de las actividades de compensación, no solo en la etapa de implementación, sino también en la etapa de seguimiento y monitoreo. Algunas de estas restricciones pueden ser de orden individual (a nivel de predio) o a nivel regional (área de influencia del proyecto).

El desarrollo de las estrategias de compensación dependerá de la colaboración y participación de las comunidades locales del proyecto. De esto último, se contempla el riesgo que la negociación con los propietarios no se pueda concluir, por falta de interés en las actividades de conservación y recuperación por parte de los mismos, o que no se encuentren los sufrientes predios con ecosistemas equivalentes. También se reconoce el riesgo de falta de continuidad en el proceso, como resultado de diferentes situaciones, que determinen la necesidad de reiniciar las acciones de compensación propuestas o una solicitud de ajuste ante la autoridad en el marco de los establecido en la Resolución 0256 de 2018.

Finalmente, existe el riesgo asociado a la presencia de disturbios naturales y antrópicos como las actividades que actualmente se desarrollan en el área y que fueron evidenciadas en el análisis de impactos “sin proyecto”. Adicionalmente, los efectos de la variabilidad climática (precipitaciones o sequías atípicas), pueden afectar de manera directa y negativa la supervivencia de las plántulas en los procesos que forman parte del programa de restauración de áreas naturales.

En la Tabla 11.52 se presenta el análisis de riesgos para la ejecución de las compensaciones del componente biótico.

Tabla 11.52 Análisis de riesgos para las acciones de compensación

Tipo de riesgo	Descripción	Etapa en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
Técnico	Incumplimiento de la equivalencia ecosistémica	Planeación - Ejecución	No cumplimiento de los términos de la licencia ambiental	B	A	Asegurar el cumplimiento de la equivalencia ecosistémica previamente	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios Línea base	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Las áreas finalmente involucradas resultan insuficientes	Planeación - ejecución	No cumplimiento de objetivos y metas de compensación	M	M	Identificar áreas potenciales para el cumplimiento del área a compensar con área mayor a la requerida	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Desistimiento de los acuerdos firmados	Ejecución - Seguimiento	No cumplimiento de acuerdos. Incumplimiento de metas	M	A	Identificar motivos del desistimiento Desarrollar plan de mejoramiento Revalidar el acuerdo Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos	Procesos de concertación Aplicación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social del Concesionario
	Incumplimiento de los acuerdos firmados	Ejecución y seguimiento	Incumplimiento de metas	M	M	Identificar motivos del incumplimiento Desarrollar plan de mejoramiento Revalidar el acuerdo Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos	Procesos de concertación Aplicación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social del Concesionario

Tipo de riesgo	Descripción	Etapa en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
	Modificación de modelos o arreglos para la conservación o la rehabilitación	Ejecución y seguimiento	Cumplimiento parcial de metas	M	B	Verificar razones del cambio Levantamiento de información de soporte	Información de línea base	Equipo de Gestión Ambiental
	Escases de material vegetal	Ejecución	Atraso en el cumplimiento de las metas Incumplimiento en los diseños	M	M	Acudir a nuevas fuentes de material (viveros) Instalación de vivero privado Sustitución de especies según gremio ecológico	Listado actualizado de proveedores y stock de material Planeación de la producción de material	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Incendios forestales	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de metas	B	A	Verificar el análisis de riesgos hechos durante el EIA Establecer medidas preventivas en sitios de intervención	Análisis de riesgos Identificación de tensionantes a diferentes escalas	Equipo de Gestión Ambiental
	Daño o deterioro de infraestructura de protección	Ejecución - seguimiento	Vulneración de los arreglos establecidos	B	M	Atención inmediata de los daños advertidos	Estrategia de comunicación Aplicación de protocolos de intervención Atención de daños y contingencias	Equipo de Gestión Ambiental
	Condiciones climáticas extremas	Ejecución - Seguimiento	Afectación material vegetal	A	A	Análisis de disponibilidad y suministro de agua Aplicación de hidro retenedor	Verificación de calendarios climáticos Atención a reportes IDEAM	Equipo de Gestión Ambiental

Tipo de riesgo	Descripción	Etapa en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
Legal e institucional	Seguimiento y control por parte de autoridades	Ejecución y seguimiento	Dilatación en el tiempo cuando se requiera ajuste de medidas	B	M	Aplicar términos para el ajuste de planes según Resolución 0256 de 2018	Soportar la debida diligencia del proceso	Equipo de Gestión Ambiental
	No conformidad para el cierre y recibo de las acciones de compensación	Finalización y cierre	Incumplimiento de las obligaciones establecidas	B	A	Desarrollar debida diligencia Atención prioritaria de requerimientos Cumplir los términos de los acuerdos	Informes de cumplimiento ambiental Actas de acuerdo	Equipo de Gestión Ambiental
	Cumplimiento de permisos o autorizaciones adicionales por parte de autoridades	Ejecución	Dilación en los tiempos ejecución de las obras o actividades Imposición de sanciones	B	M	Definición previa de requerimientos adicionales regulados por la autoridad (p.e. permiso de investigación)	Plan de monitoreo y seguimiento	Equipo de Gestión Ambiental
	Arreglos contractuales	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de proveedores y prestadores de servicio	B	M	Aseguramiento de pólizas	Pólizas de cumplimiento	Equipo de Gestión Ambiental Asesor jurídico
Financieros	Costos de implementación subvalorados	Ejecución	Incumplimiento en las metas por agotamiento de recursos	B	B	Ajuste de costos previos a la intervención conforme a la condición territorial	Invitaciones ampliadas a oferentes, análisis de mercado	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo

Tipo de riesgo	Descripción	Etapa en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
	Iliquidez	Ejecución – Seguimiento y monitoreo	Incumplimiento en las metas por falta de recursos	B	A	Previsión de la situación de iliquidez Formulación de plan de contingencia para responder a propietarios de predios	Apalancamiento financiero Reservas presupuestales Transferencia de riesgo (pólizas)	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo
	Flujo inoportuno de recursos -	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de acuerdos prediales, incumplimiento en metas	B	A	Anticipación de riesgo de iliquidez Aseguramiento de recursos en fechas preestablecidas según subcuenta de compensaciones Aseguramiento de procesos de verificación y pago	Definición y aplicación de hitos contractuales	Equipo de Gestión Ambiental Grupo de administración

A: Alto, M: Medio: Bajo
Fuente: Aecom – ConCol, 2018

11.2.2.10 Indicadores gestión de impacto

Debido a la connotación de las acciones de compensación propuestas y a la necesidad de cumplir con los propósitos de la no pérdida de biodiversidad se presenta a continuación los indicadores que servirán de soporte para evaluar en el tiempo, las variables a través de las cuales se determinará la respuesta de las unidades ecológicas intervenidas a través de las acciones de compensación propuestas, en la medida que ellos permitirán comparar el cambio en el sistema.

El enfoque de este monitoreo es de tipo científico y conforme al proceso de vinculación de los propietarios y comunidades, se espera combinarlo con el conocimiento local. Estos indicadores están direccionados básicamente hacia la evaluación de la eficiencia y eficacia de las acciones de compensación a partir de la comparación de una línea base estructurada a partir de la información de los ecosistemas / escenario de referencia y de la comparación con parcelas testigo (unidades de ecosistemas sin aplicación de las medidas de compensación). De acuerdo con la guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino existen dos tipos de monitoreo en restauración ecológica:

1. El monitoreo de implementación o de corto plazo: este monitoreo busca evaluar si los tratamientos de restauración se llevaron a cabo como fueron diseñados, cuantificando los cambios que ocurren en el ecosistema después de los tratamientos, se considera un periodo menor o igual a 1 año, los indicadores planta (Ver Tabla 11.53).
2. El monitoreo de efectividad o de largo plazo, este monitoreo busca determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración mediante análisis realizados a escalas espacio – temporales, que comprenden periodos de 1 hasta 5 años, los indicadores empleados se presentan en la Tabla 11.54.

Tabla 11.53 indicadores de monitoreo a corto plazo

Parámetro evaluado	Tiempo de evaluación	Indicador
Perchas establecidas /ha	4 meses la periodicidad de revisión será cada semana en total serán diez y seis (16). Las horas de avistamiento corresponden a las horas pico de actividad (06:00 a 9:00 y de 15:00 a 18:00).	Número de especies de aves avistadas/ Número de especies avistadas al inicio > 1
Áreas con erradicación de P. arachnoideum	Dos años, revisión cada dos meses	80% de áreas con erradicación del helecho
Áreas enriquecidas	6 meses la periodicidad de revisión será cada tres meses en total serán dos (2)	80% de áreas establecidas y revegetalizadas
Kilómetros de cercas vivas establecidas	6 meses la periodicidad de revisión será cada tres meses en total serán dos (2)	Kilómetros de cerca en buen estado / Kilómetros de cercas establecidas = 1
Área compensada	6 meses la periodicidad de revisión será cada tres meses en total serán dos (2)	100% del área compensada

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

Tabla 11.54 Indicadores empleados en el monitoreo y seguimiento a largo plazo de las actividades planteadas

Programa	Objetivo	Meta específica	indicador	periodicidad	Método de recolección	Cuantificador	Unidad
Programa 1 Preservación de áreas naturales remanentes	Proteger ecosistemas estratégicos remanentes y la provisión de bienes y servicios ambientales que estos prestan.	Proteger 6,32 hectáreas de ecosistemas estratégicos	Cantidad de hectáreas en proceso de aislamiento	Se realizará la evaluación al inicio y al final del plan de compensación.	Análisis de índices ecológicos del paisaje	Número de parches (Np)	No de Fragmentos/ clase
						Área total del parche (CA)	Sin unidad
						Tamaño Medio del Parche (MPS)	Hectárea
Programa 2 Restauración de áreas naturales	Promover la rehabilitación de áreas transformadas en la ronda de la quebrada San Antonio	Aumentar en 3,0 ha cobertura de vegetación natural.	Índice de riqueza de especies: Riqueza R	Anual	Medición en parcelas permanentes	Riqueza de especies vegetales	Sin unidad
			% cobertura de vegetación	Anual	Medición de parcelas permanentes	Porcentaje de suelo cubierto/porcentaje de suelo desnudo	% por m^2
			Índice de diversidad Shannon-Wiener (H`)	Anual	Medición en parcelas permanentes	Índice de Shannon para la diversidad de microorganismos	Sin unidad
			Densidad: individuos por unidad de área	Anual	Medición en parcelas permanentes	No de individuos por ha	Individuos /ha

Programa	Objetivo	Meta específica	indicador	periodicidad	Método de recolección	Cuantificador	Unidad
			Tasa de reclutamiento	Anual	Medición en parcelas permanentes	Tasa anual de reclutamiento (r_t)	Individuos/ha
		Aumento en riqueza y diversidad de aves	Riqueza	Anual	Monitoreo de avifauna en transectos y puntos fijos	Riqueza de especies de aves	Sin unidad
			Diversidad α	Anual	Monitoreo de avifauna en transectos y puntos fijos	Índice de Simpson	Sin unidad
						Índice de Shannon-Wiener	Sin unidad
	Mejorar la integridad ecológica del paisaje	Mejorar los índices de tamaño y forma de los parches o fragmentos	Tamaño y forma de los parches o fragmentos	Multitemporal (inicio y final del proyecto)	Análisis de ecología del paisaje	Número de parches (*Np*)	No de Fragmentos/ clase
						Área total del parche (*CA*)	Sin unidad
						Tamaño Medio del Parche (*MPS)*	Hectárea
						Índice de forma (*SHAPE)*	Sin unidad
						Dimensión Fractal (*FRACT)*	Sin unidad
		Aumentar la conectividad estructural del paisaje	Distancia entre parches	Multitemporal (inicio y final del proyecto)	Análisis de ecología del paisaje	Índice de proximidad (PROX)	Sin unidad
	Inducir la regeneración natural de los ecosistemas de herbazales y arbustales, a través del control de la especie invasora Pteridium arachnoideum y la implementación de perchas,	Disminuir la cobertura de *Pteridium arachnoideum* en 27,34 ha de las coberturas de arbustales y herbazales	% cobertura de *Pteridium arachnoideum*	Bimensual	Medición de parcelas permanentes	Porcentaje de suelo cubierto por la especie *Pteridium arachnoideum*	Porcentaje

Programa	Objetivo	Meta específica	indicador	periodicidad	Método de recolección	Cuantificador	Unidad
	enriquecimientos y uso de enmiendas	Inducir la regeneración natural en áreas donde se removió el helecho *P. arachnoideum* mediante la implementación de perchas	Tasa de reclutamiento	mensual	Medición en parcelas permanentes	Tasa anual de reclutamiento (r_t)	Individuos/ha
			Tasa de sobrevivencia	Mensual	Aleatorio según tratamiento o arreglo	Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje (%)
Programa 3 Implementación de Sistemas sostenibles para la conservación	Mejorar las condiciones ecológicas de los sistemas productivos tradicionales a través de Cercas vivas	Diversificar la vegetación natural dentro de las unidades productivas	Índice de riqueza	Anual	Aleatorio según arreglo	Riqueza de especies vegetales	Sin unidad
			Índice de densidad: individuos por área	Anual	Aleatorio según arreglo	No de árboles por ha	Individuos /ha
			Tasa de sobrevivencia	Anual	Aleatorio según arreglo	Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje
		Aumento en riqueza y diversidad de aves al interior de los sistemas productivos	Riqueza	Anual	Monitoreo puntos fijos	Riqueza de especies de aves	Sin unidad
			Diversidad α	Anual	Monitoreo puntos fijos	Índice de Simpson	Sin unidad
						Índice de Shannon-Wiener	Sin unidad

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.11 Programa de monitoreo y seguimiento

Para las actividades de compensación del componente biótico se presenta un plan de monitoreo y seguimiento, de manera que permitan no solo la evaluación del comportamiento y evolución de los tratamientos en relación con objetivos planteados, sino también el control de las actividades e inversiones realizadas para una correcta gestión de las estrategias de compensación y de esta forma evidenciar el cumplimento de los estándares de desempeño y determinar si requieren medidas de manejo adaptativo.

Para desarrollar el programa de monitoreo y seguimiento, se plantean una serie de indicadores, con su respectiva descripción y frecuencia de registro de variables, las cuales deberán ser gestionadas por el equipo ambiental integrado a la concesión y reportados oportunamente para los informes de cumplimiento ambiental y la información pertinente dentro de los procesos de información y participación a comunidades.

El proceso de monitoreo y seguimiento es parte integral del plan de compensación y será responsabilidad del equipo ambiental del concesionario, quien podrá apoyarse en terceros para efectuar las tareas específicas de instalación de unidades de muestreo, la recolección de datos, su interpretación y la generación de los resultados. El proceso parte con la definición de las áreas objetivo, es decir los sitios y unidades ecosistémicas que serán intervenidas con las acciones de compensación, sobre las cuales se desarrollará la gestión social correspondiente a través de la aplicación de la estrategia de información y participación comunitaria y la vinculación de los propietarios de las áreas objetos de intervención.

Las acciones que se deben seguir para la implementación del programa de seguimiento y monitoreo una vez identificados y concertados los sitios y ecosistemas objetivo para cada una de las acciones se relacionan a continuación:

- Formulación del plan de trabajo
- Definición de responsabilidades y roles del equipo
- Diseño del muestreo y condiciones técnicas para el monitoreo
- Establecimiento de unidades de muestreo en áreas testigo (parcelas permanentes, transectos, puntos de control, etc.).
- Levantamiento de información y registro de variables en áreas intervenidas (áreas donde se han ejecutado las acciones de compensación) y áreas testigo - t0 (unidades de referencia)
- Descripción de las áreas a partir de análisis de variables del t0 (estado actual de los sitios)
- Cronograma específico de monitoreo (asociado a los tiempos de implementación)
- Análisis y reporte de resultados parciales
- Análisis y reporte final de resultados

El plazo propuesto para ejecutar el plan de monitoreo y seguimiento es de cinco años, tiempo en el cual se realizará el levantamiento de variables según la periodicidad indicada en la Tabla 11.54 y de conformidad al cronograma presentado en el Anexo 11F.

Finalmente, dentro de la estructura administrativa para la gestión social y ambiental del proyecto, se propone la generación de una instancia en la que se comunique y divulgue los resultados del proceso de monitoreo y seguimiento a las acciones de compensación

11.2.2.12 Cronograma de implementación

La ejecución de acciones propuestas para la compensación del componente biótico se distribuye en las diferentes etapas de ejecución del proyecto (preconstructiva, constructiva), estarán sujetas a las características propias de la medida de compensación y a los reportes de los respectivos informes de cumplimiento ambiental ICA, cuyo instrumento deberá indicar con claridad el área y ecosistema efectivamente intervenido y el avance de la ejecución de las medidas compensatorias.

Adicionalmente, es pertinente considerar que algunas de las actividades de compensación pueden extenderse hasta alcanzar los objetivos y metas propuestas. El desarrollo de las acciones de compensación propuestas se establece para un periodo de cinco (5) años, el cronograma de implementación del Plan de Compensación se presenta en el Anexo 11 F.

11.2.2.13 Propuesta de manejo a largo plazo

De acuerdo con Sarmiento, *et al*. (2015), para lograr una compensación efectiva debe contener un mínimo de elementos técnicos, legales y financieros que ofrezcan el suficiente respaldo a la implementación de las de las compensaciones y proporcionar condiciones de claridad y transparencia.

Inicialmente se presenta una serie de estándares y mecanismos de desempeño que deberán ser aplicados durante el proceso de ejecución de las compensaciones, de manera que permitan incorporarse a un sistema de gestión ambiental o que procuren identificar desviaciones al proceso de implementación, de tal modo que minimicen los riesgos de incumplimiento de los principios de la compensación ambiental. Las actividades y/o procedimientos señaladas en la Tabla 11.55, representan un marco de referencia para la implementación de las compensaciones y el alcance de sus objetivos y metas. por lo que representan una herramienta complementaria para la aplicación de los mínimos necesarios para el desarrollo del Plan de Compensaciones propuesto.

Para garantizar la sostenibilidad de las acciones de compensación se establecen los siguientes estándares para la verificación y control del plan y una serie de mecanismos de desempeño que debe asumir el concesionario frente al manejo de las situaciones que disminuyan la probabilidad de éxito en el desarrollo de las compensaciones. Estos estándares son aplicables antes y durante la ejecución de las acciones de compensación (Tabla 11.55).

Tabla 11.55 Estándares y mecanismos de desempeño para la implementación.

Estándares	Desempeño
Se reconocen los impactos ocasionados por el proyecto de infraestructura vial que puedan conllevar a la pérdida de biodiversidad de ecosistemas naturales.	Se utilizan diferentes tipos de instrumentos y fuentes para obtener la información de ecosistemas impactados (EIA. Informes de cumplimiento ambiental, plan de Manejo aprobado, diseños detallados del proyecto, caracterizaciones, etc.).
Se reconocen y registran los ecosistemas naturales afectados, el área intervenida y sus respectivas equivalencias para la implementación de compensaciones.	Se aplican las metodologías para revisar y ajustar los alcances y metas de compensación del componente biótico y se determinan efectivamente las áreas a compensar y los sitios donde se realizarán las implementaciones.
Se tiene claridad en los escenarios y mecanismos de concertación de las medidas de compensación propuestas y aprobadas por la autoridad en términos de espacio y tiempo.	Se desarrollan espacios de concertación de las acciones y medidas de compensación a diferente nivel, de acuerdo con los impactos efectivos identificados sobre los ecosistemas naturales.
Se desarrollan las actividades concertadas en los sitios establecidos para el desarrollo de las compensaciones.	Se aplican los procedimientos e instrumentos que permitan evidenciar la implementación de las actividades de compensación y se registran sus logros en espacio y tiempo.
Se aplican los procedimientos de información y socialización con relación a las diferentes fases de implementación de las acciones de compensación	Se desarrollan las estrategias de información y participación y se soportan con las evidencias correspondientes
Se reconocen las observaciones y recomendaciones en materia de selección e implementación de la compensación.	Se hace registro y sistematización de las observaciones y recomendaciones en materia de selección de alternativas para la compensación y se establecen los medios y responsables para su atención.
Se establecen los mecanismos y los medios para asegurar el seguimiento a la implementación de las compensaciones.	Se realizan las acciones de monitoreo y seguimiento a las labores de compensación conforme las medidas aprobadas por la autoridad y las recomendaciones establecidas
Se acogen procedimientos para la verificación del cumplimiento de las acciones de compensación.	Se hace uso de los instrumentos y medios de verificación por parte de terceros, en relación con el cumplimiento de acciones de compensación.
Se reconocen los resultados de la implementación de las compensaciones para el medio biótico.	Se realizan los reportes a los diferentes actores involucrados (internos y externos), sobre los logros y metas alcanzadas por la implementación del plan de compensación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En segunda instancia se establecen los elementos técnicos, legales y financieros que respaldarán el proceso de implementación del plan de compensación con el propósito de asegurar que su ejecución tenga un carácter permanente y sostenible (Tabla 11.56). La verificación de estos elementos y su cumplimiento se realizan durante y después de finalizadas las acciones de compensación, de tal manera que con el cumplimiento de los estándares y mecanismos de desempeño más los elementos que permiten alcanzar una compensación efectiva, se logre garantizar la sostenibilidad del plan.

Tabla 11.56 Elementos a considerar para lograr una compensación efectiva

Elemento	Propósito	Corto	Mediano	Largo Plazo
Técnico	Asegurar la implementación de las acciones necesarias para la compensación, y el seguimiento para garantizar que estas sean permanentes	Se tiene claridad sobre los ecosistemas y áreas que serán afectadas y sus características	La totalidad de las áreas de compensación están definidas y se implementan las acciones correspondientes	Se demuestra a través de diferentes medios el cumplimiento de las metas de compensación propuestos
		Existe información de línea base de los sitios donde se implementarán las compensaciones	Se implementan las actividades de seguimiento y monitoreo de los indicadores establecidos y sus variables	Los análisis de resultados demuestran el cumplimiento de las metas establecidas en materia de biodiversidad
		Se tiene información detallada de las actividades que se van a desarrollar en el marco de las compensaciones	Se ejecutan las actividades de compensación en las cantidades y tiempos prestablecidos	Se verifica y demuestra que las actividades de compensación se establecieron conforme a lo planeado
		Existe un plan de mantenimiento y seguimiento de las compensaciones	Se realizan actividades de mantenimiento, monitoreo y seguimiento de variables	Las actividades de mantenimiento realizadas garantizan la permanencia de las acciones
Legales e institucionales	Garantizar la permanencia de las acciones de restauración y conservación	Se cuenta con Licencia ambiental	Se desarrollan las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental en los tiempos y medidas correspondientes	Se da cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental
			Se realizan los reportes a través de los informes de cumplimiento ambiental	Se presentan los informes finales que evidencien el cumplimiento
			Se acogen las recomendaciones formuladas por las autoridades ambientales en el marco del seguimiento y control aplicable	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre de las obligaciones establecidas
		Se cuenta con los documentos de acuerdo firmados para cada predio	Se verifica el cumplimiento de los compromisos en términos de tiempo y espacio establecidos por las partes	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre de las obligaciones establecidas
			Se tiene claridad sobre las instancias y los procedimientos para la solución de discrepancias	Se soporta el cumplimiento de los compromisos de las partes y la no

Elemento	Propósito	Corto	Mediano	Largo Plazo
				existencia de discrepancias
Financiero	Garantizar la sostenibilidad financiera de las acciones enmarcadas en la compensación en el corto y largo plazo	Se cuenta con los recursos de la Subcuenta de Compensaciones ambientales según contrato de Concesión	Los recursos de la subcuenta están disponibles de acuerdo con las fechas preestablecidas	El flujo de recursos de la subcuenta es soportado según los términos del contrato de concesión
		Se tiene definida una estructura administrativa y procedimental para el manejo de los recursos	Se gestionan los recursos conforme al plan de inversión	Los informes de gestión soportan el flujo de recursos para la ejecución de las compensaciones
		Existen las garantías y pólizas correspondientes para el manejo de los recursos	Se verifica y sustenta el uso de los recursos, dando cumplimiento a los términos de las pólizas	Las acciones de compensación cobijadas por garantías y pólizas garantizan su permanencia en los tiempos establecidos.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En caso de que las acciones, modos y mecanismos de compensación seleccionadas para el cumplimiento del plan, no puedan ser destinadas para tal propósito independientemente de los motivos que lo causen, se presentará ante la Autoridad Ambiental, la información correspondiente para proceder al proceso de ajuste de las mismas de acuerdo con los términos establecidos en la Resolución 0256 de 2018, con el sustento respectivo que motivan el cambio. Es factible que, en lo referente a las condiciones particulares de los sitios de intervención en el medio ambiental o social, sea necesario aplicar el enfoque de manejo adaptativo, el cual es considerado como un requisito necesario para la gestión eficaz de la conservación (Sarmiento, et. al, 2015).

La gestión adaptativa del riesgo es un proceso paralelo e interrelacionado que permite comprobar dónde aparecen los riesgos o dónde pueden generarse, mediante la aplicación de estrategias en cualquier fase del ciclo de proyectos (Ibisch, y Hobson, 2014). En tal caso, tanto la aplicación de los mecanismos de desempeño citados en la Tabla 11.56 y la verificación de los elementos a considerar para una compensación efectiva, contribuirán a determinar la aplicación específica de tal enfoque.

11.2.3 Bibliografía

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. 2015. Sistema Integrado de Gestión. Sistema estratégico de planeación y gestión Versión 001. Política ambiental (30/04/2015). 5 Pg.
Anderson, M. L. 1953. Plantación en grupos espaciados. Unasylva 7 (2): 61-70.

Aguilar-Dorantes, K., Mehletreter, K., Vibrans, H., Mata-Rosas, M. & Esqueda-Esquivel, Valentin. 2014. Repeated selective cutting controls neotropical bracken (*Pteridium arachnoidem)* and restores abandoned pastures. Invasive Plant Science and Managemen 7: (4):580-589.

Alcaldía Municipal de pamplonita. 2002. Esquema de Ordenamiento Territorial. Documento Técnico.

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2013. To no Net loss and beyond an overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme. Recuperado el 16 de julio de 2015, de http://www.forest-trends.org/.

Vargas, W. 2015. Estudios de caso sobre restauración ecológica de áreas afectadas por especies invasoras. Las plantas invasoras en los procesos de sucesión y restauración ecológica: experiencias en Quindio y Valle del Cauca (Colombia) Caso 5 Pp 130-140 En: Cárdenas T.J., Baptiste M.P, Ramírez W. y Aguilar G,M. (Eds.) 2015. Herramienta de decisión para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 154 pp

Castro Hernández, J. 2013. Impacto de la especie invasora *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon sobre la composición, la germinación y el establecimiento de plántulas en un bosque montano bajo. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia. Disponible en línea: http://grupoeeco.org/gallery/castro,j.2013-impactoespecieinvasorasobrecomunidadplantulasbosquemontanobajo.pdf

Chará, J. D.; Murgueitio, E.; Zuluaga, A.; Giraldo, C. 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching. Fundación CIPAV. 158p.

Consejo Municipal de Pamplona. Acuerdo No 0028 de 2015. Por el cual se adopta la modificación excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pamplona.

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor, 2016. Plan Estratégico Ambiental Regional – PLANEAR 2016 -2035. Capítulo V. Direccionamiento estratégico, componente programático e Implementación del PLANEAR. 57 p.

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor, 2016. Plan de Acción 2016 -2019. Hacia un Norte ambientalmente sostenible ¡Todos por el agua!

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor. 2014. Propuesta de declaratoria de la Reserva Forestal Protectora Mejué, Municipios de Toledo, Chinácota, Herrán, Pamplonita, Norte de Santander. Documento Síntesis / Estado de avance. 43 p

Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia - GIZ. 2017. Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Barranquilla, Atlántico. Colombia. 84 p

Ibisch, P. L., P. Hobson (ed). 2014. MARISCO. Manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en Sitios de Conservación. Guía para la conservación de la biodiversidad basada en ecosistemas mediante un enfoque de adaptación y resistencia frente al riesgo. Centre for Economics and Ecosystem Management, Eberswalde. 97 p.

Gómez. J; Suarez J. 2018. Arboles dispersos en potrero a través de la regeneración natural proyecto ganadería colombiana sostenible. FEDEGAN

Holl, K. D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned pastures: consequences for local species availability. Restoration Ecology (6), 253-261.

León, O., Vargas, O. 2011. Estrategias para el control, manejo y restauración de áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex eropaeus*) en la vereda el Hato, localidad de Usme, Bogotá, D.C. La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica.

McDonnell, M. J., & E. W. Stiles. 1983. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. Oecologia, 56(1), 109-116.

McDonald, T.; G. Gann.; J. Jonson, J y K. Dixon. 2016. Estándares internacionales para la práctica De la restauración ecológica- incluyendo principios y conceptos clave. Society for Ecological Restoration. Washington, D.C. 50 P.

Meli, P. & Carrasco-Carbadillo, V. 2011. Restauración Ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Tlalpan, México, D.F.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C.

Ministerio de Transporte. Agencia Nacional de Infraestructura. Contrato de Concesión bajo el esquema de APP No. 002 de 2 de junio de 2017. Apéndice técnico 1. Alcance del proyecto.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Manual de Compensaciones del Medio Biótico. Bogotá, Colombia.

Ocampo-Peñuela, N. (Editora). 2010. Mecanismos de Conservación Privada: una opción viable en Colombia. Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada. Bogotá, Colombia.

Peralta, N. 2016. Estrategias para incrementar la funcionalidad de las aves en la restauración ecológica de los bosques subandino. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de Colombia.

Restrepo, H., Orrego, S. &Galeano, O. 2012. Estructura de bosques secundarios y rastrojos montano-bajos den norte de Antioquia, Colombia. Colombia Forestal Vol. 15(2): 173 – 189.

Sarmiento, M.; W. Cardona; R. Victurine; A. López; A. Carneiro; P. Franco; M. Jiménez. 2015. Orientaciones para el diseño de un plan de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Versión 1.0 Documento para discusión. 44 p.

Ramírez Trejo, María del Rosario, Blanca Pérez García y Orozco Segovia Alma D. 2007. Helechos invasores y sucesión secundaria post-fuego. Ciencias 85, enero-marzo, 18-25.

Trujillo, W. 2013. El género Piper L. (Piperaceae) en el alto Caquetá, zona de transición andino-Amazónica de Colombia. Revista Colombia Amazónica No 6.

Universidad Francisco de Paula Santander, 2013. Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Pamplonita en el departamento de Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR. Convenio 00036 de 2011. Tomo VI. Formulación. 108 P.

Vargas, O (Ed). 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Convenio Interinstitucional Acueducto de Bogotá – Jardín Botánico – Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá.

Anexo 11 A Modelo entrevista **semiestrurada ecosistema de referencia**

Anexo 11 B Rasgos ecológicos de las especies con potencial para ser usadas en el plan

Anexo 11 CBase de datos parcelas

Anexo 11 D Plan de Inversión

Anexo 11 E Contrato -002-17 parte especial

Anexo 11 F Cronograma

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

RESUMEN EJECUTIVO

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

TABLA DE CONTENIDO

1 RESUMEN EJECUTIVO 5
1.1 Objetivo 5
2 Generalidades 5
2.1 Antecedentes 5
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
3.1 Características Del Proyecto 6
4 ÁREAS DE INFLUENCIA 10
5 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL 12
5.1 Medio Abiótico 12
5.1.1 Geología 12
5.1.2 Geomorfología 13
5.1.3 Paisaje 18
5.1.4 Suelos y uso de la tierra 20
5.1.5 Hidrología 21
5.1.6 Calidad del agua 31
5.1.7 Usos del agua 32
5.1.8 Hidrogeología 33
5.1.9 Geotecnia 34
5.1.10 Atmósfera 39
5.2 Medio Biótico 43
5.2.1 Flora 43
5.2.2 Fauna 45
5.2.3 Ecosistemas acuáticos 47
5.3 Medio Socioeconómico 48
5.3.1 Participación y socialización con las comunidades 48
5.3.2 Componente demográfico 49
5.3.3 Componente espacial 50
5.3.4 Componente económico 52
5.3.5 Componente cultural 53
5.3.6 Componente arqueológico 53
5.3.7 Componente político – organizativo 54
5.3.8 Tendencias del Desarrollo 54
5.3.9 Información sobre población a reasentar 55
5.4 Servicios Ecosistémicos 55
6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 57
6.1 Resultados De La Sensibilidad Y La Importancia Para El Área De Estudio 57
6.2 Resultados De La Relación Sensibilidad/Importancia Para El Área De Estudio 58
6.3 Zonificación de manejo ambiental del proyecto. 58
7 DEMANDA, USOS, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 60
8 EVALUACIÓN AMBIENTAL 66
9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 67
10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 68
11 PLANES Y PROGRAMAS 69
11.1 Plan De Manejo Ambiental 69
11.1.1 Programas de manejo ambiental 69

11.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo 78
11.1.3 Plan de Gestión del riesgo 78
11.1.4 Plan de desmantelamiento y Abandono 79
11.2 Otros Planes Y Programas 80
11.2.1 Plan de Inversión del 1% 80
11.2.2 Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad 82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción Unidad Funcional 1 8
Tabla 2 Requisitos técnicos UF 1 9
Tabla 3 Requisitos técnicos del túnel proyectado en la UF 1 9
Tabla 4. Relación de ZODMES para la UF 1 9
Tabla 5 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia. 11
Tabla 6 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1 14
Tabla 7 Unidades y Subunidades geomorfológicas presentes en el área de influencia la de UF-1 15
Tabla 8. Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1 17
Tabla 9 unidades de paisaje en el AI 18
Tabla 10 Clasificación de cuencas y red hidrográfica asociada al área de influencia de la UF1 21
Tabla 11 Área a intervenir por cuenca 22
Tabla 12 Características morfométricas básicas de cuencas y corrientes principales 24
Tabla 13 Tiempos de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 25
Tabla 14 Unidades de suelo asociadas a cuencas transversales al AI de UF1 27
Tabla 15 Usos del suelo asociado a cuencas transversales al área de influencia UF1 27
Tabla 16 Caudales máximos (m^3/s) para Tr. 1,33 - 2 - 5 y 100 años 29
Tabla 17 Caudales medios (l/s) de las corrientes asociadas al área de influencia UF1 29
Tabla 18 Caudales mínimos de las corrientes asociadas al área de influencia UF1 30
Tabla 19 Resultados índice de calidad ambiental - ICA e índices de contaminación 31
Tabla 20 Inventario de Usos del agua 32
Tabla 21. Sectorización Túnel de Pamplona 35
Tabla 22 Zonificación geotécnica 39
Tabla 23 Resultados obtenidos vs niveles máximos 42
Tabla 24 Resultados monitoreo ruido vs niveles máximos permisibles por 43
Tabla 25 Esfuerzos de muestreos empleados por grupo biológico 45
Tabla 26 Efectividad de muestreos empleados por grupo biológico 46
Tabla 27 Especies de fauna silvestre reportadas con algún tipo de amenaza a nivel nacional como internacional y/o endemismo 46
Tabla 28 Especies de fauna silvestre migratoria reportadas 47
Tabla 29 Impactos y dependencia de Servicios Ecosistémicos 56
Tabla 30 Representatividad de la sensibilidad ambiental 57
Tabla 31 Representatividad de la importancia ambiental 57
Tabla 32 Representatividad de la zonificación ambiental 58
Tabla 34 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia 59
Tabla 35 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención 59

Tabla 33 Resumen de solicitud de permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales 61
Tabla 34 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia 68
Tabla 35 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención 68
Tabla 36 Listado de programas y fichas de manejo 70
Tabla 37 Cronograma de las actividades de manejo 71
Tabla 38 Listado de programas y fichas de seguimiento y Monitoreo 78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización general de Unidades Funcionales del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta 7
Figura 2 Localización General del Proyecto 8
Figura 3 Cuencas transversales al área de influencia de la UF1 23
Figura 4 Red hidrográfica de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 . 24
Figura 5 Polígonos de Thiessen 26
Figura 6 Distribución de Gumbel y Pearso Tipo III, Estación ISER Pamplona – Precipitación máxima en 24 horas 26
Figura 7 CN del territorio asociado a cuencas transversales al área de influencia UF1 ... 28
Figura 8 Curvas IDF - Estación ISER Pamplona 28
Figura 9 Mapa de zonificación geotécnica UF 1 38
Figura 10 Histograma para la precipitación media mensual (mm) 40
Figura 11 Isoyetas (200mm) 41
Figura 12 Denominación termal - Clasificación de Caldas 41
Figura 13 Provincias de humedad de Lang 42
Figura 14 Distribución de interacciones según su naturaleza y su medio - escenario sin proyecto 66
Figura 15 Distribución de interacciones según la naturaleza y el medio - escenario con proyecto 67

1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Objetivo

El principal objetivo del estudio de impacto ambiental (EIA) es: suministrar la información suficiente a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para el trámite de licenciamiento ambiental del proyecto de construcción de la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta Unidad Funcional 1 – Variante Pamplona.

2 GENERALIDADES

El gobierno colombiano por intermedio de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI ha planteado un ambicioso programa de concesiones de carreteras compuesto por un grupo de corredores viales, los cuales impactan en importantes regiones del país en materia económica, para lo cual a partir del año 2012 la ANI inició la cuarta generación de concesiones. En este sentido, se expidió el Documento CONPES 3760 del 20 de agosto de 2013 para proyectos viales bajo esquemas de Asociaciones Público-Privadas - APP, donde se presentan los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), dirigido a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional.

2.1 Antecedentes

El CONPES 3844 de 2015, priorizó el corredor Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta dentro de la Fase I de la Tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones viales - 4G por tratarse de proyectos que ayudarán, en un marco de mediano plazo, a mejorar la situación coyuntural de la crisis fronteriza entre Colombia y Venezuela.

El corredor Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta, se priorizó dentro de la Fase I de la Tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones viales - 4G por tratarse de proyectos que ayudarán, en un marco de mediano plazo, a mejorar la situación coyuntural de la crisis fronteriza entre Colombia y Venezuela, y la respectiva problemática humanitaria derivada.[1]

Mediante memorando No. 2015-200-011915-3 del 16 de octubre de 2015, la Vicepresidencia de Estructuración de ANI luego de un proceso técnico de verificación determinó que el proyecto Pamplona – Cúcuta, el cual se encuentra georreferenciado y cumpliendo con los presupuestos establecidos en las normas constitucionales y legales vigentes para ser declarado de utilidad pública e interés social, se declara por el Ministerio de Transporte y la ANI, mediante Resolución No. 1934 del 13 de noviembre de 2015 (Anexo 4 – F), como proyecto de utilidad pública e interés social, estableciendo de esta manera la obligación para las diferentes instituciones públicas involucradas en el desarrollo del proyecto, tanto ambientales como gubernamentales, de adoptar las medidas pertinentes para salvaguardar el interés público.

El corredor vial Pamplona - Cúcuta, ubicado en el departamento de Norte de Santander, está conformado por seis (6) unidades funcionales (UF); fue adjudicado por parte de la ANI, a la Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., mediante contrato de concesión bajo esquema APP No. 002 de 02 de junio de 2017. La Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita

[1] Documento CONPES 3844 de 2015

es la encargada de la realización de los estudios, diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, así como la construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión del corredor vial comprendido entre Pamplona y Cúcuta.

Teniendo en cuenta este importante desarrollo vial y la obligación de obtener licencia ambiental para su ejecución, el presente documento pretende sintetizar, mediante el análisis de los componentes ambientales más relevantes identificados en el área del proyecto, las características que inciden para la materialización de la Segunda Calzada de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05 (Pamplona - Cúcuta) en el departamento de Norte de Santander, a través de capítulos estructurados según los Términos de Referencia pertinentes; realizando la respectiva descripción, caracterización y análisis necesarios para entender la naturaleza del proyecto, sus connotaciones ambientales dentro del área de influencia, y las soluciones planteadas para otorgar la viabilidad requerida.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

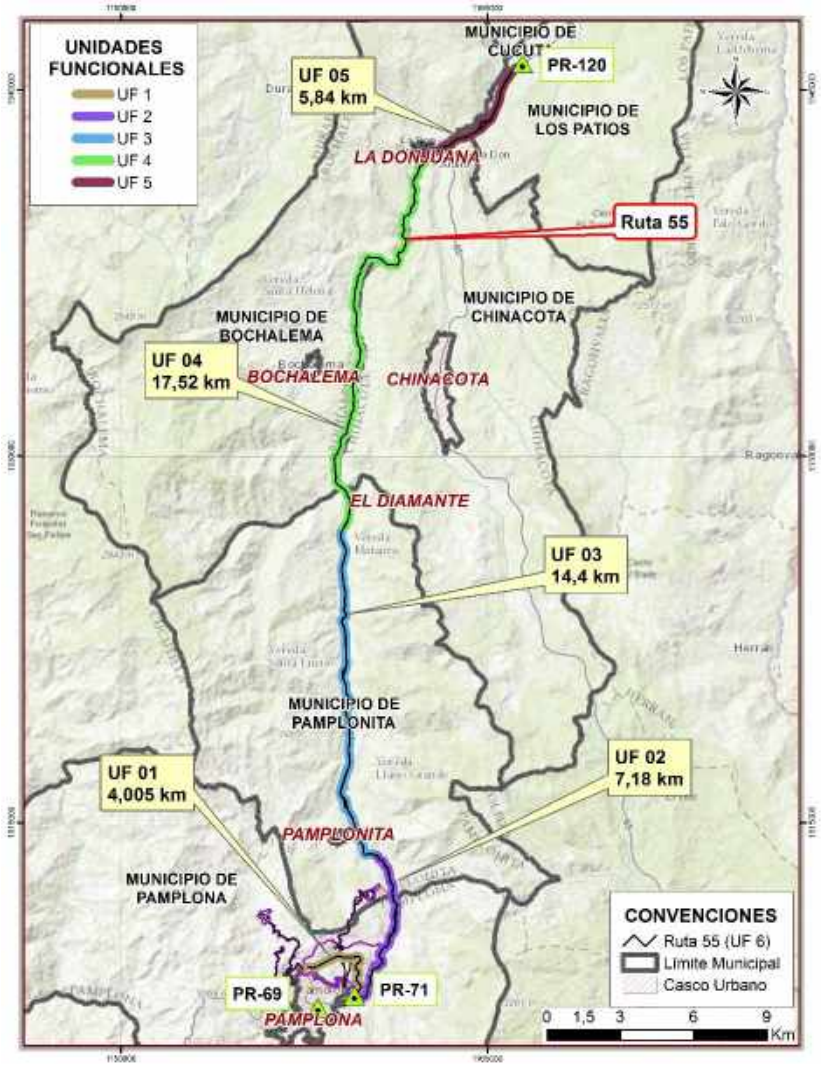
A continuación, se resumen los principales aspectos relacionados con la descripción del proyecto doble calzada Pamplona - Cúcuta. La descripción detallada de los aspectos relacionados en este documento se presenta en detalle en el capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental para la doble calzada Pamplona – Cúcuta, Unidad Funcional 1 sector Variante Pamplona.

A continuación, se presenta una descripción breve del contenido de los diferentes numerales que componen el capítulo:

3.1 Características Del Proyecto

El proyecto Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, parte del proceso licitatorio de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) cuyo contrato de concesión bajo esquema de APP es el No. 002 del 02 de junio de 2017, consiste entre otros en la construcción de la segunda calzada entre Pamplona y Cúcuta y la rehabilitación y mantenimiento de la vía existente (Figura 1). El corredor Pamplona - Cúcuta discurre en medio de la Cordillera Oriental, principalmente en el valle del río Pamplonita. La vía proyectada comunica los municipios de Pamplona, Pamplonita, Chinácota, Bochalema y Los Patios.

Figura 1 Localización general de Unidades Funcionales del proyecto doble calzada Pamplona – Cúcuta

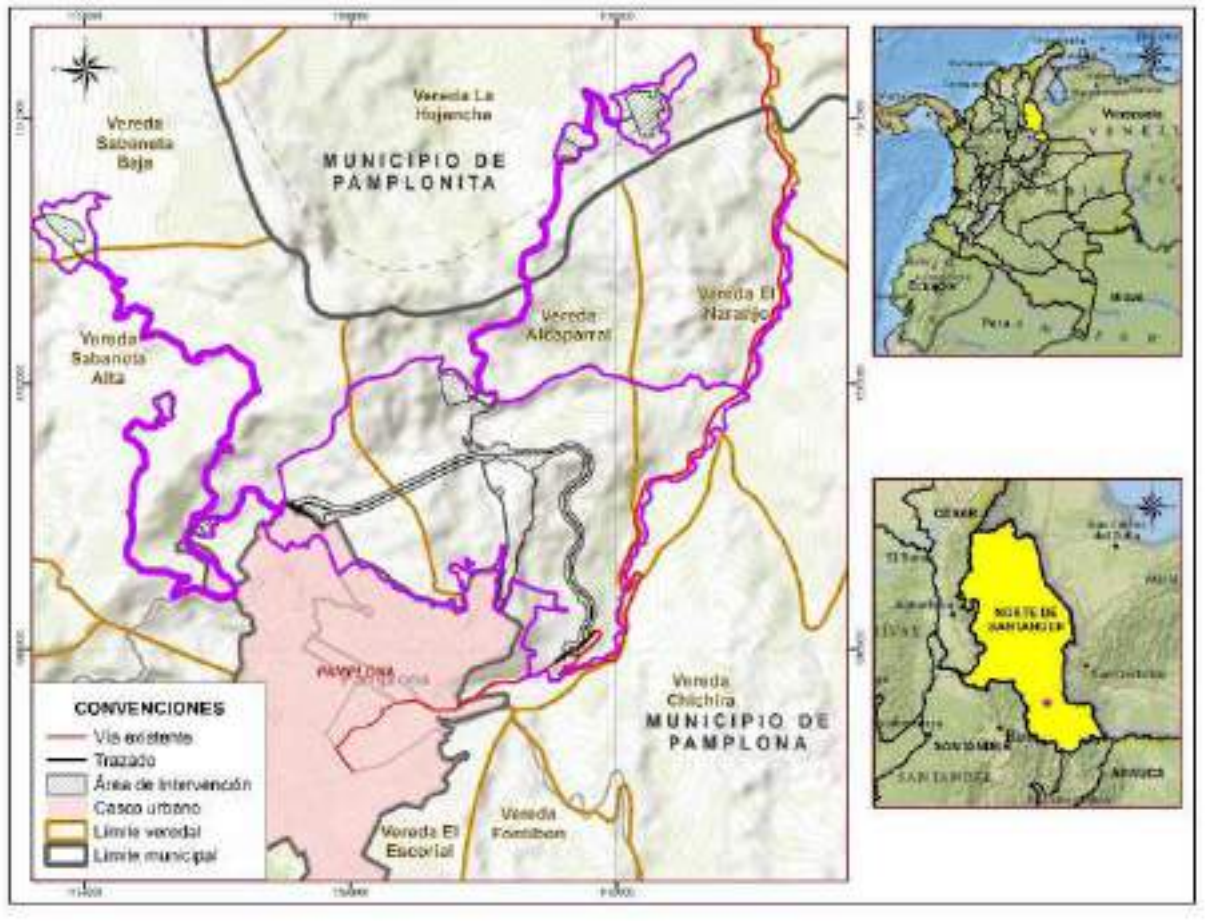


Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

De acuerdo con esto, el corredor Pamplona – Cúcuta se ubica dentro de la carretera central del norte y comprende la Ruta Nacional 55-05, correspondiente al departamento del Norte de Santander. Esta vía se clasifica como vía primaria, según su funcionalidad (Cap. 1 Manual de diseño geométrico de carreteras – INVIAS 2008).

La UF1 a la que se refiere el presente documento empalma la Ruta 55-5 con la Ruta 66-03 (Transversal Bucaramanga – Pamplona) y se encuentra localizada en el departamento de Norte de Santander en los municipios de Pamplona y Pamplonita. Este departamento está situado en la parte noreste del país, limita al norte y al este con la República de Venezuela, al sur con el departamento de Boyacá, al suroeste con el departamento de Santander y al oeste con el departamento del Cesar, como se presenta en la Figura 2

Figura 2 Localización General del Proyecto



Fuente: Aecom - Concol, 2017

La Unidad Funcional 1 – UF1, parte de este proyecto y objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental EIA para licenciamiento ambiental, se encuentra localizado entre los municipios de Pamplona y Pamplonita, y es denominado sector Variante Pamplona. La UF 1 tiene el alcance físico descrito en la Tabla 1, donde se referencian los puntos de inicio y fin del alineamiento proyectado con respecto a las características del diseño geométrico propuesto para esta Unidad Funcional.

Tabla 1 Descripción Unidad Funcional 1

UF	Sector	Origen	Destino	Longitud (km)	Intervención
UF 1	Variante Pamplona	PR 121+250 (R 64) K60+305,7 1.309.050,848 N 1.157.608,8162 E	PR 71+000 (R 5505) K56+300 1.307.962,219 N 1.159.648,725 E	4,005	Construcción de vía nueva en calzada sencilla

Fuente: Sacyr, 2017

En la Tabla 2 se presentan las condiciones técnicas de operación definidas desde el diseño geométrico de la vía para esta UF. (Ver Anexo 3. Diseño, 1. Diseño Geométrico).

Tabla 2 Requisitos técnicos UF 1

Requisitos Técnicos	Unidad	UF 1
Longitud de Referencia	Km	4,005
Número de Calzadas Mínimo	Un	1
Número de Carriles por Calzada Mínimo	Un	2
Sentido de Carriles	Uní o Bidireccional	Bidireccional
Ancho de Carril Mínimo	m	3,65
Ancho de Calzada Mínimo	m	7,30
Ancho de Berma Mínimo	m	1,80
Tipo de Berma		Berma
Cumplimiento de especificaciones de Ley 105 de 1993	Si/No	Si
Funcionalidad	Primaria – Secundaria	Primaria
Acabado de la rodadura	Flexible - Rígido	Flexible
Velocidad de diseño mínimo	Km/h	60
Radio mínimo	m	120
Pendiente máxima	%	7
Ancho mínimo de separador central	m	No Aplica
Iluminación		En intersecciones

Fuente: Sacyr, 2017

De manera análoga a la presentación de los requerimientos técnicos para la UF1, se presentan los requerimientos técnicos para el túnel proyectado en esta UF. (Ver Tabla 3).

Tabla 3 Requisitos técnicos del túnel proyectado en la UF 1

Requisitos Técnicos	Túnel 1
K de Inicio – K de Término	K 58+745 - K 60+075
Longitud de referencia (km)	1,300
Número de calzadas mínimo (un)	Una (1)
Número de carriles por calzada mínimo (un)	Dos (2)
Sentido de calzada (Uní o bidireccional)	Bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3,65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7,30
Sobre ancho (berma) mínimo (m)	0,50
Andenes laterales mínimo (m)	1,00
Acabado de la rodadura (Rígido-flexible)	Rígido
Velocidad de diseño mínimo (Km/h)	60
Radio mínimo (m)	198
Pendiente máxima (% sentido)	0
Tipo de Ventilación	Longitudinal
Gálibo mínimo de operación vehicular (m)	5,0
Revestimiento en hastiales y bóveda (m)	0,30-0,90
Impermeabilización (%)	100%

Fuente: Sacyr, 2017

La UF 1 contará también con siete (7) zonas para la disposición de material sobrante de excavación. Las áreas requeridas para su conformación y los volúmenes de acopio definidos desde el diseño geotécnico se presentan a continuación:

Tabla 4. Relación de ZODMES para la UF 1

ZODME	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Área de ocupación (m²)	Capacidad de acopio aproximada (m³)
	Este	Norte		
VER118	1.160.240	1.312.066	33.238	263.010
VER121	1.159.641	1.311.768	8.787	55.447

ZODME	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Área de ocupación (m²)	Capacidad de acopio aproximada (m³)
	Este	Norte		
VER124	1.159.371	1.309.414	8.445	71.914
VER131	1.158.820	1.309.917	9.475	52.504
VER144	1.156.901	1.308.919	6.423	35.222
VER148	1.156.611	1.309.820	7.380	38.058
VER156	1.155.878	1.311.155	24.664	112.452
VOLÚMENES TOTALES				**628.607**

Fuente: Sacyr, 2017

4 ÁREAS DE INFLUENCIA

Teniendo en cuenta los Términos de Referencia, M-M-INA-02, versión No. 2, para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 0751 de marzo de 2015); y la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del año 2010, se definieron las áreas de influencia del proyecto con fundamento en los impactos significativos potenciales que se generarían en la etapa de construcción del proyecto.

El área de influencia para los medios físico y biótico se definió por grupo de componentes que potencialmente serán impactados por el proyecto. El ejercicio de determinación del área de influencia se realizó a partir de la vía existente y del trazado proyectado para la segunda calzada e infraestructura asociada, posteriormente, se incluyó en el análisis geográfico capas de información físico-biótica o unidades de análisis previamente obtenidas mediante información secundaria. Los criterios empleados fueron:

i. Cuencas hidrográficas
ii. Vaguadas de cauces importantes (Hidrología)
iii. Barreras Naturales o Artificiales relevantes.
iv. Curvas de Nivel
v. Hidrogeología (zonas de recarga de acuíferos)
vi. Zona de reserva vial (Ley 1228 de 2008):

Dentro de los impactos significativos asociados a la construcción de vías, se destaca la afectación de las coberturas naturales asociadas a vegetación arbórea y arbustiva que se encuentra en los sitios de despeje para la nueva calzada, el cual constituye el criterio biótico principal.

De esta manera se generó una delimitación del área de influencia preliminar, teniendo en cuenta diferentes elementos o criterios que, desde el punto de vista de su naturaleza, se considera que pueden ser un limitante de los impactos anteriormente relacionados, es decir, un cambio en el espacio de cada uno de estos elementos puede restringir la trascendencia o no de un impacto. Por ejemplo: el cambio en la topografía, la divisoria de aguas de un drenaje, la existencia de un drenaje y vías de acceso, son elementos que fueron considerados para la delimitación del área de influencia. A partir de lo anterior se obtuvo un Área de Influencia Preliminar de los medios Físico-Biótico correspondiente a un polígono irregular de 53 vértices con un área de 546,63 ha.

Finalmente, como resultado de la evaluación ambiental no se identifican impactos críticos, que junto con los severos puedan especializarse como impactos significativos, por tanto el área de influencia definitiva fisicobiótica se configura como la síntesis del proceso de análisis del área de influencia Preliminar para configurar el Área de Influencia Definitiva.

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el área de influencia definitiva fisicobiótica es la misma que la preliminar, teniendo en cuenta que los impactos no trascienden más allá de los límites definidos inicialmente.

En cuanto a la delimitación del área de influencia del medio socioeconómico se realizó a partir de la identificación de actividades a desarrollar durante las etapas de preconstrucción, construcción y desmantelamiento del Proyecto. De esta manera, el área de influencia se consolidó a partir de las siguientes unidades de análisis:

- Identificación de unidades territoriales mayores y menores.
- Existencia de territorios colectivos de comunidades étnicas.
- Áreas de uso social, cultural o económico.
- Identificación de las dinámicas socioeconómicas, organizativas y de movilidad.

Teniendo en cuenta las unidades de análisis, el área de influencia del medio socioeconómico tiene jurisdicción en seis (6) veredas en la zona rural y tres (3) barrios de los municipios de Pamplona y Pamplonita, en las cuales se prevé la ocurrencia de los impactos significativos del proyecto sobre el medio socioeconómico. ver Tabla 5

Tabla 5 Unidades territoriales mayores y menores del área de influencia.

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Preliminar-	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Definitiva-	Actividad relacionada con el Proyecto	Área de intervención (ha).
Pamplona	Barrio El Buque	Barrio El Buque	Diseño de la vía a construir, acceso a ZODME y ZODME.	0,6867
	N/A	Barrio Simón Bolívar	Vía Industrial (Por uso como acceso).	0,0975
	N/A	Barrio Juan XXIII	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
	N/A	Barrio Cristo Rey Parte Alta	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
	N/A	Barrio Cristo Rey Parte Baja	Área de Influencia, posible afectación en el suministro de captación comunitaria.	N/A
	Vereda Sabaneta Alta	Vereda Sabaneta Alta	Acceso a ZODME, ZODME, área de almacenamiento, bahía, diseño de la vía a construir, portal, túnel.	14,0853
	Vereda Alcaparral	Vereda Alcaparral	Zodme, acceso a Zodme, área de almacenamiento, diseño de vía a construir, polvorín, portal, túnel, vía industrial, zona de lavado y parqueo, franja de captación, bahía.	29,7492
	Vereda El Naranjo	Vereda El Naranjo	Área de influencia del vertimiento.	N/A
	Vereda Ulagá Baja	Vereda Ulagá Baja	Área de influencia del vertimiento.	N/A

Unidades Territoriales Mayores	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Preliminar-	Unidades Territoriales Menores- Área de Influencia Definitiva-	Actividad relacionada con el Proyecto	Área de intervención (ha).
	N/A	Vereda Sabaneta Baja	Acceso a ZODME y ZODME.	3,1127
Pamplonita	Vereda La Hojancha	Vereda La Hojancha	Acceso a ZODME, bahía y ZODME.	10,0841
Total	**Doce (12) unidades territoriales menores**			**58,23**

Fuente: Aecom - ConCol S.A., 2018.

5 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

5.1 Medio Abiótico

5.1.1 Geología

El área de estudio (UF1) se encuentra en el departamento del Norte de Santander, al norte del país, correspondiendo a la cuenca de la Cordillera Oriental, en donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Pre-Devónico hasta el Terciario. La evolución tectónica de esta área durante el Mesozoico y Cenozoico registra una compleja y dinámica historia de evolución, asociada a un proceso de colisión y subducción oblicua a lo largo de fallas de desplazamiento lateral y escala regional, entre el borde sur de la Placa Caribe y el extremo noroeste de la Placa de Suramérica. Este límite entre las placas está representado por una amplia y difusa zona de activa deformación. Estas cadenas montañosas están constituidas sobre un basamento precámbrico y paleozoico, con presencia local de intrusiones de rocas metamórficas de origen ígneo (Ortoneis). Este basamento está suprayacido, por capas rojas mesozoicas y sedimentos marinos cretácicos y clásticos terciarios de espesor variable.

Las estructuras geológicas primarias son producto del sistema de fallas Pamplona - Chitagá y fallas satélites transversales a esta. Las estructuras geológicas secundarias en sentido este-oeste corresponden a fallas normales de esfuerzos tectónicos y de descompresión que están dispuestos perpendiculares a la topografía.

El sistema de fallas Pamplona-Chitagá afecta el macizo rocoso para el tramo vial de la UF1, presentando alto fracturamiento y por ende generando deslizamientos de los materiales no consolidados en las zonas de pendiente alta. Este va en el mismo sentido del buzamiento y enmarca el rio Pamplonita, afectando principalmente las unidades cretácicas y en menor proporción las unidades paleozoicas, pues afloran en menor magnitud. Una de las familias de estructuras del sistema, intersecta parte del corredor vial en la zona de cobertura del túnel y otra familia intersecta los portales del mismo, además de un plegamiento local evidenciado en afloramientos de la formación La Luna y Capacho dentro del área de influencia.

De acuerdo con la información secundaria, fotointerpretación y visita de campo se evidenciaron las siguientes unidades geológicas para el área de influencia de la UF1 presentadas en la Tabla 6, y en el plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG del Anexo 1. Cartografía** se observa la distribución de dichas unidades para el corredor dentro de ambas áreas (de influencia y de intervención).

5.1.2 Geomorfología

El área de influencia se localiza sobre la Cordillera Oriental, desde la parte alta en un relieve de montañas con alturas hasta 2200 msnm (más cercano a Pamplona), abarcando ambos márgenes del río Pamplonita. El área de estudio (UF1) está conformada por la región geomorfológica de Montaña, que conforman la Cordillera Oriental.

El análisis geomorfológico utilizado en este proyecto es concordante con la jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2002). Las categorías utilizadas de mayor a menor son: zona geoestructural, provincia geomorfológica, región geomorfológica, unidades y subunidades geomorfológicas.

A continuación, en la Tabla 7, se sintetiza la descripción de las unidades y subunidades geomorfológicas, su génesis y características morfográficas y morfodinámicas, y en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG del Anexo 1. Cartografía** se presenta la distribución de estas dentro de la UF1.

Tabla 6 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1

EDAD				SÍMB.	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA			
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Qant	Depósitos Antrópicos	Se trata de depósitos mayoritariamente arcillo-limosos con algunas gravas y bloques de roca de composición variable (procedentes de la construcción de la vía) sobre suelos residuales que se sitúan a ambos lados de la vía existente. Sus espesores máximos reconocidos son del orden de 5 a 10 m.
				Qal	Depósitos aluviales	Corresponde al lecho del río Pamplonita con delgados espesores de material granular arrastrado por la corriente
				Qca	Depósitos coluvio aluviales	Ubicados dos depósitos coluvio aluviales dentro del área de influencia de esta unidad funcional. A lo largo de drenajes, formando un valle, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca.
				Qc	Depósitos coluviales	Depósitos producto de desprendimientos del terreno asociados al sistema complejo de fallas de la zona, en un relieve de montañas. Materiales sueltos de composición variable, de acuerdo al material parental; Depósitos de ladera de espesor variable, angulares, que incluye depósitos de talud, y depósitos de derrumbe. Característica general de plasticidad media, con gran cantidad de arenas y gravas, arenas arcillosas y mezcla de finos
			Pleistoceno	Qt	Depósitos de Terraza	Sedimentos restringidos a zonas aledañas del río Pamplona, conformado por bloques, gravas, arenas y arcillas, no consolidados, depositados formando diferentes espesores en periodos actuales
				Qft	Depósitos Fluviotorrenciales	Depósitos de gravas, cantos y bloques en matriz limo arcillosa, matriz soportados, de mediana a pobremente consolidado
		TERCIARIO	Paleoceno	Tpb	Formación Barco	Areniscas Cuarzosas de color blanco, micáceas, grises y amarillentas a blancas, de grano fino a medio, intercaladas con capas delgadas de lodolitas grises claras a oscuras
FANEROZOICO	MESOZOICO	CRETÁCICO	Superior	Kscm	Formación Colon-Mito Juan	Campaniano-Maastrichtiano. Lutitas gris oscuro a verdoso fragmentadas, con capas de limolitas con meteorización moderada
				Ksl	Formación la Luna	Turoniano-Santoniano. Capas centimétricas de calizas y lutitas, con moderada meteorización, de color gris oscuro a claro para las calizas; y las lutitas de gris oscuro a negro, con presencia esporádica de nódulos calcáreos y algunas capas delgadas de chert.
			Inferior	Kic	Formación Capacho	Albiano Superior-Turoniano. Compuesto principalmente de lutitas gris oscuro a negro con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris. El área de esta unidad aflorante en la UF1 se encuentra cubierta en gran mayoría por depósitos coluviales.
				Kia	Formación Aguardiente	Albiano Inferior y Medio. Arenisca clara y dura (competente) con algunas capas de limolitas, y meteorización baja
				Kitm	Formación Tibú Mercedes	Aptiano superior-Albiano inferior. Calizas gris fosilíferas y arenosas, con lutitas gris oscura y algunas intercalaciones de arenisca clara
		JURÁSICO	Superior	Jg	Formación Girón	Areniscas conglomeráticas de color gris amarillento a pardo rojizo, masivos y lenticulares, con limolitas pardas rojizas
	PALEOZOICO	PRE-DEVÓNICO		Pdo	Ortoneis	Neis cuarzomonzonítico y granodiorítico (orígen igneo)

Fuente: Aecom-ConCol. 2018.

Tabla 7 Unidades y Subunidades geomorfológicas presentes en el área de influencia la de UF-1

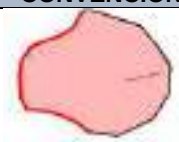
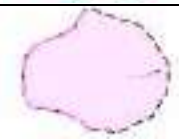
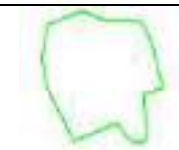
Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de solifluxión y deslizamientos de tipo rotacional, generandose de esta manera geoformas de tipo denudacional	Ladera Estructural (SDle)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	SDdrt	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	SDdtr	Estructura en forma de cono o lóbulo, con morfología plana a suavemente ondulada. Su origen es relacionado al movimiento de rocas o tierra a lo largo de una superficie de falla más o menos planar. El movimiento es controlado por segmentos de debilidad asociados con planos de estratificación, y alto fracturamiento.
						Cono de Talus	SDct	Lóbulo localizado en la base de un escarpes donde aflora la formación La Luna. Presenta un ápice angosto y en los cambios de la pendiente extremos redondeados, laderas de longitudes cortas a medias, convexas a cóncavas hacia la parte distal. Su origen esta relacionado a procesos de acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares heterométricos que se desprendieron de la parte alta de dicho escarpe por actividad tectónica.
						Terraza o Berma de fallamiento	SDbf	Escalón alargado en forma de terraza de morfología alomada o colinada, limitado por escarpes de línea de falla de longitud muy corta de forma convexa e inclinación abrupta. Su origen esta relacionado con el escalonamiento diferencial desarrollado por el proceso de fallamiento caracteristico del área.
					Ladera Ondulada (SDlo)	Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
						Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	SDdrt	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
					Lomo Denudado bajo de longitud larga (SDldebl)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
					Ladera de Contrapendiente (SDlcp)	Glacis de Acumulación	SDga	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
						Cono o Lóbulo coluvial y de Solifluxión	SDco	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas. Estan constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos

Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de solifluxión y deslizamientos de tipo rotacional, generandose de esta manera geoformas de tipo denudacional	Altiplano (SDa)		SDa	Superficie plana con pendiente suavemente inclinada a muy inclinada, limitada por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas. Su origen esta relacionado a partir de levantamientos tectónicos y por la acción conjunta de procesos denudacionales, erosión intensa y fluvial regional. Presenta una parte superior plana algunas a veces con morfología colinada a alomada y sus vertientes, con una longitud larga a extremadamente larga, generalmente afectadas por procesos denudacionales acentuados por procesos de erosión y acumulación.
					Espolón festoneado moderado de longitud media (SDefesmm)		Sdefesmm	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón varía entre 250 m y 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud larga (SDefesml)		Sdefesml	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud corta (SDefesmc)		SDefesmc	Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para el caso de la UF1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es menor que 250 m.
			FLUVIAL (F)	Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de la corriente del río Pamplonita y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dicha corriente, debido a la dinámica normal de las corrientes. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas al río y en el fondo del cauce, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando ésta corriente pierde su capacidad de arrastre	Terraza de Acumulación (Fta)		Fta	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce del río Pamplonita. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial. Estas terrazas pueden ser parte del cauce y estan constituidos por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se alejan del cauce del rio.
					Cauce activo (Fca)		Fca	Canal de forma irregular excavado por erosión de la corriente estacional del río Pamplonita, dentro de macizos rocosos y sedimentos aluviales. Este cauce persiste por grandes distancias dependiendo de factores de pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal. El cauce esta restringido a valles estrechos en forma de V, relacionados al control estructural de fallas o diaclasas.
					Cono de Deyección (Fcdy)		Fcdy	Superficie en forma de cono, con una inclinación en planta de 5°- 10°y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. estas geoformas se encuentras hacia la zona de traslapo con la UF2
			ANTRÓPICA (A)	Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.	Canteras (Ac)	Flancos de Canteras	Afc	Escarpe o corte realizado a la ladera para explotación de material con forma irregular
						Superficies de Explanación (Asp)	Asp	Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso y/o materiales inconsolidados (como es el caso de la UF1 depósitos de orígen aluvial) con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno.
					Planos y campos de Llenos antrópicos (Ar)		Ar	Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas y obras civiles. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018

El análisis multitemporal de procesos morfodinámicos del Área de Influencia de la Unidad Funciona 1 se realizó mediante la interpretación de fotografías aéreas del año 1992, de imágenes Lidar de los años 2013 y 2017, de Google Earth del año 2017 y de Microsoft Bing Map; en las cuales se identificaron los procesos erosivos y de remoción en masa tipificados como se indica en la Tabla 8. Posteriormente se realizaron recorridos de campo que permitieron verificar y complementar lo interpretado en las imágenes del periodo 2013 a 2017.

Tabla 8. Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1

SÍMBOLO	NOMBRE	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Dza	Deslizamiento activo		Proceso de remoción en masa activo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional.
Dzi	Deslizamiento inactivo		Proceso de remoción en masa inactivo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional
Dze	Deslizamiento estabilizado con obra de contención		Proceso de remoción en masa estabilizado con obras de contención como muros, pantallas, anclajes, etc.
Dcr	Caída de rocas		Proceso de remoción en masa tipo caída de rocas
Anc	Cantera		Proceso denudativo antrópico por extracción de materiales de cantera para su uso en actividades de construcción

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se observaron zonas de erosión muy severa ni deslizamientos de grandes proporciones. La evolución de los procesos en general es poco notoria al contrastar las imágenes analizadas; que además regularmente están asociados a actividad antrópica por cortes del terreno o por actividades de ganadería extensiva.

Al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017 se observó lo siguiente en relación con la evolución de procesos morfodinámicos:

- Posterior a 1992 se construyeron obras de contención para la estabilización de deslizamientos que afectaban la vía.
- En las coordenadas 1.159.765 Este, 1.308.145 Norte, Abscisa K56+460 de la vía proyectada; posterior a 1992 se generó un deslizamiento rotacional a partir del corte del terreno durante la construcción de una estación de combustible.
- En las coordenadas 1.160.140 Este, 1.309.150 Norte, se presenta un deslizamiento planar y caída de rocas a un costado de la actual vía Pamplona – Cúcuta, en el que se observa ampliación en el área afectada.

- En la coordenada 1.159.380 Este, 1.309.520 Norte, se observa afectación superficial posterior a 1992, producto del pisoteo de ganado.
- En varios puntos de la UF1 se han presentado desprendimientos o pequeños deslizamientos de afectación superficial, no observados en las fotografías de 1992. (Cabe mencionar que por la escala de las fotografías se dificulta la identificación de deslizamientos menores).
- Al comparar las imágenes se encuentran áreas de cantera que iniciaron su explotación posterior a 1992.

En el **Anexo 5. Caracterización AI, 5.1.1 Geología_geomorfología, B. Fotointerpretación de procesos morfodinámicos** de **Geología_geomorfología** se presentan las fotografías aéreas de 1992 interpretadas; y el plano **VAPA_009_EIA_MA_PM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** contiene los procesos morfodinámicos actuales.

Si bien la evolución de los procesos no es muy notoria al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017; se observaron cambios en las geoformas de sitios puntuales principalmente por actividades antrópicas relacionadas con la realización de cortes en el terreno para la construcción de vías y plataformas, por la extracción de materiales de cantera o por actividades de ganadería extensiva con afectación al terreno con terracetas y generación de pequeños deslizamientos.

Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al contrastar las imágenes; las diferencias en la delimitación de los polígonos y rasgos de procesos pueden obedecer a las diferencias de escala y resolución entre dichas imágenes.

5.1.3 Paisaje

El componente paisajístico se desarrolló a partir de la determinación de las unidades de paisaje, las cuales surgen de la interacción de la geomorfología y las coberturas, componentes que se agrupan en unidades visualmente homogéneas o que cumplen servicios similares para la comunidad.

En la Tabla 9, se presentan las unidades de paisaje determinadas, las cuales corresponden a la interacción de cuatro tipos de relieves y cinco agrupaciones de coberturas, lo que genero un total de nueve unidades de paisaje.

Tabla 9 unidades de paisaje en el AI

Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Crestas	Natural	Bosques y vegetación natural	Mct-Nbv	2,59	0,47
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mct-Ncv	154,36	28,23
	Crestones	Cultural	Agropecuario	Mcr-Cap	232,12	42,44
Montaña	Crestones	Natural	Bosques y vegetación natural	Mcr-Nbv	19,30	3,53
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mcr-Ncv	10,28	1,88
	Lomas	Cultural	Agropecuario	Mlm-Cap	57,94	10,59

Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mlm-Nbv	5,23	0,96
	Valle coluvio aluvial	Cultural	Agropecuario	Mva-Cap	12,47	2,28
		Natural	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mva-Ncv	8,07	1,48
Zonas antropizadas		Cultural	Infraestructura y transporte	ZA-Cit	36,07	6,60
			Minero	ZA-Cmn	0,73	0,13
			Urbano	ZA-Cur	7,73	1,41
Total					**546,89**	**100**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

A nivel general, el 42,44% del área de influencia está representada por la unidad Mcr-Cap, la cual corresponde al subsistema agropecuario ubicado en los crestones de las montañas. En importancia continua el paisaje del subsistema de bosques y vegetación natural en crestas Mct-Nbv, el cual se distribuye en el 28,23% del total del área.

En tercer lugar, se presenta el subsistema agropecuario ubicado en lomeríos Mlm-Cap con una cobertura del 10,59%. En importancia continua la unidad ZA-Cit, la cual se distribuye en el 6.60% del AI y corresponde principalmente a infraestructura y transporte (vías). Por último, en el restante 12%, se reportan las unidades que presentan valores al 5%, las cuales corresponden a sistemas naturales y culturales de zonas antropizadas.

5.1.3.1 Evaluación de la calidad paisajística

La evaluación de la calidad paisajística de las unidades determinadas en el AI se realizó a través de la determinación de la calidad visual, la capacidad de absorción y un análisis de visibilidad. Adicional a esto se realizó una indagación por sitios de interés paisajístico, dando como resultado que el área de influencia no cuenta con ninguno de ellos.

El análisis de calidad visual determino que el 81% del área de influencia corresponde a áreas con calidad alta lo cual corresponde a ocho unidades que se caracterizan por presentar rasgos singulares principalmente asociados a la presencia de vegetación natural y agua, mientas el porcentaje restante se divide en áreas de calidad media (19%) y calidad baja (menos del 1%).

En cuanto a la determinación de la capacidad de absorción, el 78% del área corresponden a unidades de paisaje que presentan una capacidad baja, en las que se incluyen principalmente las unidades asociadas al paisaje natural en geoformas de crestas, crestones y lomeríos, así como la unidad Mc-Cap. Esta sensibilidad está dada por las características de la pendiente, erosión del suelo y diversidad de la cobertura.

En segundo lugar, se presentan las unidades con capacidad de absorción alta, distribuidas en el 12% del AI. Por último, se presentan las unidades de paisaje con capacidad moderada, las cuales presentan una diversidad de vegetación media y corresponden al 10% restante.

Por último, el análisis visual del paisaje tiene como objetivo determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, simultáneamente. El análisis determinó que las áreas visibles corresponden al 71% del AI, lo cual responde a la forma del terreno del área, conformada por crestas, crestones y lomeríos de la montaña y donde parte de los observadores se ubican en las partes altas, permitiéndoles tener visuales sin obstáculos del AI.

El porcentaje restante (29%) del AI se considera no visible por parte de los observadores, bien sea por ubicación y/o cercanía de estos o porque la forma del terreno permita apreciar estas áreas desde distancias medias y lejanas, lo cual corresponde principalmente a las partes altas de las montañas asociadas al AI.

5.1.4 Suelos y uso de la tierra

En el componente de suelos y usos de tierras se realizó la identificación de las unidades presentes en el área de estudio, la identificación de la capacidad de uso y los usos potenciales, determinación del uso actual y los conflictos del uso del suelo.

5.1.4.1 Caracterización de los suelos

La caracterización de los suelos presentes en el área de estudio identifico cuatro unidades de suelos con sus respectivas fases, las cuales están distribuidas en el paisaje de montaña.

De estas, la unidad más representativa es la MMK, que corresponde a una consociación ubicada en crestones y se distribuye en el 48% del área de influencia.

En segundo lugar, se reporta el grupo indiferenciado MME, el cual se distribuye en el 29% del AI. En importancia continua la unidad MMA, distribuida en el 12 % del área total, y posterior a esto se reportan las zonas urbanas y territorios antropizados, con una cobertura del 8%, mientras que el área restante se divide entre las unidades MIR y los cuerpos de agua, con coberturas de 3 y 1%, respectivamente.

5.1.4.2 Capacidad de uso del suelo

La determinación de la capacidad de uso se realizó a partir de la identificación de las clases agrológicas del suelo de las unidades de suelo. En estas se identificaron tres clases agrológicas, las cuales se asociaron a tres usos potenciales.

El primero de ellos con una cobertura del 48% corresponde a los sistemas forestales productores, el cual es seguido por sistemas forestales protectores (29%) y sistemas agrosilvopastoriles (14%). Por último, se reportan las zonas urbanas (8%) y cuerpos de agua (1%).

5.1.4.3 Uso actual del suelo

A partir del mapa de coberturas desarrollado para el proyecto, se determinaron ocho categorías de uso actual del suelo, junto con 11 subcategorías de uso específico. Los usos más importantes dentro del área de influencia son el ganadero, que corresponde al 49% del total del área y los de conservación con una distribución del 30%.

Los porcentajes restantes se distribuyen en áreas con presencia de infraestructura comercial y vial (8%), usos forestales (6%), agroforestales (6%), y asentamientos, minería y cuerpos de agua, categorías que presentan valores inferiores al 2% de cobertura.

5.1.4.4 Conflictos de uso del suelo

La determinación del conflicto de uso del suelo, desarrollada a partir de la comparación del uso actual del suelo con respecto a la oferta ambiental (capacidad de uso), evidencia que el 48% del AI no presenta conflicto de uso teniendo en cuenta que el uso actual del suelo va acorde con la oferta ambiental o capacidad de uso que presenta el suelo explotado. En esta categoría se incluyen los usos de conservación, la ganadería y sistemas silvopastoriles ubicados en suelos con aptitud agroforestal.

En segunda instancia y con una distribución porcentual similar (40%), se presentan las tierras que presentan conflictos por sobreutilización ligera, que corresponde a usos agroforestales o ganaderos desarrollados en suelos con actitud para la producción forestal.

El área restante (12%), se distribuye en zonas que no aplica la definición de conflicto de uso (no presentan suelo), distribuidas en un 9 % del AI y en las categorías de subutilización y sobreutilización moderada (2 y 1 %, respectivamente).

5.1.5 Hidrología

5.1.5.1 Cuencas Hidrográficas

Las cuencas y red hidrográfica asociadas al área de influencia de la UF1 se relacionan en la Tabla 10 y el área por intervenir en cada cuenca en la Tabla 11:

Tabla 10 Clasificación de cuencas y red hidrográfica asociada al área de influencia de la UF1

AH	ZH	SZH	Sub	Microcuenca	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Código
CARIBE (1)	CATATUMBO (16)	RÍO PAMPLONITA (1601)	Batagá (160124)	Sabanetas (160124502)	-	-	1601245
					Sabanetas-01	-	1601245
					Sabanetas-02	-	1601245
					Sabanetas-03	-	1601245
					Sabanetas-04	-	1601245
					Sabanetas-05	-	1601245
					Sabanetas-06	-	1601245
					Sabanetas-10	-	1601245
					Cúnuba (16012450205)	El Peñón	1601245020504
						La Reforma	1601245020502
					Sabanetas-14	-	1601245
					Sabanetas-15	-	1601245
CARIBE (1)	CATATUMBO (16)	RÍO PAMPLONITA (1601)	El Volcán (160125)	NN3	-	-	16012501
				NN7	-	-	16012506
				La Palma	-	-	16012517
				NN13	-	-	16012519
			El Volcán (160125)	NN15	-	-	16012522
				NN25	-	-	16012526
				NN26	-	-	16012525
				NN27	-	-	16012524
				NN28	-	-	16012523
				NN30	-	-	16012521
				Hojancha	-	-	16012509
				NN42	-	-	16012507
				San Antonio	-	-	16012518
				El Buque	-	-	16012527
				NN32	-	-	16012520
				NN-CA-15	-	-	160125
				Brigthon	-	-	1601259
				La Laguna o La Dobera (160125902)	La Cruz	-	16012590204

*Cuencas interceptadas por el túnel
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

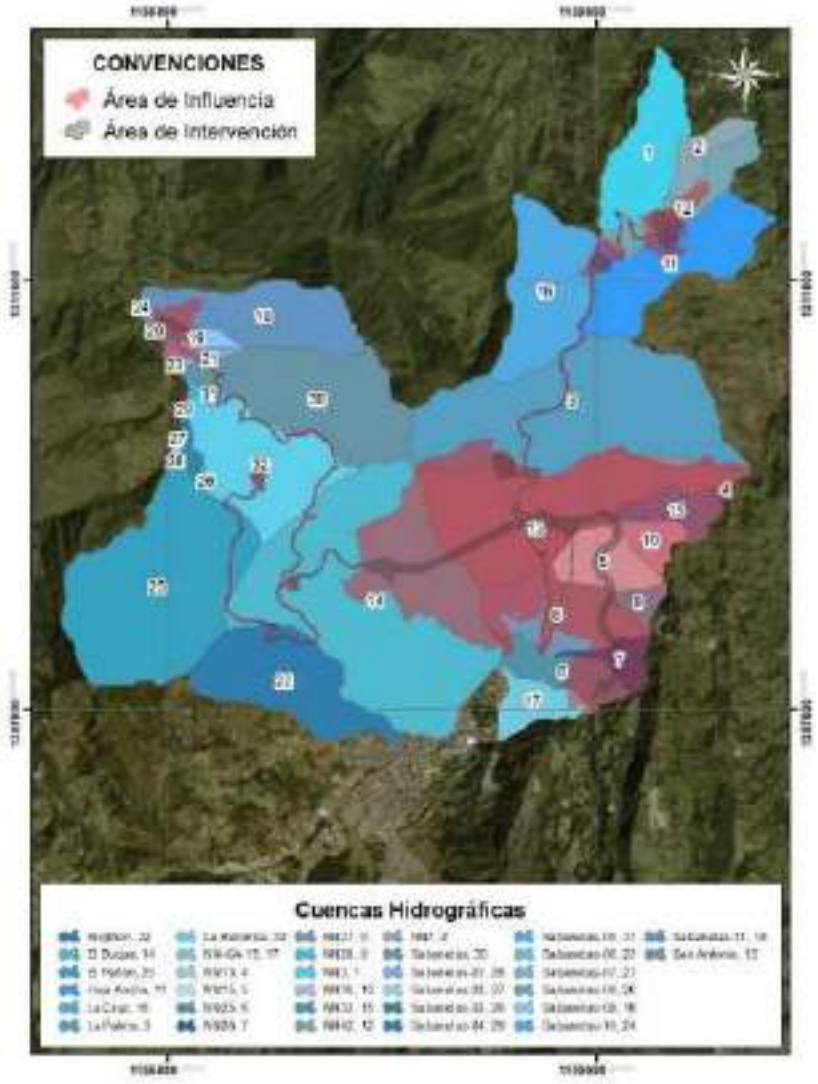
Tabla 11 Área a intervenir por cuenca

Microcuenca	Área Microcuenca (ha)	Área Intervención (ha)	% Área Intervención	% Respecto a la Microcuenca
Brigthon	99,86	0,54	0,96%	0,54%
El Buque	335,29	8,32	15,00%	2,48%
El Peñón	213,52	0,57	1,02%	0,27%
Hojancha	95,19	5,4	9,74%	5,67%
La Cruz	95,29	0,64	1,16%	0,67%
La Palma	236,65	1,08	1,95%	0,46%
La Reforma	101,37	2,42	4,37%	2,39%
NN15	36,13	3,93	7,08%	10,88%
NN25	35,06	2,2	3,97%	6,27%
NN26	15,57	2,16	3,90%	13,87%
NN27	70,2	3,29	5,94%	4,69%
NN28	10,82	0,45	0,81%	4,16%
NN3	71,32	0,27	0,48%	0,38%
NN30	18	0,97	1,74%	5,39%
NN32	26,94	0,46	0,82%	1,71%
NN42	37,99	3,55	6,39%	9,34%
Sabanetas	128,63	0,6	1,09%	0,47%
Sabanetas-05	4,74	0,12	0,21%	2,53%
Sabanetas-14	17,38	1,93	3,47%	11,10%
Sabanetas-15	85,49	1,33	2,39%	1,56%
San Antonio	170,13	15,25	27,49%	8,96%
Total		55,474	100%	

Fuente: (Aecom-ConCol,2018)

Por lo tanto, las cuencas con mayor intervención (%) área total de la cuenca vs área total interceptada por el área de intervención) son: Sabanetas-09, NN26, NN15, San Antonio y NN42. La mayor extensión por intervenir se encuentra en la cuenca San Antonio y El Buque, ambas asociadas al túnel. Figura 3.

Figura 3 Cuencas transversales al área de influencia de la UF1

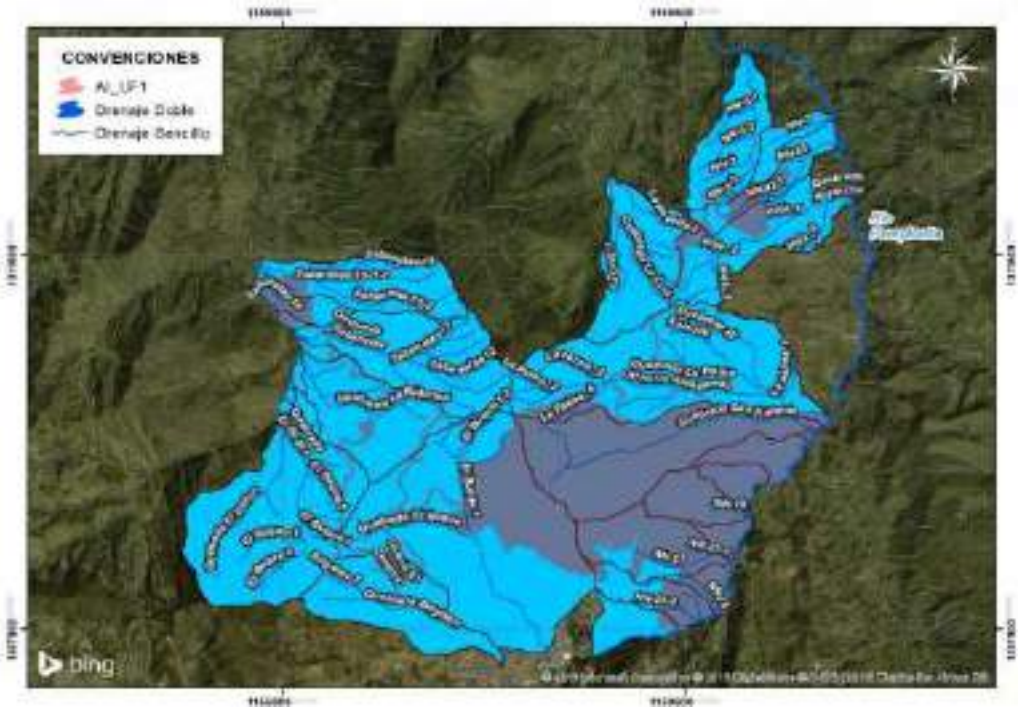


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2 Red hidrográfica

De acuerdo con los resultados en el área de influencia hay 65,27 km de corrientes superficiales, los drenajes principales con mayor longitud dentro del área de influencia son la quebrada La Palma (3,39 km), entre 2 a 3,39 km las quebradas San Antonio, El Buque, Sabanetas y Hojancha; las demás corrientes tienen entre 0 y 2 km de longitud. Figura 4.

Figura 4 Red hidrográfica de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

- Morfometría

Las características morfométricas de las cuencas y su corriente principal son las siguientes:

Tabla 12 Características morfométricas básicas de cuencas y corrientes principales

	Corriente Principal							Cuenca	
CUENCA	**L_{total} (m)**	**L_{total} (km)**	**S (m/m)**	**S (m/km)**	**S (%)**	**Z_{max} (m)**	**Z_{min} (m)**	**A (km^2)**	**P (km)**
San Antonio	3543,1	3,5	0,5	512,0	51,2%	2789	975	1,7	7,5
La Palma	3577,6	3,6	0,5	518,5	51,9%	2816	961	2,4	8,2
El Buque	1807,4	1,8	0,2	228,5	22,9%	2769	2356	3,4	8,3
NN27	1862,3	1,9	0,8	837,1	83,7%	2644	1085	0,7	4,0
NN15	1170,0	1,2	1,2	1194,9	119,5%	2448	1050	0,4	2,6
NN13	138,7	0,1	0,3	346,1	34,6%	2028	1980	0,0	0,5
NN25	524,7	0,5	0,4	390,7	39,1%	2363	2158	0,4	3,4
NN26	723,3	0,7	0,2	225,4	22,5%	2301	2138	0,2	2,4
Sabanetas	2299,5	2,3	0,3	257,0	25,7%	2810	2219	1,3	5,9
El Peñón	1937,9	1,9	0,2	235,8	23,6%	2805	2348	2,1	6,3
La Reforma	1967,0	2,0	0,2	169,3	16,9%	2571	2238	1,0	5,0
NN3	1744,0	1,7	0,3	270,6	27,1%	2183	1711	0,7	4,3
NN7	705,8	0,7	0,3	260,7	26,1%	1963	1779	0,2	2,7
Hojancha	2046,5	2,0	0,2	245,3	24,5%	2328	1826	1,0	5,6
NN42	1468,0	1,5	0,3	254,1	25,4%	2156	1783	0,4	4,3
Brigthon	2162,0	2,2	0,2	193,3	19,3%	2712	2294	1,0	5,3
La Cruz	1434,3	1,4	0,2	194,5	19,5%	2347	2068	1,0	4,8

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.3 Régimen hidrológico

5.1.5.3.1 Tiempo de concentración

Las cuencas con respuesta más rápida en relación a la evacuación de la escorrentía aportada a la hoya tras un aguacero se encuentran en rojo, sin embargo, entre las cuencas de mayor extensión por ende mayor capacidad receptora de precipitación es el Buque (corriente intermitente).

Tabla 13 Tiempos de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

Ecuaciones Tc	Kirpich (horas)	Témez (horas)	Johnstone y Cross (horas)	Giandotti (horas)	SCS - Ranser (horas)	Ventura - Heras (horas)	V.T Chow (horas)	Cuerpo Ing. EU (horas)	Tc (Horas)	Tc (Min)
San Antonio	0,23	0,89	1,03	0,31	0,23	0,88	0,76	0,83	0,64	39
La Palma	0,23	0,90	1,03	0,33	0,23	0,88	0,76	0,84	0,65	39
El Buque	0,17	0,58	0,85	0,45	0,17	0,58	0,60	0,54	0,49	30
NN27	0,11	0,50	0,66	0,19	0,11	0,49	0,43	0,46	0,37	22
NN15	0,07	0,33	0,48	0,14	0,07	0,33	0,29	0,30	0,25	15
NN13	0,02	0,08	0,22	0,12	0,02	0,08	0,11	0,08	0,09	6
NN25	0,06	0,22	0,42	0,28	0,06	0,22	0,24	0,21	0,21	13
NN26	0,09	0,31	0,57	0,26	0,09	0,31	0,36	0,29	0,29	17
Sabanetas	0,21	0,73	0,98	0,41	0,21	0,72	0,72	0,68	0,58	35
El Peñón	0,19	0,65	0,92	0,51	0,19	0,65	0,66	0,61	0,55	33
La Reforma	0,22	0,70	1,01	0,48	0,22	0,70	0,74	0,66	0,59	35
NN3	0,17	0,59	0,85	0,34	0,17	0,58	0,59	0,55	0,48	29
NN7	0,09	0,30	0,54	0,26	0,09	0,30	0,34	0,28	0,27	16
Hojancha	0,20	0,68	0,94	0,39	0,20	0,67	0,68	0,63	0,55	33
NN42	0,15	0,52	0,79	0,30	0,15	0,52	0,54	0,49	0,43	26
Brigthon	0,23	0,74	1,03	0,44	0,23	0,73	0,76	0,69	0,60	36
La Cruz	0,16	0,54	0,83	0,45	0,16	0,53	0,58	0,50	0,47	28

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

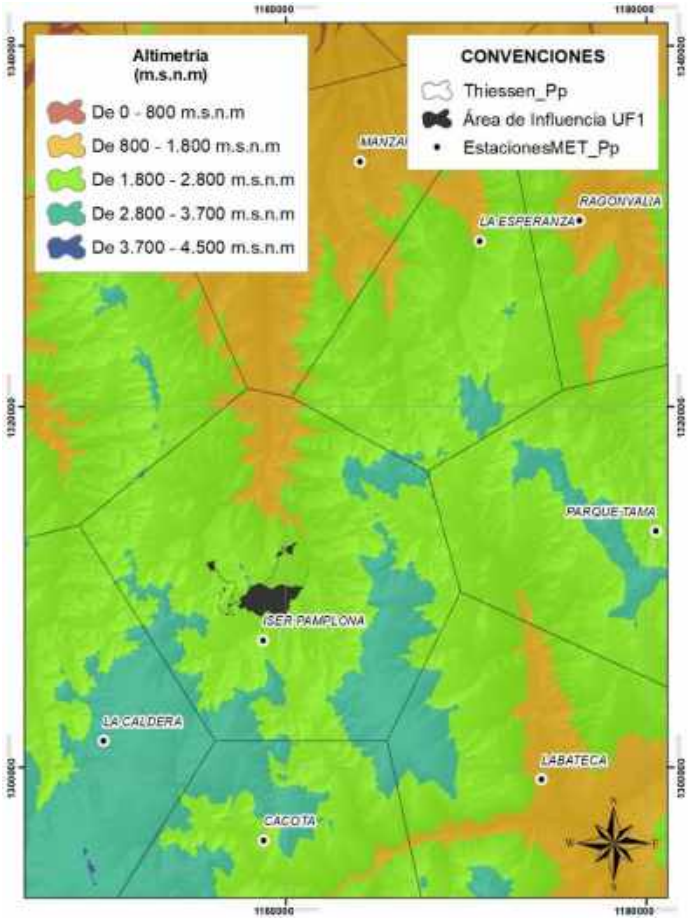
5.1.5.3.2 Precipitación

Según los polígonos de Thiessen se definió que la precipitación en el área de influencia es representada por la estación ISER Pamplona. Figura 5.

5.1.5.3.3 Caudales Máximos

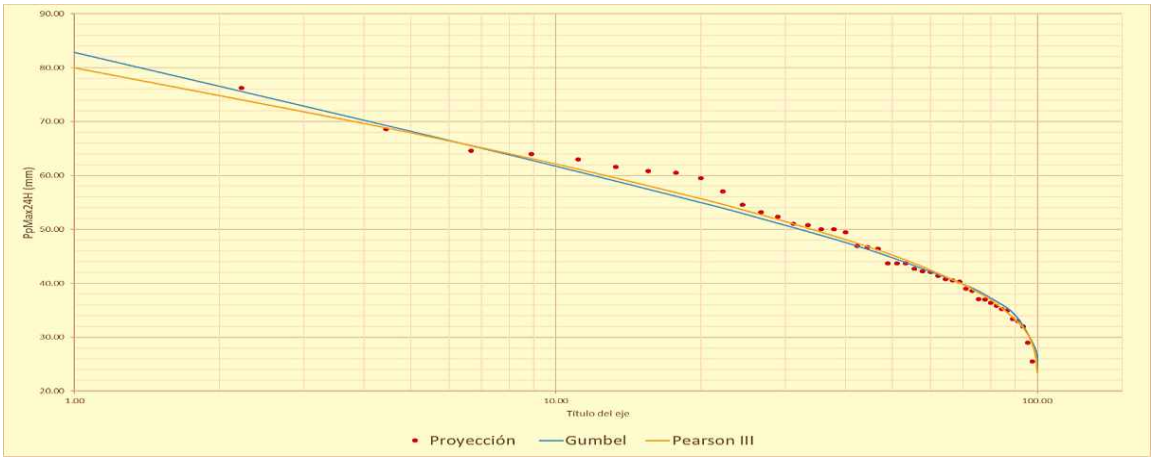
La homogeneidad de los registros pluviométricos de la estación ISER Pamplona se evaluó mediante la distribución de Gumbell y Pearson tipo III, obteniendo muy buenos resultados como se observa en la Figura 6.

Figura 5 Polígonos de Thiessen



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 6 Distribución de Gumbel y Pearso Tipo III, Estación ISER Pamplona – Precipitación máxima en 24 horas



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Debido que las cuencas transversales al área de influencia no cuentan en extensión con más de 2,5 km^2 los caudales máximos fueron definidos mediante el método racional que considera entre sus variables la curva de escurrimiento CN, definida a partir de tipos de suelo y usos del suelo de los territorios que conforman las cuencas. Los tipos de suelo fueron definidos en escala 1:100.000 debido que la extensión de las cuencas es mayor al área de influencia, por lo tanto, el estudio de suelos que se realiza para el área de influencia no cubre toda el área considerada para la hidrología, no obstante, las unidades de suelo fueron verificadas y avaladas previamente por el profesional del componente edáfico. Las unidades de suelo y respectiva clasificación hidrológica se relacionan en la Tabla 14:

Tabla 14 Unidades de suelo asociadas a cuencas transversales al AI de UF1

Unidad de Suelo	Grupo hidrológico del Suelo – SCS (%)			
	A	B	C	D
MLBf1	100	0	0	0
MLEg	0	70	30	0
MLPe1	0	0	60	40
MMEg1	0	100	0	0
MREg2	0	0	80	20
ZU	0	0	0	100
MMKf1	0	100	0	0

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La misma situación se presentó para definir los usos del suelo, por lo tanto, se llevó a cabo el mismo procedimiento, las coberturas basadas en el POMCA del río Pamplonita fueron posteriormente avaladas por la profesional del componente flora. Los usos del suelo y respectiva clasificación hidrológica se relacionan en la Tabla 15:

Tabla 15 Usos del suelo asociado a cuencas transversales al área de influencia UF1

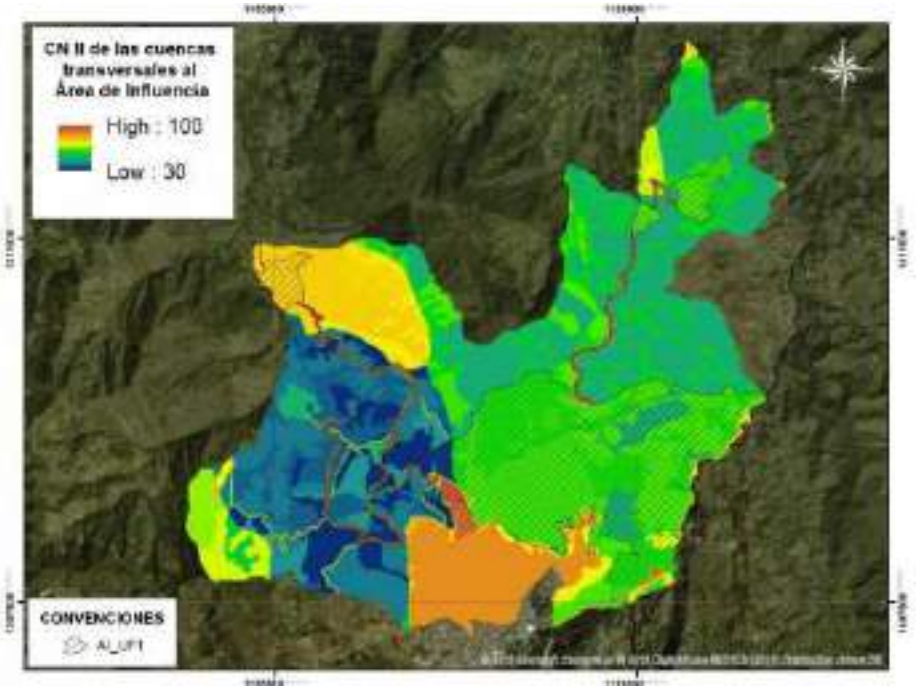
Uso del suelo	CN Grupos de Suelos Hidrológicos - SCS			
	A	B	C	D
Zonas industriales o comerciales	81	88	91	93
Plantación forestal	43	65	76	82
Vegetación secundaria o en transición	36	60	73	79
Tierras desnudas y degradadas	72	82	87	89
Río	100	100	100	100
Red vial	98	98	98	98
Arbustal denso bajo	36	60	73	79
Pastos limpios	39	61	74	80
Bosque de galería y/o ripario	30	55	70	77
Pastos arbolados	32	58	72	79
Zonas comerciales	89	92	94	95
Otros cultivos permanentes arbustivos	72	81	88	91
Tejido urbano discontinuo	57	72	81	86
Construcciones rurales	51	68	79	84
Mosaico de pastos y cultivos	49	69	79	84
Pastos enmalezados	30	48	65	73
Mosaico de pastos con espacios naturales	32	58	72	79
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	32	58	72	79
Explotación de materiales de construcción	72	82	87	89

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Posteriormente fue definido el número de curva de escurrimiento (CN), el cual indica de 0 a 100 la capacidad de infiltración de la unidad resultante de la superposición entre la

clasificación hidrológica del suelo y su uso. El valor máximo indica superficies impermeables por lo tanto allí se genera escorrentía y el valor menor corresponde a superficies que permiten la infiltración de la escorrentía. Los resultados se observan en la Figura 7:

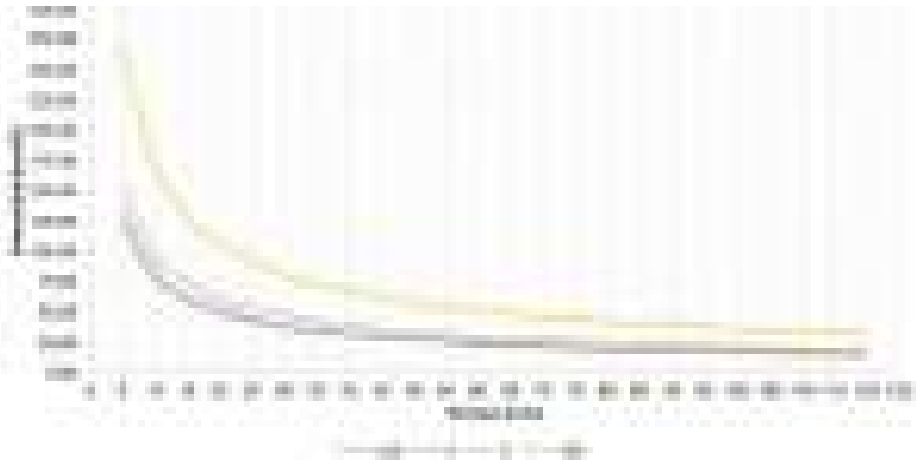
Figura 7 CN del territorio asociado a cuencas transversales al área de influencia UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Por último, se definieron las curvas IDF para los registros de la Estación ISER Pamplona. Figura 8.

Figura 8 Curvas IDF - Estación ISER Pamplona



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno (1,33 – 2 – 5 y 100 años) se relacionan en la Tabla 16:

Tabla 16 Caudales máximos (m^3/s) para Tr. 1,33 - 2 - 5 y 100 años

$Cuenca/Tr$	SCS de Abstracciones				Método Racional				Mediana (Caudal Máximo)			
	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100
Brigthon	1,27	1,41	1,81	4,43	1,67	2,00	2,75	6,46	1,47	1,71	2,28	5,44
El Buque	5,84	6,63	8,75	20,90	8,95	10,55	13,97	29,50	7,39	8,59	11,36	25,20
El Peñón	2,26	2,64	3,80	12,21	3,02	4,00	6,06	15,78	2,64	3,32	4,93	13,99
Hojancha	0,77	0,99	1,66	6,27	1,40	1,93	3,01	8,00	1,08	1,46	2,33	7,13
La Cruz	0,93	1,17	1,87	6,65	1,57	2,11	3,23	8,38	1,25	1,64	2,55	7,52
La Palma	1,15	1,48	2,51	10,45	3,04	4,12	6,34	16,57	2,10	2,80	4,42	13,51
La Reforma	0,74	0,80	1,02	3,16	0,85	1,12	1,73	4,89	0,80	0,96	1,37	4,03
NN-CA-15	1,29	1,47	1,97	4,63	1,30	1,57	2,15	4,70	1,29	1,52	2,06	4,67
NN13	0,26	0,28	0,36	0,71	0,15	0,18	0,24	0,53	0,20	0,23	0,30	0,62
NN15	1,65	1,93	2,70	6,93	1,28	1,67	2,47	6,09	1,47	1,80	2,59	6,51
NN25	3,26	3,66	4,72	10,11	2,65	3,18	4,28	9,13	2,96	3,42	4,50	9,62
NN26	0,87	1,00	1,35	3,25	0,71	0,89	1,27	2,94	0,79	0,95	1,31	3,09
NN27	1,27	1,53	2,23	6,53	1,83	2,33	3,34	7,90	1,55	1,93	2,79	7,21
NN28	0,78	0,89	1,19	2,76	0,56	0,70	0,99	2,31	0,67	0,79	1,09	2,54
NN3	0,89	1,09	1,68	5,50	1,39	1,83	2,73	6,84	1,14	1,46	2,21	6,17
NN30	1,20	1,38	1,86	4,43	0,83	1,06	1,53	3,66	1,01	1,22	1,69	4,04
NN32	0,95	1,11	1,56	4,08	0,94	1,20	1,72	4,06	0,95	1,16	1,64	4,07
NN42	0,77	0,92	1,34	3,94	0,93	1,20	1,75	4,28	0,85	1,06	1,55	4,11
NN7	0,61	0,73	1,07	3,13	0,44	0,61	0,97	2,61	0,52	0,67	1,02	2,87
Sabanetas	2,66	3,09	4,29	11,32	3,78	4,63	6,40	14,32	3,22	3,86	5,35	12,82
Sabanetas-01	0,06	0,07	0,11	0,34	0,02	0,03	0,06	0,21	0,04	0,05	0,09	0,27
Sabanetas-02	0,04	0,05	0,07	0,21	0,00	0,01	0,03	0,10	0,02	0,03	0,05	0,16
Sabanetas-03	0,46	0,54	0,76	1,97	0,13	0,20	0,35	1,05	0,29	0,37	0,55	1,51
Sabanetas-04	0,04	0,05	0,09	0,33	0,01	0,02	0,06	0,21	0,02	0,04	0,07	0,27
Sabanetas-05	0,27	0,31	0,40	0,95	0,22	0,26	0,36	0,80	0,25	0,29	0,38	0,87
Sabanetas-06	0,32	0,35	0,45	0,91	0,26	0,31	0,42	0,87	0,29	0,33	0,43	0,89
Sabanetas-10	0,24	0,26	0,33	0,64	0,20	0,23	0,30	0,60	0,22	0,25	0,31	0,62
Sabanetas-14	1,58	1,77	2,26	4,69	1,41	1,68	2,23	4,62	1,50	1,72	2,25	4,66
Sabanetas-15	2,70	3,12	4,25	10,43	3,43	4,16	5,67	12,24	3,06	3,64	4,96	11,34
San Antonio	1,24	1,59	2,64	9,79	2,98	3,92	5,84	14,50	2,11	2,75	4,24	12,14

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La cuenca que puede lograr mayores caudales (>10 m^3/s) tras eventos extraordinarios de precipitación son el Buque, La Palma, El Peñón, Sabanetas, Sabanetas – 15 y San Antonio.

5.1.5.3.4 Caudales medios

Los caudales medios se definieron mediante dos métodos, Abstracciones de Precipitación del SCS y Balance Hídrico de Thornthwaite obteniendo los resultados de la Tabla 17:

Tabla 17 Caudales medios (l/s) de las corrientes asociadas al área de influencia UF1

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,85	1,18	3,81	9,41	7,16	3,84	2,59	3,37	5,58	10,18	6,58	1,64	4,68
El Buque*	4,39	6,21	22,43	57,95	44,43	22,61	14,52	19,50	34,40	62,37	40,77	8,78	28,20
El Peñón	0,74	1,02	4,50	15,67	10,81	4,55	2,66	3,80	7,66	17,37	9,61	1,48	6,66
Hojancha	0,08	0,10	1,03	7,32	4,56	1,05	0,36	0,72	2,75	8,28	3,87	0,14	2,52
La Cruz	0,15	0,19	1,37	8,11	5,20	1,40	0,56	1,02	3,27	9,11	4,47	0,26	2,93
La Palma	0,56	0,69	3,27	18,95	12,09	3,32	1,53	2,48	7,58	21,33	10,38	0,88	6,92
La Reforma	0,73	0,90	2,00	4,77	3,46	2,01	1,52	1,83	2,71	5,27	3,16	1,11	2,45

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Medio
NN-CA-15	0,21	0,30	1,53	4,80	3,53	1,54	0,87	1,28	2,60	5,21	3,19	0,45	2,13
NN13	0,01	0,02	0,07	0,22	0,16	0,07	0,04	0,06	0,12	0,24	0,14	0,02	0,10
NN15	0,01	0,01	0,80	4,18	2,79	0,82	0,28	0,59	1,83	4,64	2,43	0,04	1,54
NN25	0,34	0,50	2,34	6,90	5,16	2,36	1,38	1,98	3,86	7,47	4,68	0,75	3,14
NN26	0,06	0,09	0,59	2,25	1,59	0,60	0,29	0,47	1,11	2,47	1,41	0,13	0,92
NN27	0,15	0,25	2,23	9,15	6,36	2,26	1,06	1,77	4,38	10,09	5,62	0,43	3,65
NN28	0,05	0,07	0,40	1,53	1,08	0,41	0,20	0,32	0,76	1,68	0,96	0,10	0,63
NN3	0,10	0,16	1,44	7,11	4,72	1,46	0,65	1,11	3,10	7,92	4,11	0,28	2,68
NN30	0,05	0,07	0,55	2,31	1,59	0,55	0,25	0,43	1,09	2,55	1,41	0,10	0,91
NN32	0,08	0,10	0,88	3,65	2,53	0,89	0,41	0,69	1,74	4,02	2,24	0,16	1,45
NN42	0,17	0,21	0,95	4,04	2,75	0,96	0,50	0,77	1,86	4,47	2,42	0,28	1,62
NN7	0,01	0,01	0,18	1,47	0,90	0,19	0,05	0,12	0,53	1,67	0,76	0,02	0,49
Sabanetas	0,65	1,09	6,32	20,14	14,75	6,39	3,58	5,28	10,83	21,91	13,31	1,80	8,84
Sabanetas-01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,02
Sabanetas-02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Sabanetas-03	0,00	0,00	0,02	0,27	0,15	0,02	0,00	0,01	0,07	0,32	0,12	0,00	0,08
Sabanetas-04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01
Sabanetas-05	0,07	0,09	0,25	0,58	0,45	0,25	0,17	0,22	0,36	0,62	0,41	0,12	0,30
Sabanetas-06	0,02	0,04	0,24	0,69	0,52	0,24	0,14	0,20	0,40	0,74	0,48	0,07	0,32
Sabanetas-10	0,03	0,05	0,18	0,45	0,35	0,18	0,12	0,16	0,28	0,48	0,33	0,07	0,22
Sabanetas-14	0,15	0,27	1,51	4,26	3,24	1,53	0,89	1,28	2,46	4,59	2,96	0,45	1,97
Sabanetas-15	0,41	0,80	5,34	16,60	12,31	5,40	2,99	4,45	9,11	18,00	11,14	1,43	7,33
San Antonio*	0,03	0,04	3,48	18,64	12,36	3,54	1,20	2,54	8,01	20,75	10,73	0,20	6,79

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los resultados indican que las corrientes en general son intermitentes, es decir en algunos meses del año no presentan lámina de agua, en general la disminución del caudal es considerable y sus caudales tienen una fuerte dependencia de la precipitación.

5.1.5.3.5 Caudales mínimos

Los caudales mínimos en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación. Tabla 18.

Tabla 18 Caudales mínimos de las corrientes asociadas al área de influencia UF1

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,000	0,000	0,000	0,108	0,120	0,131	0,125	0,137	0,154	0,177	0,007	0,000	0,080
El Buque*	0,000	0,000	0,000	0,397	0,445	0,494	0,469	0,520	0,597	0,706	0,023	0,000	0,304
El Peñón	0,000	0,000	0,000	0,228	0,251	0,275	0,263	0,287	0,322	0,361	0,016	0,000	0,167
Hojancha	0,000	0,000	0,000	0,026	0,029	0,032	0,030	0,033	0,037	0,041	0,002	0,000	0,019
La Cruz	0,000	0,000	0,000	0,051	0,056	0,061	0,059	0,064	0,072	0,081	0,003	0,000	0,037
La Palma	0,000	0,000	0,001	0,186	0,205	0,224	0,215	0,234	0,262	0,294	0,014	0,000	0,136
La Reforma	0,000	0,000	0,000	0,239	0,264	0,289	0,276	0,302	0,338	0,380	0,016	0,000	0,175
NN-CA-15	0,000	0,000	0,000	0,040	0,044	0,048	0,046	0,050	0,056	0,064	0,003	0,000	0,029
NN13	0,000	0,000	0,000	0,005	0,005	0,006	0,005	0,006	0,006	0,007	0,001	0,000	0,004
NN15	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,000	0,000	0,002
NN25	0,000	0,001	0,001	0,027	0,029	0,032	0,031	0,033	0,038	0,044	0,004	0,000	0,020
NN26	0,000	0,001	0,001	0,018	0,020	0,021	0,020	0,022	0,024	0,027	0,004	0,000	0,013
NN27	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,007	0,001	0,000	0,003
NN28	0,000	0,001	0,001	0,024	0,026	0,027	0,026	0,028	0,031	0,034	0,005	0,000	0,017
NN3	0,000	0,000	0,000	0,028	0,031	0,034	0,033	0,035	0,040	0,044	0,003	0,000	0,021
NN30	0,000	0,001	0,001	0,021	0,023	0,025	0,024	0,026	0,028	0,031	0,004	0,000	0,015
NN32	0,001	0,002	0,002	0,032	0,034	0,037	0,035	0,038	0,041	0,046	0,007	0,000	0,023
NN42	0,000	0,000	0,000	0,056	0,062	0,068	0,065	0,071	0,079	0,089	0,004	0,000	0,041
NN7	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,000	0,000	0,002
Sabanetas	0,000	0,000	0,000	0,088	0,097	0,107	0,102	0,111	0,125	0,140	0,006	0,000	0,065
Sabanetas-01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Medio
Sabanetas-02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sabanetas-05	0,000	0,000	0,000	0,020	0,023	0,025	0,024	0,026	0,029	0,033	0,001	0,000	0,015
Sabanetas-06	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
Sabanetas-10	0,000	0,000	0,000	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012	0,013	0,001	0,000	0,006
Sabanetas-14	0,000	0,000	0,000	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016	0,018	0,020	0,001	0,000	0,009
Sabanetas-15	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,015	0,001	0,000	0,007
San Antonio*	0,000	0,000	0,000	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017	0,002	0,000	0,008

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los resultados indican que durante los meses de menor precipitación o bajo influencia del ENSO todas las corrientes a excepción de las de color rojo pierden totalmente la lámina de agua, reforzando de esta manera el argumento de que las corrientes son de naturaleza intermitente.

Por último el análisis de dinámica fluvial se realizó con base en dos imágenes, la primera del año 1992 referenciada IGAC mediante el código C-2498-78, Ortofoto LIDAR Resolución 0.04m y se complementó con la imagen facilitada por Google del año 2018 (Imágenes ©2018 / Airbus, DigitalGloble). Los resultados indicaron que las corrientes tienen una fuerte limitación estructural y geomorfológica beneficiada por escasa precipitación y caudales.

5.1.6 Calidad del agua

Con el fin de determinar las condiciones de condiciones de calidad ambiental, se estableció una campaña de monitoreo a 7 fuentes hídricas interceptadas por el proyecto.

La campaña se realizó durante los días 8 y 9 de marzo de 2018, periodo que corresponde a la transición entre época seca y época de lluvia, en cuyo mes empieza el aumento de las precipitaciones del primer semestre del año. En la campaña se monitorearon cuatro (4) fuentes, debido a que los puntos restantes se encontraron secos (fuente NN-25, NN-25-1 y NN-27-1). La campaña fue ejecutada por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA que cuenta con acreditación del IDEAM mediante la Resolución No. 3698 del 28 de diciembre de 2011 y cuya renovación se dio por medio de la Resolución No. 2085 del 1 de octubre de 2015 del IDEAM.

A continuación, en la Tabla 19 se muestra el índice de calidad del agua de las fuentes monitoreadas, es posible evidenciar que las fuentes que obtuvieron una calificación regular corresponden al Río Pamplonita y la quebrada La Palma.

Tabla 19 Resultados índice de calidad ambiental - ICA e índices de contaminación

ID del punto monitoreado		3	6	7	95
Nombre del punto de monitoreo		P3-UF1	P6-Qda San Antonio	P7-Qda La Palma	Vertimiento UF1
Nombre de la corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Qda La Palma	Rio Pamplonita
Sólidos Suspendidos totales		20	48	32	79
DQO		10	10	19	143
Oxígeno%		83,7	101,7	102,4	93,1
Cond.	Eléctrica	82	141	281	251
pH		6,87	7,29	8,1	7,91
Nitrógeno Total / Fósforo		14,2	32,8	36,5	4,828
Subíndices	SST	1	0,9	0,9	0,8
	DQO	0,91	0,91	0,91	0,125

ID del punto monitoreado		3	6	7	95
Nombre del punto de monitoreo		P3-UF1	P6-Qda San Antonio	P7-Qda La Palma	Vertimiento UF1
Nombre de la corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Qda La Palma	Rio Pamplonita
	%SAT. O2	1,8	1	1	1,9
	C.E	0,8	0,6	-0,1	0,1
	pH	0,9	1	0,7	1
	N/P	0,6	0,15	0,15	0,15
ICA		1	0,75	0,59	0,67
Clasificación		Buena	Aceptable	Regular	Regular
ICOMI		Muy bajo	Bajo	Muy Alto	Bajo
ICOSUS		Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
ICOMO		Medio	Medio	Medio	Alto
ICOTRO		Eutrofia	Eutrofia	Eutrofia	Hipereutrofia
ICOpH		Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Asimismo en la Tabla 19, se presentan otros índices de contaminación como el Índice de Contaminación Por Mineralización-ICOMI, Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos -ICOSUS, Índice de Contaminación por Materia Orgánica- ICOMO, Índice de Contaminación por Trófico – ICOTRO e Índice de Contaminación por pH – ICOPH.

5.1.7 Usos del agua

La caracterización de usos del agua se realizó tanto para las fuentes hídricas superficiales que serán interceptadas (ocupaciones de cauces) y/o para las cuales se solicitará permiso de captación y/o vertimiento requeridos para la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

En el inventario se identificaron 3 captaciones en la quebrada La Palma y quebrada San Antonio y 4 vertimientos asociados al río Pamplonita y a las fuentes NN-26 y NN-25 (ver Tabla 20).

Tabla 20 Inventario de Usos del agua

Nombre Geográfico	Nombre del usuario	Ubicación del usuario		Captación	Vertimiento	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Municipio	Vereda o corregimiento	ID	ID	Este	Norte
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	Sra. Lucia	Pamplona	El Naranjo	C-1		1160832,8	1309996,8
Quebrada San Antonio	Varios - No identificados La captación es realizada por un grupo de usuarios.	Pamplona	Alcaparral	C-2		1158496,8	1309450,7
Quebrada San Antonio	Varios - No identificados La captación es realizada por mangueras presuntamente de habitantes que no residen en las cercanías del punto de captación	Pamplona	Alcaparral	C-3		1159006,0	1309590,8

Nombre Geográfico	Nombre del usuario	Ubicación del usuario		Captación	Vertimiento	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Municipio	Vereda o corregimiento	ID	ID	Este	Norte
NN-26	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-1	1159853,5	1308079,8
NN-25	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-2	1.159.681,2	1307902,4
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-3	1159712,2	1307870,6
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en cercanías al PR72 de la vía existente.	Pamplona	Alcaparral		V-4	1159787,9	1307899,29

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Las captaciones que realizan los usuarios en el área de intervención del proyecto son generalmente de puntos hidrogeológicos. A la altura de la cuenca del río Pamplonita en el área de influencia del proyecto no se identifican captaciones sobre el río. La población manifiesta que el agua no es apta para ningún tipo de consumo, debido al vertido de las aguas de los habitantes del casco urbano de Pamplona.

Es importante señalar a los usuarios identificados en la captación C-2, cuya demanda de agua excede el caudal ecológico durante algunos meses del año, por lo cual, aguas abajo de la quebrada San Antonio, donde se establece el vertimiento de aguas de infiltración del túnel del proyecto (ver capítulo 7. Demanda, punto de vertimiento V13), no se evidenció caudal asociado al cauce durante la visita realizada en campo.

5.1.8 Hidrogeología

El inventario de puntos de agua arrojó los siguientes resultados:

- ✓ Fueron identificados un total de 48 puntos de agua naturales en la zona de influencia de la UF1. Los cuales aportan un caudal total de 11,07 l/s (abr/ago_2018).
- ✓ Se identificaron 8 puntos de agua antrópicos correspondientes a piezómetros, todos ellos ubicados a lo largo de la traza del túnel pamplona.
- ✓ Los puntos de agua naturales inventariados se caracterizan por presentar caudales individuales bajos a muy bajos, todos ellos inferiores a 0,67 l/s. Con excepción de tres puntos que presentan caudales mayores (UF1-P04=1.1l/s, UF1-P09=2.16l/s, UF1-P24=0.903l/s).

Los bajos caudales son indicativos de una circulación poco profunda, presente generalmente en los depósitos cuaternarios y en las zonas alteradas y fracturadas del macizo rocoso.

La previsión del caudal esperado a corto plazo en el túnel pamplona fue realizada aplicando un enfoque analítico a la sectorización hidrogeológica prevista en el modelo geológico,

geomecánico e hidrogeológico de referencia. Estos valores fueron corroborados a través de las simulaciones numéricas realizadas en el túnel.

Para las condiciones de hidráulicas previstas los caudales específicos esperados a corto plazo indica valores que oscilan entre 0.05 y 2.0 l/s/10m, estos valores fueron previstos teniendo en cuenta el escenario que durante la construcción del túnel se intercepten discontinuidades con altos valores de permeabilidad.

5.1.9 Geotecnia

Para la Unidad Funcional 1, la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción y operación de la vía, para lo cual en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica. Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999).

Se realizó una zonificación específica para el túnel, identificando sectores con potenciales comportamientos geomecánicos e hidrogeológicos homogéneos y la estabilidad del macizo en cada sector. Se presenta en primer lugar la zonificación geotécnica del túnel y luego la zonificación geotécnica de la Unidad Funcional 1.

Los materiales que se verán afectados por la excavación del trazado del túnel y la galería de evacuación corresponden a 3 formaciones de edad cretácica y una jurásica, concretamente a la formación Capacho, hasta la progresiva K58+885, a la formación Aguardiente, desde la anterior progresiva y hasta la K59+200, desde este punto y hasta K59+930 a la formación Tibú y Mercedes, y, a partir del K59+930 a la formación Girón de edad jurásica. También se afectará a materiales cuaternarios y horizontes de meteorización del sustrato, en especial en los portales. En la clasificación por tramos se ha considerado la clasificación geomecánica, Índice Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial). Tabla 21.

Tabla 21. Sectorización Túnel de Pamplona

Parámetro	Sector
Pk	5920 60 | 5940 60 | 5940 20 | 5940 40 | 5940 60 | 59470 | 5980 60 | 5980 40 | 5980 20 | 5980 00 | 59550 | 59630 | 59640 | 5980 60 | 5987 00 | 5947 95 | 5987 55 | 5987 03 | 60270 | 60220 | 5989 55 | 59968 - 60120
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Areniscas	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas carbonosas/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Zona de transición	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas, calizas y conglomerados	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas muy alteradas	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Areniscas/ Zona de fractura	Fm Girón (Jg) Arenisc. mem (GM M)
Longitud	10 | 20 | 15 | 25 | 10	30	10 | 10 | 22 | 10	72	10	20	40 | 15 | 10 | 25 | 23	144	15 | 25	100
Monitoreo	200	310	324	300	210	200	200	100	70	70
Dominio geomecánico	Dominio 3 (E 080.32, N 192.77, 2.271160, N 312.92)									
RMR Bieniawski	70-60 (38%), 60-50 (54%), 50-40 (2%) 40-30 (3%)	60-50 (50%), 50-40 (40%), 40-30(10%)	70-60 (15%), 60-50 (50%), 50-40 (15%), 40-30 (20%)	60-50(31%), 50-40(31%), 40-30 (38%)	<30 (100 %)	60-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (20%), 40-30 (68%)	<30 (100%)	60-50 (50 %), 50-40 (-0%), 40-30 (25 %), <30(20%)	<30(100 %)
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivo)									
RMR corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)	50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	60-50 (10%), 50-40 (30%), 40-30 (12%), <30(30%)	50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	>30 (100 %)	<30 (100%)	50-40 (-5%), 40-30 (20%), <30(85%)	<30 (100%)	50-40 (30%), 40-30 (25%), <30(45%)	<30(100 %)
Densidad aparente (KN/m3)	26	24,4	26	24.4	26	24.4	26	24.4	26	19.4
Resistencia a compresión simple (RF_c)	70	62	72	10	70	10	70	10	70	
σci (MPa)	8.937-19.270	3.945-4.76	7.094-19.270	3.945-1.76	7.65-4	3.945-1.111	7.094-19.398	6.945	7.094-19.398	
Ei (MPa)	2268.14-12691.39	709.39-3165.72	1197.11-12691.39	709.39-3165.72	1197-11	709.39-1662.61	1197.11-8166.61	762.65	1197.11-8166.61	
σci/P0	1.655-3.229	0.159-0.351	1.316-3.31	0.157-0.325	1.43-1	0.159-0.331	1.47-3.301	0.317	0.317-2.45	

Parámetro	Sector

PK	58730	58830	58860	58900	58910	58930	58960	58980	59010	59040	58870	59120	59140	59160	59200	59240	59300	59320	59340	59360	59380	59390
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm.Aguardiente (Kia). Arenosas						Fm Aguardiente (Kia) Arcillolitas	Fm.Aguardiente (Kia) Arenosas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Arenosas					Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras
Longitud	120	10	40	10	20	35	11	32	16	23	30	28	60	12	17	30	11	16	14	20	7	38
Monarca	58	58	54	60	174						400	218				224	229					280
Dominio estructural	Dominio 1 (F.152/10)		Dominio 2 (F.143/57)		Dominio 3 (F.166/65; J1.180/27; J2.27/66; J3.152/65)																	
RMR Básico	<30 (100%)		30-39 (12%) 30-40 (27%), 40-50 (49%), <30 (23%)	<30 (100 %)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (24%), 40-30 (21%)						50-39 (23%) 50-40 (39%), 40-30 (38%), <30(21)	60-50(14%),70-50 (23%) 60-50 (22%),50-40 (34%) 40-30 (7%)				30-50 (36%), 50-40 (54%), 40-30 (10%)	70-60 (20%), 60-50 (35%), 50-40 (21%) 40-30(5%)					60-50 (45%), 50-40 (55%)
Corrección por RMR	-5				10 (excavación en sentido avance progresivo)											10 (excavación en sentido avance progresivo)						
RMR Corregido	<30 (100%)		30-39 (8%), 50-40 (28%), 40-50 (41%), <30 (23%)	<30 (100 %)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (24%), <30(14%)						50-40 (27%), 40-30 (19%), <30(54)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				30-40 (22%), 40-30 (36%), <30(42%)	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)					60-40 (23%), 40-30 (29%), <30(48%)
Densidad aparente (KN/m³)	26				26						25,4	26				25,4	26					25,4
Resistencia a la compresión simple (MPa)	7				30						10	70				10	70					10
E_{roc} (MPa)	0.414	0.414	0.414-0.917	0.41 4	7.865-10.275						0.980-1.76	9.537-24.50				0.848-1.76	9.537-10.275					1.115-1.76
E_m (MPa)	131.0 6	131.06	131.06-666.22	131. 66	1197.11-12834.36						735.06-5469.72	2356.14-16.127				752.80-5469.72	2356.14-12834.36					1512.64-5469.72
ν_{roc}	0.300	0.300	0.307-0.470	0.27 6	1.054-1.251						0.170-0.364	0.153-0.308				0.155-0.323	1.876-2.352					0.168-0.314

Parámetro	Sector

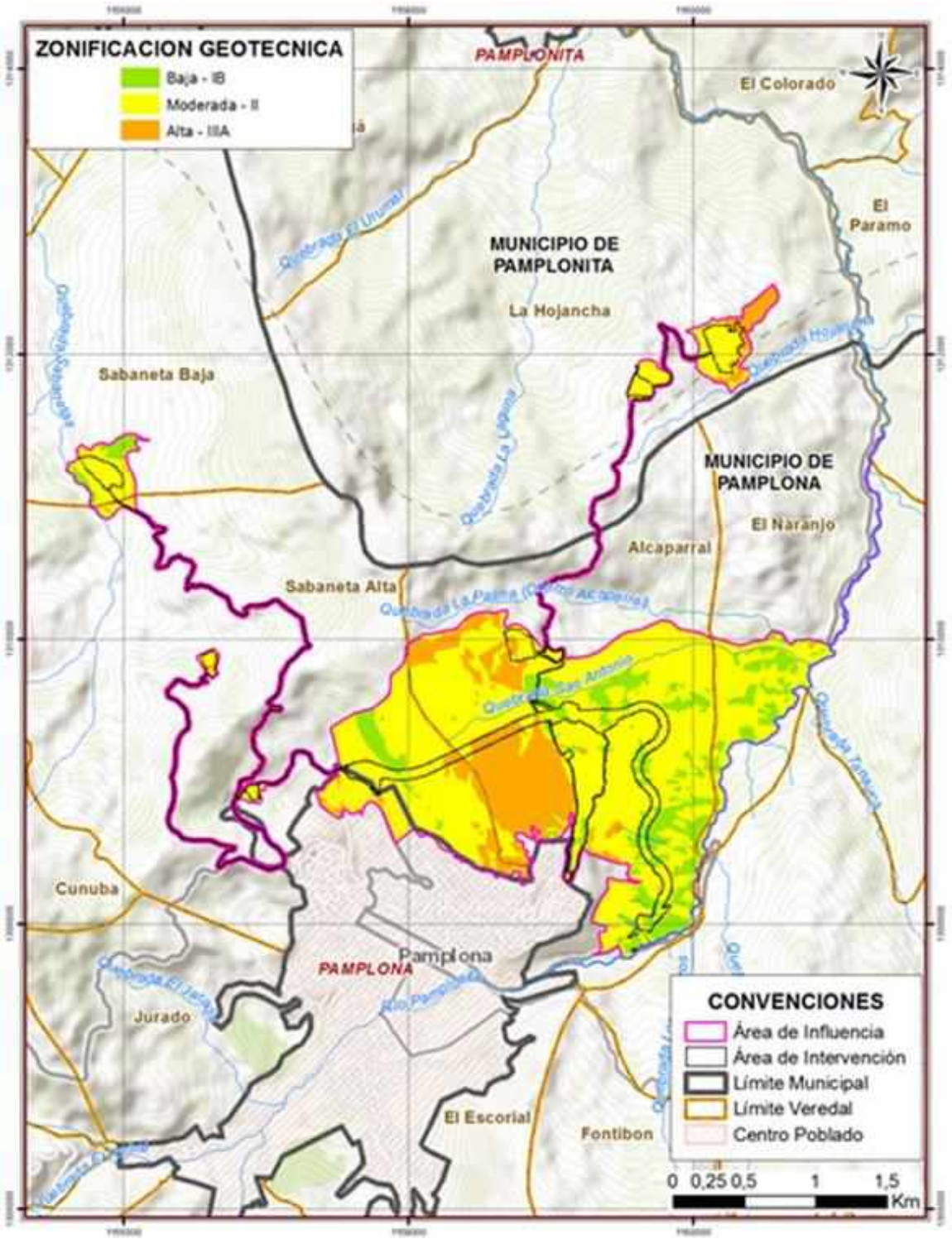
Pk	50	566	178	209	25 5	23 5	26 6	28 6	30 6	33 5	360	40 5	42 4	45 7	51 1	540	580	618	630	660
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm Aguardiente (Kia). Areniscas						Fm Aguardiente (Kia). Arcillolitas	Fm Aguardiente (Kia). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas			Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras
Longitud	115	10	38	18	20	11	38	10	29	25	45	18	35	54	29	50	38	21	31	40
Montaña	64	58	58	54	180						384	220				220	234			234
Dominio estructural	Dominio 1 (E:232;30)		Dominio 2 (E:249;57)		Dominio 3 (E:060/32; 71:192/77; 42:271/69; 49:332/62)															
RMR Básico	<30 (100%)		50-60 (12%), 40-50 (21%), 30-40 (44%), <30 (23%)	<30 (100%)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (34%), 40-30 (21%)						60-50 (15%), 50-40 (18%), 40-30 (22%), <30(45%)	60-50(11%),50-40 (23%), 50-40 (34%), 40-30 (1%)				60-50 (35%), 50-40 (40%), 40-30 (25%)	70-60 (20%), 60-50 (55%), 50-40 (20%)			60-50 (65%), 50-40 (35%)
Corrección RMR	-5				-10 (excavación en sentido avance progresivo)											-10 (excavación en sentido avance progresivo)				
RMR Corregido	<30 (100%)		50-60 (8%), 50-40 (25%), 40-30 (41%), <30 (26%)	<30 (100%)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (31%), 40-30 (34%), <30(14%)						50-60 (31%), 40-30 (19%), <30(50)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				50-40 (20%), 40-30 (55%), <30(25%)	50-60 (20%), 50-40 (75%)			50-40 (20%), 40-30 (35%), <30(45%)
Densidad aparente (KN/m³)	25				26						24.4	26				24.4	26			24.4
Resistencia a Compresión simple (MPa)	7				70						10	70				10	70			10
s_{ci} (MPa)	0.414	0.414	0.414	0.414	7.654-16.275						0.848-1.76	0.937-24.80				0.848-1.76	0.937-19.272			1.119-1.76
E_{ci} (MPa)	130.69	130.69	130.69	130.69	3197.11-12834.39						783.28-5469.12	2288.14-12834.39				[5013.56-5469.12]	2288.14-12834.39			[502.64-5469.12]
m_{ci} (Pi)	0.250	0.250	0.241	0.228	1.639-6.110						0.17-0.261	1.632-6.183				0.15-0.211	1.632-3.183			0.196-0.308

Pk	700		721	745	760	815	830	860	940
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas	Zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Areniscas, calizas y conglomerados
Longitud	21	24	15		35	35	10	30	25
Montaña	234				228	236	222	220	210
Dominio estructural	Dominio 3 (E:060/32; 71:192/77; 42:271/69; 49:332/62)								
RMR Básico	70-60 (20%), 60-50 (60%), 50-40 (20%)				60-50 (54%), 50-40 (50%)	60-50 (10%), 50-40 (56%), 40-30 (10%), <30(30%)	<30 (100%)	40-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (23%),40-30 (52%)
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivo)								
RMR Corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)				50-40 (20%), 40-30 (27%), <30(48%)	50-40 (40%), 40-30 (60%)	<30 (100%)	<30 (100%)	50-40 (10%), 40-30 (20%), <30(65%)
Densidad aparente (KN/m³)	26				24.4	26	23	24.4	26
Resistencia a compresión simple (MPa)	70				10	70	70	10	30
s_{ci} (MPa)	0.937-19.272				1.11-2.20	7.654-19.358	7.654	0.848-1.111	0.654-12.429
E_{ci} (MPa)	2288.14-12834.39				1502.64-5469.22	5197.11-6155.81	5197.11	783.28-1502.64	5197.11-6471
m_{ci} (Pi)	1.639-6.198				0.2-0.316	1.364-2.62	1.026	0.158-0.207	1.464-2.279

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

En cuanto al Área de influencia de la Unidad Funcional 1, la zonificación geotécnica se dividió en cinco categorías de amenaza, que van desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados. Figura 9 y Tabla 22.

Figura 9 Mapa de zonificación geotécnica UF 1



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Tabla 22 Zonificación geotécnica

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
IIIB	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa, relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.	0
IIIA	Baja	Alta	Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	100.12
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.	347.25
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.	99.51
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.	0

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.10 Atmósfera

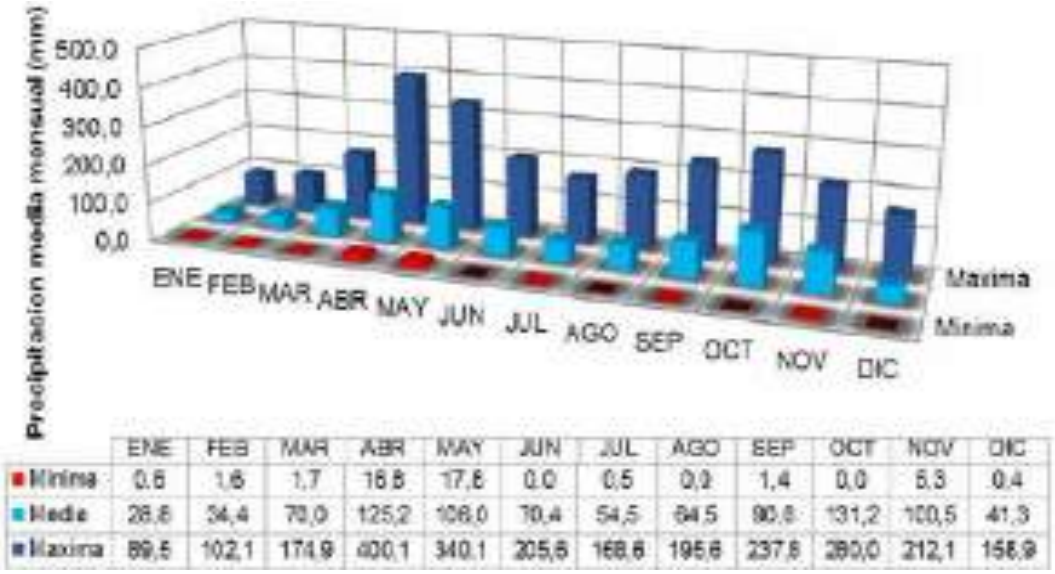
5.1.10.1 Meteorología

Los datos de mayor significancia con relación al carácter del proyecto son el régimen de precipitación y la clasificación climática del área de influencia, puesto que la primera es insumo para definir caudales, amenaza por inundación y por avenidas torrenciales, el segundo debido a que es un insumo fundamental para la definición de los ecosistemas asociados al área de influencia. Por lo tanto, las conclusiones al respecto son las siguientes:

5.1.10.1.1 Precipitación

La precipitación media mensual multianual indica que los meses con mayor precipitación son abril y octubre, los periodos descritos con alta pluviosidad son los mismos indicados para la precipitación media diaria (abril – mayo y septiembre – noviembre), sin embargo hay una diferencia a esta escala (precipitación media mínima) y es que durante el periodo entre las dos temporadas de lluvias, es decir, entre junio –agosto puede llegar a ocurrir una temporada de escazas, hasta ausentes lluvias, escenario tal de un año o temporada con eventos extremos tal como un año bajo la influencia del fenómeno de El Niño. Figura 10.

Figura 10 Histograma para la precipitación media mensual (mm)



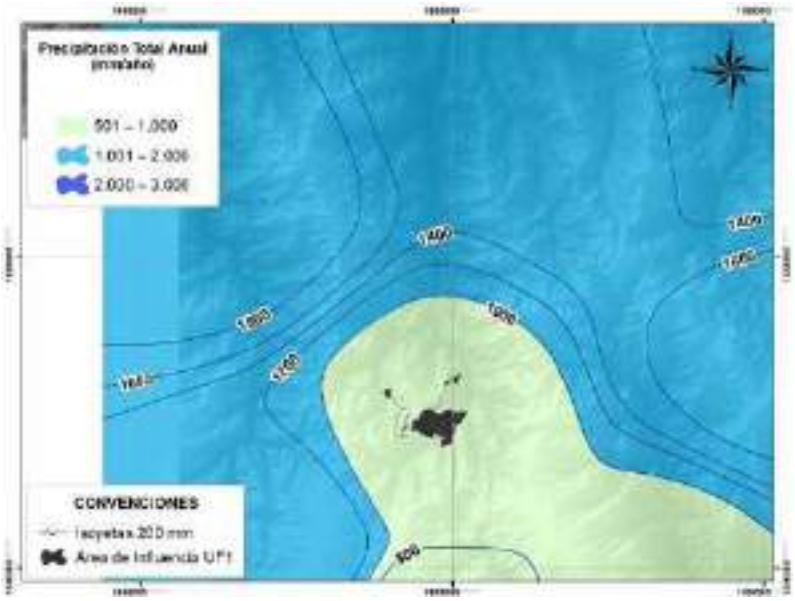
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Minima	0,6	1,6	1,7	16,6	17,6	0,0	0,5	0,9	1,4	0,0	5,3	0,4
Media	28,6	34,4	70,0	125,2	106,0	70,4	54,5	64,5	90,6	131,2	100,5	41,3
Maxima	89,5	102,1	174,9	400,1	340,1	205,6	168,6	195,6	237,6	280,0	212,1	156,9

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Los resultados indican que el área de influencia de las 15 estaciones cuenta con tres denominaciones por precipitación (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I.Sinchi, IIAP, 2007): muy seco (de 501 a 1000 mm/año), seco (de 1001 a 2000 mm/año) y húmedo (de 2001 a 3000 mm/año). Los sectores con menor precipitación (muy seco) se encuentran al norte hacia los municipios Cúcuta y Los Patios, y al sur hacia el municipio Pamplona, donde se ubica el área de influencia de la UF1. El sector con mayor precipitación es Carmen de Tonchalá occidente del municipio Cúcuta. El territorio restante y mayoría de área corresponde a denominación “seco”.

De acuerdo con las isoyetas la precipitación total anual promedio asociada al área de influencia de la UF1 es 1000 mm/año.

Figura 11 Isoyetas (200mm)

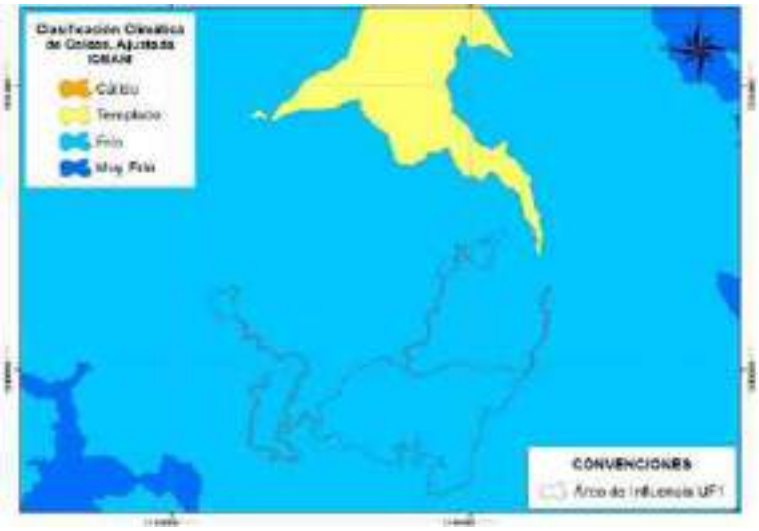


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.2 Clasificación Climática

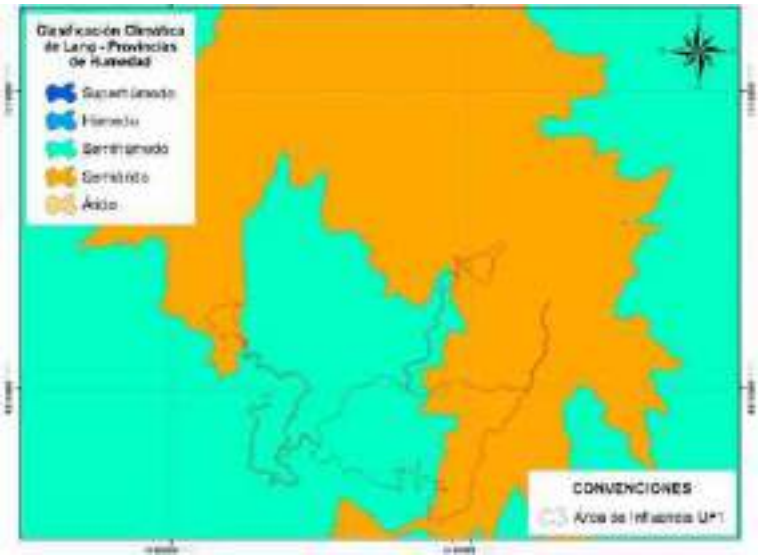
Fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018) y la clasificación de Lang (1915). Los insumos para la clasificación son elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (ºC).

Figura 12 Denominación termal - Clasificación de Caldas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 13 Provincias de humedad de Lang



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.2 Calidad de Aire

El muestreo de calidad de aire se realizó entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 01 de octubre de 2015, extendida en la resolución 0918 del 17 de mayo de 2016, bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 (Ver anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta A - Anexos aire).

El estudio de calidad del aire fue realizado durante los meses noviembre y diciembre, bajo vigencia de Resolución 610 de 2010, sin embargo, en la elaboración de esta caracterización se consignan los resultados del muestreo a través de una comparación con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental vigente a la fecha de entrega de este estudio, contenida en la Resolución 2254 de 2017.

La excepción a la comparación se presenta en el parámetro NO_2. El monitoreo de este parámetro se realizó bajo medición diaria, tal como lo establece la Resolución 610 de 2010, por lo tanto, no se compara con la medición horaria, estipulada en la Resolución 2254 de 2017. A continuación, en la Tabla 23 se muestran los resultados obtenidos, comparando con el respectivo límite normativo, señalado anteriormente.

Tabla 23 Resultados obtenidos vs niveles máximos

Contaminante	Nivel Máximo Permisible ($\mu g/m^3$)	Tiempo de exposición	Resultado promedio del monitoreo (µg/m3)		
			Estación 1 Colegio	Estación 2 Los Adioses	Estación 3 Simón Bolívar
PM-10	100	24 horas	25,2	18,8	13,1
SO_2	50	24 horas	48,6	49,5	50,3
NO_2	150	24 horas	40,1	20,8	15,2
CO	35000	1 hora	525	592,26	203,41

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

De acuerdo con la Tabla 23, se puede decir que ninguno de los resultados obtenidos para todos los parámetros evaluados sobrepasa los niveles máximos permisibles establecidos por la normatividad.

5.1.10.2 Ruido

La evaluación de ruido ambiental para el área de influencia de la unidad funcional 1 se realizó en el mes de noviembre de 2017. Esta se ejecutó bajo los lineamientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Para el análisis se ubicaron tres (3) puntos de monitoreo en horario diurno y nocturno y en jornadas de día hábil y no hábil, lo anterior fue desarrollado por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA el cual se encuentra acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 de 01 de octubre de 2015 bajo la norma NTC/IEC 17025:2005.

Tabla 24 Resultados monitoreo ruido vs niveles máximos permisibles por

ID	Nombre del punto	Sector	Porcentaje de trasgresión			
			Día hábil diurno	Día hábil nocturno	Día no hábil diurno	Día no hábil nocturno
P01	R01	C	-12,10%	20,70%	-10,40%	-10,40%
P02	R02	D	-0,40%	80,00%	1,80%	1,80%
P03	R03	D	-2,40%	25,80%	9,10%	9,10%

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 24, es posible concluir:

- El único horario que no trasgrede los niveles de ruido establecidos según normatividad, en ninguno de sus puntos, es el horario diurno hábil (Resolución 0627 de 2006).
- Además de lo anterior, el punto R01 en horario diurno no hábil no sobrepasa el valor máximo permisible. Los demás puntos trasgredieron los valores, según normatividad, de acuerdo con el sector en el que se clasifican.
- Respecto a los demás horarios, tales como hábil nocturno, y no hábiles (diurno y nocturno), el punto R01 reporta los mayores niveles de ruido en decibeles, sin embargo, es el que menos porcentaje de trasgresión presenta sobre el límite normativo, basado en su clasificación dentro del sector C, que establece unos niveles permitidos más altos que los límites establecidos en el sector D, donde se clasifican los puntos R02 y R03.
- Los puntos R02 y R03 tienen valores similares de trasgresión sobre la normatividad, a excepción del día hábil nocturno, en cuyo R02 se presenta el mayor valor sobrepasado, con el 80% sobre la norma.

Durante el horario no hábil diurno se presentan los menores valores de trasgresión en todos sus puntos.

5.2 Medio Biótico

5.2.1 Flora

Dentro del área de influencia de la Unidad Funcional 1, se identificaron 28 ecosistemas terrestres, de los cuales 6 corresponden a ecosistemas naturales:

- Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

- Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental
- Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Estos ecosistemas fueron objeto de análisis desde el punto de vista florístico y estructural, donde se establecieron un total de 28 parcelas de vegetación.

Como resultado de la caracterización florística, se encontró que las áreas naturales del AI, presentan un alto estado de intervención, albergando especies foráneas, como *Alnus acuminata* y *Fraxinus chinensis,* en el bosque ripario y/o galería y *Pteridium arachnoideum* (helecho marranero), en el ecosistema de Herbazal denso de tierra firme, especie típica de áreas perturbadas. Otras especies con importancia ecológica son *Piper hispidum*, *Dodonaea viscosa*, *Ochroma pyramidale*, *Miconia amblyandra*, *Salix humboldtiana* y *Lippia schlimii.* En ecosistemas antrópicos, las especies más representativas son *Eucalyptus globulus*, *Cupressus sempervirens* y *Acacia melanoxylon.*

Se registraron 6 especies endémicas, *Calea peruviana, Clusia inesiana, Lourteigia stoechadifolia, Miconia amblyandra, Miconia aguirrei* y *Oreopanax gargantae*, adema de 1 especie en veda Nacional*, Juglans neotropica*.

En cuanto a la flora epifita, se registraron en total 16 especies, de las cuales 12 son de hábito epífito, y 4 de hábito terrestre. La familia Bromeliaceae registró doce (12) especies en (2) dos géneros y para Orchidaceae se reportaron tres (3) especies con el mismo número de géneros, la familia Orchidaceae se reporta en el apéndice II de CITES.

En cuanto a las especies no vasculares y líquenes se registraron en total 70 especies distribuidas en los siguientes grupos; Hepáticas ocho (8) especies en tres (3) familias, líquenes 47 especies en 20 familias y Musgos 15 especies en 8 familias. Sobre estas especies se solicitó levantamiento de veda Nacional, de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA.

El análisis de fragmentación se realizó sobre escenarios: sin proyecto y con proyecto, con respecto al indicador de contexto paisajístico, se calculó para el escenario sin proyecto de 0,36 el cual indica que la fragmentación del escenario SIN proyecto es FUERTE. Para el escenario Con Proyecto, el cálculo de este indicador es de 0,35, lo cual indica que la fragmentación de los ecosistemas continúa siendo FUERTE. Los ecosistemas con mayor fragmentación son el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental y el Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

En cuanto a Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas en el Área de Influencia, se presenta confluencia con áreas del Sistema Regional de Áreas Naturales Protegidas (SIRAP) de Norte de Santander, en 70,98 ha del AI.

Así también se con áreas de conservación y protección ambiental establecidas en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio Pamplonita, en 67,11ha del AI y 2,55 ha del

Área de Intervención. Finalmente, con Áreas de conservación y protección ambiental, establecidas en el PBOT del municipio de Pamplonita y Pamplona, en 182,48 ha del AI.

No se presenta concurrencia con Áreas Protegidas Nacionales, Reservas Forestales, ecosistemas de Bosque Seco Tropical, Paramos ni Prioridades de Conservación.

5.2.2 Fauna

La caracterización de la fauna para el área de influencia de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se realizó entre el 11 y el 13 de noviembre del 2017, según las metodologías definidas para la caracterización de fauna (ver Capítulo 2 Generalidades), amparadas en el permiso para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales otorgado por Resolución 00168 del 13 de febrero de 2017.

El área de influencia de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se caracterizó por la presencia de las coberturas de Bosque de galería y ripario, Arbustal denso bajo, Arbustal denso alto, Herbazal denso de tierra firme con arbustos, Mosaico de pastos con espacios naturales, Mosaicos de pastos y cultivos, Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Pastos limpios, Tejido urbano continuo, Construcciones rurales y Red vial.

Siendo así las cosas, para realizar los muestreos de fauna silvestre se agruparon dichas coberturas en: Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación (con formados por Red vial, Tejido urbano discontinuo, Construcciones Rurales y Zonas comerciales); Pastos y Áreas agrícolas heterogéneas (conformados por Pastos limpios, Pastos arbolados, Pastos enmalezados y Mosaico de pastos con espacios naturales, respectivamente); Bosques (Bosque de galería y ripario) y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Arbustal denso bajo, Arbustal denso alto, Herbazal denso de tierra firme con arbustos).

Teniendo en cuenta lo anterior, los esfuerzos de muestreos empleados por grupo biológico durante para la caracterización de la fauna silvestre para el área de influencia fueron:

Tabla 25 Esfuerzos de muestreos empleados por grupo biológico

Grupo Biológico	Método de muestreo	Fórmula	Esfuerzo de muestreo
Anfibios	Transectos	#Horas x #Tiempo invertido x #Hombres	24 horas-hombre
Reptiles	Transectos	#Horas x #Tiempo invertido x #Hombres	24 horas-hombre
Aves	Recorridos de observación	Kilómetros*hora= ∑ [(L)*(t)].	168 horas - hora
	Redes de niebla	(Total metros redes/ 12 metros) * Total horas	40 horas -red
Mamíferos	Trampas Sherman	No. Trampas x No. de días	150 trampas-noche
	Redes de niebla	No. redes x No. de días	6 redes-noche
	Cámaras trampa	No. Cámaras x No. de días	30 trampas-noche
	Recorridos	No. Horas x No. de Días	80 horas/hombre

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Así mismo, la efectividad del muestreo por grupo bilógico se puede observar en la Tabla 26:

Tabla 26 Efectividad de muestreos empleados por grupo biológico

Grupo Biológico	Estimadores de riqueza esperada	Chao1	Chao2	ICE	Bootstrap
Anfibios	Especies esperadas	-	3	-	3,31
	Especies observadas	-	3	-	3
	Porcentaje	-	100%	-	90,63%
Aves	Especies esperadas	-	44,64	-	37,08
	Especies observadas	-	31	-	31
	Porcentaje	-	69%	-	83%
Mamíferos	Especies esperadas	-	-	5,79	4,81
	Especies observadas	-	-	7	7
	Porcentaje	-	-	70%	83%

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Ahora bien, los estimadores numéricos se ven afectados por los valores de riqueza, por las abundancias y la duración del muestreo, y basado en esto, el valor resultante es una muestra de los datos obtenidos de acuerdo a lo realizado en campo dado el tiempo invertido y la riqueza encontrada. Se consideró prudente no llevar a cabo los análisis estadísticos de la diversidad de reptiles, ya que las abundancias de cada una de las especies se reducen a una sola por especie.

Dadas las características de la vegetación en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona y las encuestas realizadas, la comunidad no identifica muchas más especies de reptiles diferentes a las observadas durante los recorridos. Aunque la diversidad de reptiles en las zonas medias y altas no se destaca por tener grandes números, teniendo en cuenta la lista de especies potenciales cabe la posibilidad de que se puedan registrar algunas especies más; sin embargo, hay que tener muy en cuenta el alto grado de intervención antrópica que se registra en el área de influencia del proyecto.

Dentro del área de estudio se evidenciaron varias actividades que podrían estar ejerciendo una presión sobre la fauna silvestre, entre estas se destacan la ganadería, la agricultura de grandes cultivos de durazno, minería de carbón, tala, quema y actividades asociadas a el transporte terrestre. Las actividades en mención generan desechos contaminantes, acumulación de residuos, deforestación, atropellamiento, pérdida de hábitats para las especies y cambios en las variables ecológicas y ambientales de los ecosistemas.

Durante la caracterización de la fauna silvestre para el área de influencia, se registraron tres (3) especies de anfibios, tres (3) especies de reptiles, 31 especies de aves y siete (7) especies de mamíferos mediante las metodologías enlistadas en la en la Tabla 26.

Ahora bien, de las especies reportadas a continuación se enlistan aquellas que presentan algún tipo de amenaza a nivel nacional como internacional y/o endemismo, ver Tabla 27:

Tabla 27 Especies de fauna silvestre reportadas con algún tipo de amenaza a nivel nacional como internacional y/o endemismo

Grupo Biológico	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Distribución	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo
ANFIBIOS	*Tachiramantis douglasi*	Rana	End	-	VU	-	-
	Dendropsophus molitor	Rana	End	-	-	-	-
MAMÍFEROS	*Cerdocyon thous*	Zorro perruno	-	II	LC	-	-

Grupo Biológico	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Distribución	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo
	Mazama rufina	Soche de páramo	C-End	-	VU	-	-
AVES	*Colibri coruscans*	Colibrí Chillón	-	II	LC	-	-
	Chlorostilbon poortmani	Esmeralda Rabicorta	C-End	II	LC	-	-
	Elanus leucurus	Gavilan Maromero	-	II	LC	-	-
	Buteo platypterus	Gavilan Aliancho	-	II	LC	-	-
	Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	II	LC	-	-
	Tangara vitriolina	Tangara Rastrojera	-	-	LC	-	-
Convenciones:							
Tipo de Distribución: End: Endémica, C-End: Casi Endémica							
CITES: Apéndice I: I, Apéndice II: II, Apéndice III: III.							
Amenazas: IUCN- RESOLUCIÓN 1912/2017 y Libro Rojo (2006): CR: En Peligro Crítico, EN: En peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi amenazado, LC: Preocupación menor, DD: Datos deficientes							

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Así mismo, la caracterización de la fauna silvestre permitió el registro de cuatro (4) especies de aves migratorias (Tabla 28), las cuales se asociaron a las bosques y áreas semi naturales presentes en el área de influencia, por ende, estas coberturas vegetales cumplen la función de corredores de movimiento para estas especies. No se debe descartar que las Áreas agrícolas heterogéneas por presentar arboles dispersos o con algún tipo de cobertura arbórea, también juegan un papel importante como zonas de paso, para las aves que fueron registradas.

Tabla 28 Especies de fauna silvestre migratoria reportadas

Grupo Biológico	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilan Aliancho
	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	Elaenia Montañera
	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Verderón Ojirrojo
	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Abejera

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

5.2.3 Ecosistemas acuáticos

Para la caracterización del componente biótico en lo relacionado con los ecosistemas, acuáticos del Área de Influencia de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta UF1, se caracterizaron las comunidades hidrobiológicas de fitoplancton, Perifiton, zooplancton, Macroinvertebrados acuáticos, Macrófitas y peces. El periodo hidrológico de la caracterización correspondió a la temporada de transición sequia a lluvia, bajo el permiso de investigación otorgado a Concol Consultores S.A.S, resolución 00168 del 13 de febrero del 2017.

Dentro del ensamblaje del Perifiton, se registraron 13 especies, donde la clase con mayor abundancia correspondió a Bacillariophycea (10 spp), siendo los órdenes con mayor abundancia los naviculales (35,05%) y Melosirales (33,45%); al nivel específico de especie, hubo una dominancia por parte de los géneros Melosira, *Nitzschia* y *Navicula*.

El grupo del fitoplancton, presentó una riqueza de nueve (9) especies, representadas en tres (3) clases (4), siete (7) órdenes y ocho (8) familias. A nivel de clase, la de mayor representación fue el conjunto de las diatomeas (Bacillariophyceae), con cinco morfoespecies. A nivel de especies, *Melosira* sp., *Navicula* sp y *Oscillatoria* sp, fueron las de mayor abundancia y frecuencia de ocurrencia, siendo especies bioindicadoras de aguas eutróficas.

El ensamblaje de zooplancton presentó valores bajos de abundancia y riqueza, siendo esta una tendencia general para los ecosistemas lóticos tropicales. En total, fueron identificadas nueve (9) morfoespecies, distribuidas en cuatro (4) clases, cuatro (4) órdenes y seis (6) familias. La mayor riqueza a nivel de clase se presentó para Lobosa con cuatro (4) especies, Filosia y Monogonta con dos (2) especies. La mayor abundancia y frecuencia de ocurrencia se presentó por parte de la especie *Arcela* sp.

Los macroinvertebrados acuáticos, estuvieron representados por una riqueza específica de 21 especies, las cuales corresponden taxonómicamente a cuatro (4) phyllum, siete (7) clases, 13 órdenes y 19 familias, constituyendo el grupo hidrobiológico más representativo. La clase Insecta fue la de mayor abundancia y riqueza. Por su parte, los órdenes Haplotaxida y Diptera presentaron la mayor abundancia con 15,49% y 25,24 respectivamente. Finalmente, las especies con mayor predominancia frente a las demás fueron Naididae Mf1 y Chironomidae Mf1, estas morfoespecies fueron las de mayor abundancia y frecuencia de ocurrencia.

Para el grupo de Macrófitas se registraron tres (3) especies, pertenecientes a la clase Magnoliopsida, las cuales corresponden taxonómicamente a tres (3) órdenes y tres (3) familias.

Por último, para el grupo de peces, mediante información secundaria se reportaron 59 especies, distribuidos en cuatro (4) órdenes, 14 familias y 35 géneros.

5.3 Medio Socioeconómico

5.3.1 Participación y socialización con las comunidades

Este primer acápite del medio socioeconómico da cuenta del proceso de participación y socialización del proyecto “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 variante Pamplona”, en el que se involucra a las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia, los grupos de interés y las autoridades municipales y departamentales, a través de mecanismos y estrategias que están de acuerdo con lo establecido por los Términos de Referencia y demás aspectos normativos concordantes con los lineamientos de participación.

Las unidades territoriales mayores del área de influencia son Pamplona y Pamplonita y las menores corresponden a los barrios El Buque, San Luis y Simón Bolívar y las veredas Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, Ulagá Baja, Sabaneta Baja y La Hojancha, esta última, en jurisdicción del municipio de Pamplonita.

Es así como se presentan las fases del proceso de participación y socialización. En la primera de estas se realizan las reuniones de inicio que incluyen la presentación del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental.

Respecto a los temas de interés prioritario por parte de las comunidades, se resaltan los siguientes:

i. Localización del proyecto e infraestructura asociada: Fueron recurrentes las preguntas relacionadas con las zonas donde se realizarían obras como el túnel y la posible interferencia que esto podría generar con los acuíferos de la zona y los acueductos comunales de veredas y barrios aledaños, la comunidad también preguntó en reiteradas ocasiones donde quedarían ubicadas las zonas de las ZODMES y como se darían los procesos de negociación con los propietarios.
ii. Uso de vías de acceso veredales y barriales: El tema de los accesos fue recurrente por parte de las comunidades, haciendo énfasis en la importancia de adecuar estos y mantener todas las conexiones actuales. Lo anterior, debido a que las Juntas de Acción Comunal habían gestionado la cimentación y construcción de placa huellas en la vía que podrían verse afectadas por el paso de estos vehículos, o también el mal estado de algunas vías que no aguantarían ese tráfico pesado.
iii. Vinculación de mano de obra: La comunidad se mostró muy interesada en ser vinculada laboralmente al proyecto, así como sobre la posibilidad de ofrecer productos y servicios al mismo, de esta forma se mencionaron los canales de comunicación con la comunidad y se motivó a la gente para que existiera un dialogo abierto con el proyecto y la posibilidad de inscribirse en las bases del proyecto para poder ser vinculados
iv. Inicio del proyecto: Se consultó de manera reiterada por el inicio de obras y la terminación de este.

5.3.2 Componente demográfico

El componente demográfico permite identificar algunos aspectos de interés con relación al estado actual de las zonas urbanas del municipio y unidades territoriales menores de interés.

En primera instancia, cabe mencionar que la dinámica de poblamiento de los municipios de Pamplona y Pamplonita ha estado influida por distintos aspectos históricos y actuales. Entre ellos, la industrialización de la economía, la migración de ciudadanos venezolanos, la importancia de la Universidad de Pamplona en el contexto nacional, la actividad turística de Pamplonita y el retorno de población al campo asociado a los procesos de restitución de tierras y a la búsqueda de mejores condiciones de vida.

De otra parte, se encuentra que la distribución por áreas en los dos municipios tiene un comportamiento distinto, en tanto, Pamplona está más poblado en su área urbana y Pamplonita en la rural tendencia que seguirá manteniéndose hasta 2020 según las proyecciones del DANE.

Con respecto a la distribución de población por sexo, los municipios presentan los mismos porcentajes, a saber, 48% y 52%, sólo que en Pamplona, hay más mujeres y en Pamplonita más hombres.

Por otro lado, Pamplona y Pamplonita presentan una densidad poblacional urbana equivalente a 9.299 y 3.941 habitantes por kilómetro cuadrado respectivamente mientras que en el área rural, Pamplona alcanza los 10 y Pamplonita los 2.421 habitantes por kilómetro cuadrado.

Con relación a la natalidad se observa un decrecimiento de las cifras registradas para los años 2007 a 2017, mientras que las muertes por cada mil habitantes muestran un comportamiento más homogéneo durante el periodo estudiado.

De acuerdo con las cifras de NBI, los municipios de Pamplona y Pamplonita tienen un índice más bajo en sus cabeceras (11,09 y 20,57 respectivamente) que en sus áreas rurales (57,77 y 49,79 respectivamente).

En lo correspondiente a las unidades territoriales menores del área de influencia, se presenta la dinámica poblacional, referenciando los hitos de fundación de una, la estructura poblacional que incluye la población total que alcanza las 2.217 personas, de las cuales el 53% son hombres y el 47% mujeres en el área rural, mientras que en el área urbana el 45% son hombres y el 55% mujeres.

También se relaciona la Población en Edad de Trabajar-PET entre las que se encuentran 1.619 personas. Con relación al tipo de asentamiento, se observa que a nivel rural predomina el disperso a excepción del sector de la curva Los Adioses localizado en la vereda Alcaparral mientras que, en las unidades territoriales urbanas el asentamiento es nucleado.

5.3.3 Componente espacial

A través del componente, se presenta la caracterización de los servicios públicos y sociales para los municipios de Pamplona y Pamplonita, objeto del presente estudio.

En el municipio de Pamplona los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo son prestados por Empresas de servicios públicos S.A. E.S.P (EMPOPAMPLONA), el acueducto cuenta con dos Plantas de tratamiento: Cariongo y Monteadentro ambas son de tipo convencional y presentan un nivel de complejidad medio-alto con una continuidad de 24 horas al día, estas se abastecen de las Quebradas Cariongo, vereda Monteadentro, El Rosal, vereda Rosal, Ucuques y Morronegro de la vereda García.

En pamplonita; La cobertura actual del servicio de agua para consumo humano en el Municipio, en términos cuantitativos se puede considerar cercana al 100%. Un sector importante de la población se abastece directamente de fuentes de agua ubicadas en la misma finca o en predios vecinos, mientras que la restante se beneficia de puntos de captación comunales, los cuales son denominados por la comunidad como “Acueductos Comunales”, sin embargo, estos no cumplen con la infraestructura física requerida para ser considerados como acueductos.

EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es la empresa prestadora del servicio de aseo del municipio de Pamplona. Ofrece los servicios de: recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional La Cortada, también se realiza actividades complementarias como Corte de Césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, además de lavado de áreas especiales para eventos públicos.

La Unidad de Servicios Públicos de Pamplonita es la empresa prestadora del servicio de aseo en este municipio con una frecuencia de un día a la semana y con sitio de disposición en el relleno sanitario la Cortada, del municipio de Pamplona.

La empresa Centrales Eléctricas de Norte de Santander (CENS), es la encargada de prestar el servicio de Energía en estos municipios con una cobertura del 100% en el área urbana; presentando déficit de cobertura y calidad en la zona rural.

El servicio de telefonía podría tener una cobertura del 100%, puesto que está disponible para el total de las viviendas ubicadas en la cabecera municipal, pero su conexión, depende

de la decisión individual de cada propietario o inquilino, además del desplazamiento de la telefonía fija por la móvil.

En Pamplonita El 100% de la población urbana usa gas metano distribuido en pipetas de gas. Mientras que el 95% de la población rural usa como combustible la leña para la cocción de los alimentos. No cuentan con gas natural, ya que no hay red de gas.

En cuanto al transporte público, este lo suministra Pamplona ya que cuenta con Terminal de transportes, los cascos urbanos de Pamplona y Pamplonita se sirven de un servicio de taxis colectivos para comunicarse entre sí, servicio que igualmente prestan algunos vehículos particulares para cubrir las zonas de difícil acceso. Otros sectores rurales, como el Corregimiento El Diamante, se sirven de transporte público sobre la troncal Cúcuta-Pamplona para el desplazamiento de personas y mercancías.

Con relación al acceso de servicios públicos en las unidades territoriales menores del proyecto se destaca que el 67% cuenta con servicio de acueducto comunal, el 11% proviene del acueducto público y el 22% restante recurre a formas alternativas como cuerpos de agua. Frente a este servicio también se resalta que en la vereda Sabaneta Alta existen diez (10) mangueras abastecedoras a predios privados. El servicio de alcantarillado solo se presenta en los tres (3) barrios del área de influencia del proyecto con una cobertura que oscila entre el 84% y el 100% y es prestado por la empresa Empopamplona S.A., E.S.P.

En el tema del manejo de los residuos sólidos, en el 44% de las unidades territoriales menores se cuenta con el sistema de recolección por parte de Empopamplona (Barrio San Luis, El Buque, Simón Bolívar y Vereda Alcaparral) y en el 56% se recurre a formas de disposición alternas como por ejemplo la disposición a cielo abierto, la quema y/o entierro, la transformación de estos en abono e incluso la disposición a los cuerpos de agua, principalmente al río Pamplonita.

En el 100% del territorio objeto de análisis, se registra la prestación del servicio de energía eléctrica y cuyo rango de cobertura oscila entre el 90% y el 100%; este servicio lo presta la empresa CENS y entre las problemáticas asociadas, se destacan los cortes frecuentes y los altos costos del servicio. Por otro lado, en cuanto al servicio de telecomunicaciones se encuentra principalmente orientado a la prestación del servicio de telefonía móvil para las veredas y el servicio de telefonía tanto móvil como fija para los barrios de la cabecera municipal de Pamplona.

En cuanto al medio utilizado para la cocción de los alimentos, se evidencia que en el área rural alternan el gas propano y la leña, ya que no cuentan con acceso al servicio de gas natural tal como sucede en los barrios del área urbana cuya cobertura no supera el 50%, aunque también hacen uso de otros medios para la cocción de sus alimentos.

Por último, con relación al servicio de transporte público, se evidencia que tan solo dos (2) unidades territoriales rurales pueden acceder al servicio, por lo tanto, usan medios alternos para desplazarse; estos corresponden principalmente a vehículos particulares y motocicletas.

Con respecto a los servicios sociales se encuentra que en términos de educación existen centros educativos en las seis (6) veredas del área de influencia, pero sólo funcionan tres (3) de ellos. En total, se atienden 136 alumnos que reciben clases de primaria y básica secundaria. En las unidades territoriales menores del sector urbano no se identificaron

instituciones educativas aparte de la Universidad de Pamplona localizada en el Barrio El Buque.

Para el caso de salud, en el área rural se observa una alta dependencia del régimen subsidiado mientras que a nivel urbano incremente la afiliación de personas al régimen contributivo, aspecto que seguramente está influido por las mayores posibilidades que tiene la población de la cabecera, de acceder a un empleo formal en el que le reconozcan sus prestaciones legales. De otra parte, se encuentra que en ninguna de las unidades territoriales menores hay centros de salud que faciliten el acceso al servicio. Ante la falta de estos centros, las comunidades son atendidas en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

En cuanto a vivienda, los materiales predominantes en las paredes es el bloque, en los techos el zinc y en los pisos la baldosa. De manera transversal en el área de influencia se encuentra que el tipo de vivienda predominante es la casa.

En el área de influencia se identifican vías de orden primario y terciario fundamentalmente que se encuentran en un estado regular de acuerdo con lo reportado por los líderes comunitarios.

Finalmente, cabe mencionar que en el área de interés no se identifican la existencia de camposantos, cementerios o plazas de mercado.

5.3.4 Componente económico

De acuerdo con lo observado en la consulta de información levantada en campo y la recolectada por medio de fuentes oficiales, las veredas y/o corregimientos que hacen parte del área de influencia directa presentan una dedicación productiva homogénea, y a su vez con similares condiciones de desarrollo económico (en cuanto al uso de tecnologías, actividades y elaboración de productos).

La actividad agrícola se lleva acabo de manera tradicional y con poca tecnificación, lo cual genera un bajo rendimiento, aunque igualmente una gran dependencia para la comunidad que la desarrolla. Esta actividad tiene gran incidencia en las unidades territoriales menores (veredas y/o corregimientos) de los municipios de Pamplona y Pamplonita, dado representan la principal actividad económica, generando empleo e ingresos a las comunidades dependientes.

Es de esta manera, que la economía de las veredas y/o corregimientos gira en gran medida, en torno al sector primario con actividades agropecuarias, por medio de una agricultura tradicional, con cultivos como el maíz, la papa, la zanahoria, la alverja, la cebolla cabezona, el frijol, las fresas, el café, el durazno, la ciruela, entre otros. Dichos cultivos se desarrollan en extensiones de tierra entre las 0,5ha y 20ha, con niveles de producción variables, dado que dependiendo del cultivo y la unidad territorial estos presentan una unidad de rendimiento, ejemplo de ello se evidencia entre la Vereda Ulaga Bajo, Vereda Chichira, Vereda Alcaparral y la Vereda El Naranjo, dado que el cultivo de papa, generan producciones cercanas a 10 (t), 200 (t), 60(t) y 10(t) respectivamente. Es de resaltar que la producción agrícola se destina con fines de autoconsumo y comercialización, los cuales se intercambian ya sea en la misma vereda o en la cabecera municipal.

Por otra parte, igualmente en dichas unidades territoriales se desarrolla las actividades pecuarias con la ganadería bovina, las cuales se llevan a cabo de manera extensiva y con un doble propósito (carne y leche), comercializándose en pequeña y mediana escala.

En las veredas que hacen parte de las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto se registran 162 predios cuyos rangos de tamaño de propiedad se encuentran constituidos por las categorías minifundios, pequeña propiedad, microfundios y mediana propiedad con una participación de 72, 44, 32 y 14 predios respectivamente. La única categoría que no tiene participación corresponde a la gran propiedad. En cuanto a los barrios, estos no se encuentran sujetos a la clasificación de estructura de la propiedad.

Por su parte, en el área de influencia del proyecto se registra la existencia de 554 predios y viviendas cuya forma de tenencia predominante es el título de propiedad (316 casos), seguido por la forma de tenencia arrendatario (160 casos) y finalizando con la categoría de posesión con 78 casos registrados. Frente a otros tipos de forma de tenencia de la tierra, en las unidades territoriales no se identificaron los tipos: aparceros, invasión, predios baldíos y/o terrenos colectivos.

El uso del suelo en el área de intervención está compuesto por 55, 32 hectáreas, cuyo uso predominante es el de pastoreo intensivo con 33,26 ha. Dicho suelo también cuenta con una característica asociada con el conflicto que se presenta por su uso y el cual revela que el 50,91% de este tiene un uso adecuado o simplemente no presenta conflicto.

Los procesos productivos centran su economía en el sector primario en actividades agropecuarias representadas por un lado en la cría de especies bovinas (con doble propósito), porcinas y avícolas, y por el otro con los cultivos de legumbres, árboles frutales, hortalizas y tubérculos, entre otros. Así mismo, se destaca la actividad comercial, turística y de prestación de servicios que básicamente tienen lugar en los cuatro (4) barrios.

En el tema del mercado laboral, de la población total registrada en el área de influencia (unidades territoriales menores) que corresponde a 2.757 personas, se estima que 1.619 constituyen la Población en Edad de Trabajar -PET-. Por último, los promedios de población desocupada oscilan entre el 10% y el 100%, siendo las veredas del sector rural las más desfavorecidas.

5.3.5 Componente cultural

Las actividades culturales del área de influencia, por un lado, se encuentran fuertemente vinculadas a las dinámicas económicas que allí se desarrollan incluyendo los recursos ambientales, y, por otro lado, a todas las festividades y celebraciones patronales que no solo reúnen a la comunidad del municipio sino que atraen a miles de turistas provenientes de todo el territorio nacional. Algunas de estas celebraciones corresponden a las fiestas de la semana santa mayor, festival de los museos, festival de música sacra y el festival de bandas, entre otros.

Por otra parte, teniendo en cuenta el pronunciamiento del Ministerio del Interior frente a la no existencia de comunidades étnicas en el área de influencia, este numeral no se desarrolla en la caracterización del medio socioeconómico.

5.3.6 Componente arqueológico

La aplicación de dicha fase del PAP requiere de la solicitud de licencia de intervención al patrimonio arqueológico frente al ICANH, por lo que tras el planteamiento y la elaboración

de la propuesta de investigación titulada: 'Proyecto Prospección y Formulación del Plan de Manejo Arqueológico de la "Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona" se presenta al grupo de Arqueología del ICANH para solicitar la autorización de intervención sobre el Patrimonio Arqueológico, correspondiente a la UF1, mediante radicado No. 6457 del 18 de Diciembre de 2017, del cual se obtuvo respuesta de aprobación de licencia No. 7107, emitida el 06 de febrero del 2018 mediante comunicado 130-0408 y se solicita autorización para modificación de área de la licencia No. 7107 mediante adenda 001 con número de radicado 1447 del 22 de marzo de 2018, dicha modificación es autorizada mediante comunicado 130_1562 del 13 abril de 2018. Esta documentación se presenta en el Anexo 5 Caracterización AI - 5.3 Social – Anexo_J_ Arqueología).

5.3.7 Componente político – organizativo

En el tema político organizativo, en Pamplona y Pamplonita se registra la presencia de entes administrativos y de control de orden estatal, a saber: Alcaldías Municipales, Concejos Municipales y Personerías Municipales. Asimismo, a nivel comunitario, se registra la presencia de las Juntas de Acción Comunal, asociaciones de usuarios de acueducto, veedurías y algunas agremiaciones de tipo productivo y comercial. Respecto al partido político con mayor representación en el territorio, se destaca el Partido de la U, seguido por el Centro Democrático.

Por último, para las unidades territoriales menores, se referencian las estructuras de organización que representan los liderazgos locales y por ende, se constituyen como espacios de micro poder en las unidades territoriales menores, a través de las Juntas de Acción Comunal y las representaciones municipales aglomeradas en Asocomunal. También se relaciona una (1) Asociación de Madres Cabezas de Hogar en Simón Bolívar, tres (3) asociaciones de usuarios de acueducto en las veredas El Naranjo, La Hojancha y Ulagá Baja, y tres (3) Asociaciones de Padres de Familia ubicadas en Sabaneta Alta, El Naranjo y Ulagá Baja. Adicionalmente en La Hojancha, existe -ASPROPAMPLONITA-, una organización de productores agrícolas.

Además, se presentan los programas y/o proyectos que han sido ejecutados, que están en ejecución o que están proyectados, tanto por parte de la JAC, como de instituciones de nivel municipal, departamental y nacional, para determinar la presencia institucional en cada uno de los territorios y el nivel de organización comunal para la ejecución de acciones de beneficio comunitario.

Finalmente, con relación a la presencia institucional, se identifica que la empresa estatal a través de sus distintos programas es la que más beneficia a la población del área de influencia a través de programas como Familias en Acción y Adulto Mayor.

5.3.8 Tendencias del Desarrollo

Para abordar las tendencias del desarrollo se identifican las potencialidades y necesidades del entorno territorial a través de una mirada multidisciplinaria del desarrollo desde los niveles nacional, departamental y municipal.

Desde el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, se propone un enfoque territorial que enfatiza el reconocimiento de las características de cada región, a fin de establecer referentes para la definición de esfuerzos diferenciados en cada zona del país y así focalizar y particularizar las actuaciones públicas nacionales y hacerlas consecuentes con la diversidad regional.

A nivel departamental, Norte de Santander enfoca sus esfuerzos en la infraestructura, educación, servicios sociales, productividad y competitividad, convivencia y reconciliación, innovación, emprendimiento y talento humano, como ejes estratégicos para conducir el desarrollo regional durante el trienio actual. Cabe mencionar que Norte de Santander hace parte de la Subregión Centro Oriente, una de las priorizadas por el Gobierno Nacional redoblar esfuerzos que conduzcan hacia el desarrollo sostenible.

A nivel municipal y con base en los aspectos tenidos en cuenta para la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se identifican la educación y la infraestructura vial como los dos sectores que pueden influir en la tendencia del desarrollo de los municipios son la educación y la infraestructura vial. Por las características actuales del territorio, lo establecido en los planes de desarrollo consultados y los proyectos que se están adelantando se considera que la educación y la infraestructura vial pueden contribuir en el fortalecimiento de actividades económicas del sector primario como la agricultura y del terciario como los servicios de manera que así allí se perfile el desarrollo de Pamplona y Pamplonita.

5.3.9 Información sobre población a reasentar

Durante el desarrollo del estudio se adelantó la identificación de unidades sociales residentes y/o productivas que por efectos del proyecto deben trasladarse. En este sentido, es de aclarar, que el Apéndice Técnico 8 del contrato de concesión establece el Plan de Compensaciones Socioeconómicas, el cual se encuentra definido a través de la Resolución 545 de 2008 del Instituto Nacional de Concesiones INCO hoy Agencia Nacional de Infraestructura ANI y la Resolución 1776 de 2015, el cual consiste en el catálogo de reconocimientos que se otorga a unidades sociales para mitigar los impactos socioeconómicos específicos causados por la ejecución del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, durante el levantamiento de información predial preliminar y sin tener aún el estudio jurídico definitivo de cada predio, en la unidad Funcional 1-Variante Pamplona- se identificaron 26 predios con 17 unidades sociales y durante la inspección realizada al área de influencia del proyecto, no se identificó población a reasentar, teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la Resolución 077 de 2012 de la Agencia Nacional de Infraestructura, por la cual se establecen los lineamientos de gestión Social para la elaboración y ejecución de planes de reasentamiento poblacional involuntario a unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para proyectos de infraestructura concesionada a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura.

No obstante, a medida que avance el proyecto el concesionario con base en la información jurídica predial y a lo identificado en el área de intervención durante la etapa de construcción, es posible que se registren nuevas unidades sociales ocupantes irregulares, a las cuales se les aplicaría el procedimiento establecido en la Resolución 077 de 2012.

5.4 Servicios Ecosistémicos

El análisis de los servicios ecosistémicos en el área de influencia mostró que las comunidades indicaron que los servicios más importantes que influyen directamente en su bienestar son suministro de agua, plantas medicinales, ganadería, agricultura, regulación de la erosión, regulación de la calidad del aire, regulación de riesgos naturales, recarga de aguas subterráneas, regulación del agua, calidad del paisaje/valores estéticos y recreación y turismo. También se identificaron los servicios de aprovisionamiento de comida, biomasa,

carne y pieles, regulación de recursos genéticos, regulación del clima, valores espirituales y religiosos como de dependencia media; mientras que los servicios de madera, plantas ornamentales, mascotas, comunicaciones (transporte), educacionales (investigación y monitoreo) y patrimonio cultural tienen una dependencia baja. Los demás servicios ecosistémicos no fueron identificados por la comunidad encuestada en el área de influencia de la UF 1.

Adicionalmente, el proyecto tendrá un impacto medio a alto negativo en la capacidad del área de estudio de brindar servicios ecosistémicos para el bienestar humano, ya que solamente cuatro servicios ecosistémicos tienen un impacto bajo, mientras que la mayoría tendrán un impacto medio o alto.

Por último, la dependencia del proyecto por los SE es alta en los servicios de aprovisionamiento de suministro de agua, madera (aprovechamiento forestal) y arena y roca/otros minerales o agregados, todos los cuales son servicios de aprovisionamiento de materias primas e insumos necesarios para la ejecución del proyecto. La información resumen se puede consultar en la Tabla 29.

Tabla 29 Impactos y dependencia de Servicios Ecosistémicos

No.	Tipo de SSEE	SSEE	Dependencia de la Comunidad	Impacto del Proyecto sobre el SE	Dependencia del Proyecto
1	Aprovisionamiento	Suministro de agua	Alta	Alto	Alta
2		Comida	Media	Medio	--
3		Madera	Baja	Bajo	Alta
5		Biomasa	Media	Medio	--
7		Carne y pieles	Media	Medio	--
10		Plantas medicinales	Alta	Alto	--
11		Plantas ornamentales	Baja	Bajo	--
13	Aprovisionamiento	Arena y roca/otros minerales o agregados	--	--	Alta
14		Mascotas	Baja	Medio	--
16		Comunicaciones (transporte)	Baja	Bajo	--
18		Ganadería	Alta	Alto	--
20		Agricultura	Alta	Alto	--
21	Regulación	Regulación de la erosión	Alta	Alto	--
22		Regulación de la calidad del aire	Alta	Alto	--
24		Regulación de riesgos naturales	Alta	Alto	--
25		Recarga de aguas subterráneas	Alta	Alto	--
28		Regulación de recursos genéticos	Media	Medio	--
32		Regulación del agua	Alta	Alto	--
33		Regulación del clima	Media	Medio	--
36	Culturales	Calidad del paisaje/valores estéticos	Alta	Alto	--
37		Recreación y turismo	Alta	Alto	--
40		Educacionales (investigación y monitoreo)	Baja	Bajo	--

Fuente: AECOM – ConCol 2018.

6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Con el fin de integrar la caracterización ambiental del territorio, se plantea el proceso de zonificación ambiental, en esta se plasman los elementos que se consideran más relevantes y representativos de cada uno de los medios (abiótico, biótico, socioeconómico) y del marco legal, a través del análisis de criterios fundamentales de sensibilidad e importancia.

Al valorar la sensibilidad de cada elemento se evalúa su capacidad de retorno a las condiciones originales luego de estar sujeto a procesos de intervención, el grado en el que se pueden ver comprometidas sus funciones, la posibilidad de afectación por su interacción con otro u otros elementos y en forma general, el equilibrio resultante de este con su entorno.

El grado de importancia hace referencia al potencial que el elemento puede llegar a representar en el área, como fuente generadora de servicios o bienes ambientales y/o sociales, y que se pueda ver comprometida por procesos de intervención antrópica.

6.1 Resultados De La Sensibilidad Y La Importancia Para El Área De Estudio

La síntesis ambiental del área analiza la sensibilidad e importancia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, y los aspectos normativos y reglamentarios existentes en el área de influencia. Una vez son valorados de forma independiente, se integran a través de la relación sensibilidad/importancia para definir la zonificación ambiental del territorio. La Tabla 30 consolida la sensibilidad ambiental del territorio, definida a través de la integración de la sensibilidad de los medios.

Tabla 30 Representatividad de la sensibilidad ambiental

Sensibilidad Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	48,02	8,78%	7,65	14,05%
Alta	448,17	81,95%	42,73	78,48%
Muy Alta	50,69	9,27%	4,07	7,47%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Para determinar la importancia ambiental total del área de influencia se partió de la importancia de cada uno de los medios y la importancia de los aspectos normativos y reglamentarios, la Tabla 31 muestra el resultado de la superposición temática.

Tabla 31 Representatividad de la importancia ambiental

Importancia Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	0,01	0,00%	0,00	0,00%

Importancia Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Alta	546,88	100,00%	54,44	100,00%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2017.

6.2 Resultados De La Relación Sensibilidad/Importancia Para El Área De Estudio

La zonificación ambiental para el área de influencia corresponde al resultado de la relación de la sensibilidad total con la importancia total, y se presentan de forma consolidada en la Tabla 32, donde se indican los diferentes grados de S/I.

En general, el área de influencia presenta un grado de relación S/I alto, con un 81,95%, que corresponde a 448,17 hectáreas, seguida de la relación S/I muy alta que representa el 9,27% del área de influencia y con la menor área se encuentra la relación S/I moderada, ocupando 48,02 hectáreas, que corresponden a 8,78% de esta área. El área de intervención, la ocupa al igual que en la de influencia la relación S/I, alta con un porcentaje de 78,48%, correspondiente a 42,73 hectáreas.

Tabla 32 Representatividad de la zonificación ambiental

Zonificación Ambiental	Área de Influencia		Área de Intervención	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Moderada	48,02	8,78%	7,65	14,05%
Alta	448,17	81,95%	42,73	78,48%
Muy Alta	50,69	9,27%	4,07	7,47%
Total	**546,89**	**100,00%**	**54,44**	**100,00%**

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

6.3 Zonificación de manejo ambiental del proyecto.

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socio-ambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental en la que se analiza el área de influencia a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos, con los resultados que arroja la evaluación de impactos significativos.

Realizado el análisis de las zonificaciones intermedias de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y las restricciones legales, a continuación, se muestran los resultados de la zonificación de manejo para el área de influencia del proyecto. De acuerdo con esto, en

la Tabla 33Tabla 36, se concluye que el área de estudio se ubica en las siguientes categorías de manejo ambiental: áreas de exclusión, que corresponden al 12,83% (70,18 hectáreas), áreas de intervención con restricciones menores que ocupan la mayor parte del área con el 73,17% (400,14 hectáreas), las áreas de intervención con restricciones mayores con el 10,30% (56,31 hectáreas) y finalmente las áreas de intervención con un porcentaje de ocupación en el área de 3,70%.

Tabla 33 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	20,26	3,70%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	400,16	73,17%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	56,06	10,25%
Areas de Exclusión (EX)	70,41	12,87%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Específicamente el área de intervención definida como aquella donde se ejecutarán las obras de construcción de la UF1 e infraestructura de apoyo como ZODMEs y sus accesos, las áreas con restricciones mayores representan el 62,16% (33,84 hectáreas), con restricciones menores el 37,59% (20,47 hectáreas) y las áreas de intervención con un porcentaje de 0,23%, que equivalen a 0,13 hectáreas. (Ver Tabla 34).

Tabla 34 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	0,13	0,23%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	20,47	37,61%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	33,83	62,14%
Areas de Exclusión (EX)	0,01	0,01%
Total	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

7 DEMANDA, USOS, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En la Tabla 35, se muestra a manera de resumen, el uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales para las actividades que contempla el desarrollo del proyecto.

Tabla 35 Resumen de solicitud de permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales

<table>
<tr><th>Recurso Natural</th><th>Tipo de solicitud</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td>Hídrico</td><td>Captación de agua en 1 franja sobre el río Pamplonita:</td><td>
Para la construcción de la Doble Calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 variante Pamplona, se considera el consumo de agua para las siguientes actividades:
• Consumo: Riego de vías, Compactación de terraplenes, uso industrial (obras civiles), Lavado de maquinaria de obra civil.
Demanda de agua para uso industrial, UF1
<table>
<tr><th>Unidad Funcional</th><th>Uso</th><th>m³/s</th><th>l/s</th></tr>
<tr><td>UF1
36 meses de etapa constructiva</td><td>Riego de vías
Compactación de terraplenes
Uso industrial (obras civiles)
Lavado de maquinaria de obra civil.</td><td>0,00257</td><td>2,57</td></tr>
</table>
Las captaciones de agua se solicitan para la etapa constructiva que tendrá una duración de 3 años aproximadamente, por lo tanto, el consumo de agua será de 2,57 l/s, teniendo en cuenta que se prevé captar durante 18 horas del día y por 25 días al mes.
Se solicita captación del río pamplonita para uso industrial, en una franja de 0,0049 ha, tal como se indica en la siguiente tabla:
Sitios Propuestos para Captación y caudal a Solicitar
<table>
<tr><th rowspan="2">Id</th><th rowspan="2">Nombre de la fuente</th><th colspan="2">Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá</th><th rowspan="2">Municipio</th><th>Uso</th><th>Caudal a Solicitar (l/s)</th></tr>
<tr><th>Este</th><th>Norte</th><th>Industrial</th><th>Industrial</th></tr>
<tr><td rowspan="8">C11</td><td rowspan="8">Río Pamplonita</td><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td><td rowspan="8">Pamplona</td><td rowspan="8">X</td><td rowspan="8">2,57</td></tr>
<tr><td>1159593,987</td><td>1307796,500</td></tr>
<tr><td>1159592,450</td><td>1307794,503</td></tr>
<tr><td>1159588,108</td><td>1307788,464</td></tr>
<tr><td>1159584,653</td><td>1307790,887</td></tr>
<tr><td>1159589,421</td><td>1307797,914</td></tr>
<tr><td>1159590,269</td><td>1307799,218</td></tr>
</table>
La captación de agua se realizará a través de carrotanque y/o vehículo cisterna, el cual tendrá una motobomba instalada y una manguera o tubería de hasta 6 pulgadas de diámetro, la cual irá directamente a la corriente de agua. Dicha tubería o manguera contará con un accesorio en el extremo de succión que impedirá la entrada de material de arrastre.
</td></tr>
<tr><td>Hídrico</td><td>Agua subterránea</td><td>No se requieren permisos</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Recurso Natural</th><th>Tipo de solicitud</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td>Vertimiento</td><td>
Se solicita la disposición de aguas residuales industriales sobre el río Pamplonita y quebrada San Antonio, de manera que se dé cumplimiento a la normatividad vigente (Resolución 0631 de 2015 y Decreto 1076 de 2015), generadas durante las etapas de construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.
En la siguiente tabla se muestra la ubicación georreferenciada del punto de vertimiento, las actividades generadoras, el caudal a solicitar y las características del sistema de tratamiento para cada punto de vertimiento.
Sitios Propuestos para Vertimiento
<table>
<tr><th>Id Vertimiento</th><th colspan="2">V10</th><th colspan="2">V13</th></tr>
<tr><th>Fuente hídrica</th><td colspan="2">Río Pamplonita</td><td colspan="2">Quebrada San Antonio</td></tr>
<tr><th>Ubicación</th><td>1159590,60 E</td><td>1307798,65 N</td><td>1159173,78 E 1309627,90 N</td><td>1159161,94 E 1309618,69 N</td></tr>
<tr><th>Municipio</th><td colspan="2">Pamplona</td><td colspan="2">Pamplona</td></tr>
<tr><th>Vereda</th><td colspan="2">Alcaparral</td><td colspan="2">Alcaparral</td></tr>
<tr><th rowspan="2">Caudal a verter (L/s)</th><td colspan="2" rowspan="2">0,6</td><th>V13-1</th><th>V13-2</th></tr>
<tr><td>2,2</td><td>23,0</td></tr>
<tr><th>Actividades generadoras</th><td colspan="2">Lavado de Mixer (concreto / mortero) y el lavado de dichas zonas duras</td><td>Aguas industriales asociadas a la operación de maquinaria para la construcción del túnel</td><td>Aguas no contaminadas procedentes de la infiltración</td></tr>
<tr><th>Sistema de tratamiento</th><td colspan="2">Trampa de grasas.
Sedimentación
Secado de lodos</td><td>Floculación.
Decantación y separación de grasas.
Ajuste de pH.
Secado de lodos</td><td>Ninguno. Condicionado al cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 0631 de 2015
Eventual desarenación.</td></tr>
<tr><th>Sistema de conducción</th><td colspan="2">Manguera superficial</td><td>Manguera superficial</td><td>Manguera</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Hídrico</td><td>Ocupación de cauce</td><td rowspan="2">Se solicita el permiso de ocupación de cauces para las siguientes obras menores:
<table>
<tr><th rowspan="2">Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)</th><th rowspan="2">ID Ocupación</th><th rowspan="2">Fuente hídrica</th><th rowspan="2">Dimensión</th><th colspan="2">Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá</th></tr>
<tr><th>(H×L o Ø)</th><th>Este</th><th>Norte</th></tr>
<tr><td rowspan="3">UF-1-EJE 68-OH-00+100</td><td rowspan="3">OC_00+100</td><td rowspan="3">NN-25</td><td rowspan="3">Ø1.20m</td><td>1159615,94</td><td>1307972,55</td></tr>
<tr><td>1159615,67</td><td>1307972,22</td></tr>
<tr><td>1159624,77</td><td>1307964,60</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Hídrico</td><td>Ocupación de cauce</td></tr>
</table>

Recurso Natural	Tipo de solicitud	Descripción							
							1159625,01	1307964,89	
							1159628,61	1307961,87	
							1159628,48	1307961,71	
							1159626,40	1307961,11	
							1159626,28	1307960,95	
							1159623,60	1307963,20	
							1159623,84	1307963,50	
							1159614,74	1307971,12	
							1159614,46	1307970,79	
							1159612,93	1307972,07	
							1159614,41	1307973,83	
			UF-1-OH-56+325	OC_56+325	NN-25-1	Ø0.91m	1159707,51	1308028,26	
							1159707,12	1308028,04	
							1159717,35	1308009,83	
							1159717,70	1308010,03	
							1159720,40	1308005,23	
							1159718,73	1308004,29	
							1159716,04	1308009,09	
							1159716,39	1308009,29	
							1159706,15	1308027,50	
							1159705,77	1308027,29	
							1159704,79	1308029,03	
							1159706,54	1308030,01	
			UF-1-OH-56+840	OC_56+840	NN-27	Ø1.20m	1159700,99	1308473,13	
							1159700,76	1308473,43	
							1159705,83	1308477,25	
							1159707,06	1308475,42	
							1159702,09	1308471,68	
							1159701,86	1308471,99	
							1159684,00	1308458,54	
							1159684,23	1308458,23	
							1159684,07	1308458,11	
							1159683,73	1308457,17	
							1159683,55	1308457,24	
							1159680,74	1308459,58	
							1159680,72	1308459,78	
							1159682,72	1308459,91	

Recurso Natural	Tipo de solicitud	Descripción							
							1159682,88	1308460,03	
							1159683,13	1308459,69	
			UF-1-OH-57+030	OC_57+030	NN-27-1-1	Ø1.20m	1159649,87	1308639,95	
							1159650,07	1308640,27	
							1159652,78	1308638,57	
							1159651,62	1308636,70	
							1159648,91	1308638,39	
							1159649,11	1308638,72	
							1159638,08	1308645,61	
							1159638,03	1308645,34	
							1159636,06	1308645,70	
							1159636,47	1308647,96	
							1159638,44	1308647,61	
							1159638,35	1308647,14	
			UF-1-OH-V156	OC_V156	Sabanetas-14	Ø0.91m	1155899,32	1311068,14	
Suelo	Materiales de construcción	No se requieren permisos							
	Zonas de disposición de materiales sobrantes de excavación	No se requieren permisos							
Flora	Aprovechamiento forestal	Una vez obtenidos los valores de áreas a intervenir por las actividades constructivas en cada tipo de ecosistema, conociendo el volumen en m3/ hectárea de cada cobertura natural y teniendo el volumen total de las áreas de carácter antrópico; en la Tabla 7.61, se observa el volumen total de aprovechamiento forestal para la UF1. **Volumen de aprovechamiento forestal solicitado** **Tipo de Área** / **Volumen Solicitado (m^3)** Naturales (Muestreo) 56,70 Antrópicas (Censo) 699,94 **Total General** **756,64**							
Flora y fauna	Recolección de especímenes de la diversidad	Se solicita autorización de recolección de especímenes de la diversidad biológica para adelantar las actividades inmersas en el plan de manejo ambiental, relacionadas con: - Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. - Rescate, traslado y reubicación de especies vasculares de hábito epífito, terrestre y/o rupícola en veda nacional.							

Recurso Natural	Tipo de solicitud	Descripción
	biológica con fines no comerciales	
Atmósfera	Permiso de emisiones atmosféricas	No se requieren permisos

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En el escenario sin proyecto se identificaron y evaluaron en total doce (12) actividades y una (1) condición natural, donde se presenta un total de dos cientos cincuenta y dos (252) interacciones entre las actividades-impactos-ámbitos de manifestación, de las cuales dos cientos veinte y dos (222) son de naturaleza negativa, correspondiendo al 88%; y treinta (30) de naturaleza positiva; y aproximadamente el 12% restante sobre el total de interacciones, presentados en un total de treinta (30) impactos evaluados.

De acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental en el escenario sin proyecto (Ver Figura 14), se obtiene que en el medio abiótico se evaluaran 98 interacciones (39%), seguido por el medio biótico con 95 interacciones (38%) y en menor proporción el medio socioeconómico con 59 interacciones (23%).

Figura 14 Distribución de interacciones según su naturaleza y su medio - escenario sin proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Entre las actividades generadoras de impacto en el escenario sin proyecto, se encuentra a la ganadería, agricultura tradicional y poblamiento y asentamientos humanos como las actividades que tienen la mayor cantidad de interacciones, debido a los cambios generados en los elementos agua superficial, áreas sensibles, atmósfera, biota acuática, ecosistemas, fauna, flora, geomorfología, paisaje, suelo, y dimensión demográfica, económica y espacial.

En términos generales, para el escenario con proyecto (Figura 15), se identificaron y evaluaron 339 interacciones entre actividades, impactos y los diferentes elementos espaciales asociados a la manifestación de los impactos. Con relación a las interacciones positivas (65) y negativas (274) identificadas del escenario con proyecto para los medios analizados, se observa que el medio abiótico presenta la mayor cantidad de interacciones con 180 correspondiendo al 53%, seguido por el medio socioeconómico con 99 interacciones representadas en el 29% y con una menor proporción el medio biótico con 18% en 60 interacciones.

Figura 15 Distribución de interacciones según la naturaleza y el medio - escenario con proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por otra parte, la distribución de interacciones según la naturaleza por las actividades del proyecto permite evidenciar que la actividad con mayor cantidad de interacciones corresponde al Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, seguida por la Adecuación de accesos, el Desmonte y limpieza, las Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación y la Construcción de accesos, entre otras, lo cual es un indicador acorde con la etapa de construcción, donde se materializan las principales modificaciones a los elementos ambientales del área de influencia.

Con relación a los impactos identificados para el escenario con proyecto y su distribución entre los rangos establecidos, se evidencia que los impactos con mayor número de interacciones corresponden a Generación y /o activación de procesos denudativos, Variación del nivel freático, Modificación de la calidad paisajística, Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea; comprobando que es el medio abiótico el de mayor afectación por las actividades constructivas del proyecto, por lo tanto, se deberá prestar mayor atención en la implementación de las medidas de manejo ambiental planteadas y propuestas.

Es importante mencionar los impactos que generan beneficios al entorno, los cuales pertenecen al medio socioeconómico: Modificación en la demanda de bienes y servicios, Modificación en la dinámica de empleo y Modificación en la gestión y capacidad organizativa.

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socio-ambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental en la que se analiza el área de influencia a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos, con los resultados que arroja la evaluación de impactos significativos.

Realizado el análisis de las zonificaciones intermedias de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y las restricciones legales, a continuación, se muestran los resultados de la zonificación de manejo para el área de influencia del proyectoDe acuerdo con esto, en la Tabla 36, se concluye que el área de estudio se ubica en las siguientes categorías de manejo ambiental: áreas de exclusión, que corresponden al 12,83% (70,18 hectáreas),

áreas de intervención con restricciones menores que ocupan la mayor parte del área con el 73,17% (400,14 hectáreas), las áreas de intervención con restricciones mayores con el 10,30% (56,31 hectáreas) y finalmente las áreas de intervención con un porcentaje de ocupación en el área de 3,70%.

Tabla 36 Cobertura de las categorías de manejo en el área de influencia

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	20,26	3,70%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	400,16	73,17%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	56,06	10,25%
Areas de Exclusión (EX)	70,41	12,87%
Total	**546,89**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Específicamente el área de intervención definida como aquella donde se ejecutarán las obras de construcción de la UF1 e infraestructura de apoyo como ZODMEs y sus accesos, las áreas con restricciones mayores representan el 62,16% (33,84 hectáreas), con restricciones menores el 37,59% (20,47 hectáreas) y las áreas de intervención con un porcentaje de 0,23%, que equivalen a 0,13 hectáreas. (Ver Tabla 37).

Tabla 37 Cobertura de las categorías de manejo en el área de intervención

Categoría Zonificación de Manejo Ambiental	Área (ha)	% área
Áreas de intervención (AI)	0,13	0,23%
Áreas de Intervención con Restricciones Menores (IMe)	20,47	37,61%
Áreas de Intervención con Restricciones Mayores (IMa)	33,83	62,14%
Areas de Exclusión (EX)	0,01	0,01%
Total	**54,44**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Con base en la matriz de valoración de impactos del presente estudio, se identificaron un total de 339 relaciones entre actividades, impactos y ámbitos de manifestación; de estos 192 fueron catalogados como significativos (Críticos, severos o moderados) dada su incidencia sobre el medio, las cueles en conjunto están asociadas o son determinantes en la materialización de 28 impactos. Una vez desarrollado el análisis del tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo, se evidencia que 68 (34,05%) de los de las 192 interacciones mantienen la calificación en el rango de severo, lo cual indica que, a pesar de la aplicación de las medidas de manejo, su intensidad sigue siendo alta, generando efectos residuales sobre el medio o elemento ambiental analizado, es decir estos impactos no se pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

- Modificación a la destinación económica del suelo
- Variación del nivel freático
- Cambios en las características de los suelos
- Modificación de la calidad paisajística
- Cambios en la cobertura vegetal

- Intervención áreas de manejo especial
- Cambio en los niveles de presión sonora
- Alteración del uso actual
- Modificación de la conectividad de ecosistemas
- Alteración de hábitat
- Generación y /o activación de procesos denudativos
- Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

Los impactos restantes relacionadas con el 64,5% de las interacciones analizadas, fueron valorados o evaluados como internalizables, es decir a juicio de los especialistas con la implementación de las medidas de manejo se logra atenuar el grado de afectación a niveles socialmente aceptables.

La evaluación económica para los impactos residuales se realiza a partir de metodologías de precios de mercado (cambio en la productividad), gastos actuales y potenciales (costos de reemplazo y precios sombra) y preferencias declaradas; las cuales permiten establecer los costos sobre los bienes ambientales y sus servicios ecosistémicos asociados, a través de valores de uso directo e indirecto, y valores de no uso.

Una vez valorados los impactos ambientales, el paso a seguir, de acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, consiste en descontar los beneficios y costos, teniendo en cuenta el VPN como el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto y realizar un análisis de sensibilidad. La Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, habla de un Análisis Costo Beneficio (ACB) económico ambiental que propone estimar los beneficios en función de los efectos fiscales, efectos sobre el empleo y el valor de las medidas de prevención, corrección y mitigación ambiental.

El consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales, arrojan un flujo de caja descontado positivo que asciende a $ 353.093.205.040 pesos, lo que significa que el proyecto renta muy por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 12%. La relación B/C es de 16,91 e indica que los daños ambientales podrían compensarse fácilmente por los beneficios generados, y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.1 Plan De Manejo Ambiental

11.1.1 Programas de manejo ambiental

Los programas de manejo ambiental son el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, causados por el desarrollo del proyecto Variante Pamplona, UF1. En este estudio se estructuraron siete (7) programas de manejo ambiental que contienen veintisiete (27) subprogramas (fichas), de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 38.

El costo total estimado de la implementación del PMA es de 6.059.918.504,99 COP.

En la Tabla 39 se presenta el cronograma de actividades establecido en las fichas de manejo.

Tabla 38 Listado de programas y fichas de manejo

Medio Abiótico	
Programas Manejo del Suelo	
Código	**Subprogramas**
PMF-01	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica
PMF-02	Manejo de residuos de construcción y demolición – RCD y zonas de disposición final ZODMES
PMF-03	Adecuación de vías de acceso e industriales
PMF-04	Manejo de materiales y equipos de construcción
PMF-05	Manejo paisajístico
PMF-06	Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y especiales
Programa de manejo del recurso hídrico	
Código	**Subprogramas**
PMF-06	Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales
PMF-07	Manejo de fuentes hídricas
PMF-08	Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas
Programa de manejo del recurso atmosfera	
Código	**Subprogramas**
PMF-09	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido
Programa de manejo y adecuación de vías de acceso	
Código	**Subprogramas**
PMF-10	Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva
PMF-11	Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso
Programa de manejo y adecuación de vías de acceso	
Código	**Subprogramas**
PMF-12	Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto
PMF-13	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras
Medio Biótico	
Programas de manejo del suelo	
Código	**Nombre de la ficha**
PMB-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote
PMB-02	Manejo de flora
PMB-03	Manejo de aprovechamiento forestal
PMB-04	Revegetalización de áreas intervenidas
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y a la protección y conservación de hábitats	
Código	**Nombre de la ficha**
PMB-05	Manejo de fauna silvestre
PMB-06	Protección y conservación de hábitats
Medio Socioeconómico	
PGS–01	Atención al Usuario. SGS - 01
PGS–02	Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto. SGS-02
PGS–03	Información y Participación Comunitaria. SGS - 03
PGS–04	Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional. SGS - 04
PGS–05	Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto. SGS-05
PGS–06	Cultura Vial. SGS - 06
PGS–07	Afectación a terceros SGS - 07
PGS–08	Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos. SGS - 08

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 39 Cronograma de las actividades de manejo

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																	Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
PMF-01: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica																																															
Implementación de obras de drenaje complementarias													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Implementación de obras de protección de taludes													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de obras de drenaje y protección													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-02: Manejo de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y sitios de disposición final ZODMES																																														
Acopio de RCD													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Transporte de RCD													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Disposición Final de RCD													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-03: Manejo de materiales y equipos de construcción																																													
Mantenimiento rutinario de inspección													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Preventivo													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Correctivo													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de materiales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-04: Manejo paisajístico																																													
Desarrollo de acciones relacionadas con los trabajadores del proyecto													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reconformación de los terrenos afectados en términos de morfología y estabilidad													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento del aseo y orden en la totalidad de las instalaciones asociadas al proyecto													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desarrollo de la restauración y/o compensación de la cobertura vegetal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-05: Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales																																													
Sensibilización y capacitación ambiental a los trabajadores													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																			Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Reducción y clasificación en la fuente													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección y almacenamiento temporal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aprovechamiento y Disposición final													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-06: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales																																															
Conformación de áreas de lavado											X	X																																				
Capacitaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación de baños portátiles en frentes de obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de los baños portátiles instalados en los frentes de obra													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-07: Manejo de fuentes hídricas																																															
Manejo general de las estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento y limpieza de obras hidráulicas													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de las captaciones													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-08: Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas																																														
Túnel																																															
Realineación del Túnel (Ejecutado)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																			
Excavación parcial o por etapas (Método Constr.)													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																							
Excavación con técnica especial de voladuras (Método Constr.)													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																							
Relleno de los piezómetros													X	X																																		
Inyecciones de impermeabilización del macizo rocoso													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																							
Medidas de compensación convencionales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alternativas especiales de aprovisionamiento													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Utilización de aguas de la laguna de Borrero.													X	X	X	X	X	X																												

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Instalación de micropresas													X	X	X	X	X	X																												
Monitoreo de calidad de aguas (análisis hidroquímicos y de calidad). Esto se especifica en PSM	X												X																																X
Monitoreo de niveles y caudales. Esto se especifica en PSM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vía cielo abierto y zodmes																																													
Demarcación y aislamiento del punto													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo de niveles de abatimiento y caudales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo de calidad de aguas (análisis hidroquímicos y de calidad)	X												X																																X
Construcción de filtros drenantes, drenajes, estanques, entre otros.													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Repoblamiento vegetal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-09: Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido																																												
Manejo de emisiones atmosféricas													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de los niveles de ruido y vibración													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dotación de elementos de protección de protección personal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-10: Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva																																												
Señalización frentes de obra y sitios temporales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-11: Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso																																												
Señalización frentes de obra y sitios temporales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMF-12: Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto																																												
Instalación de las instalaciones temporales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														
Funcionamiento de instalaciones temporales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																		Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Desmantelamiento de las instalaciones temporales																																														X	X
PMF-13: Manejo de explosivos y ejecución de voladuras																																															
Verificación de permisos													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Transporte de explosivos													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Almacenamiento de explosivos													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Voladuras													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
PMB-01: Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote																																														
Manejo remoción de cobertura vegetal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desmonte													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Descapote													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMB-02: Manejo de flora																																														
Delimitación de áreas de manejo ambiental													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recorridos de verificación de especies en veda Nacional													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rescate y reubicación de individuos brinzales de especies de flora con importancia ecológica o vedada													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMB-03: Manejo del aprovechamiento forestal																																														
Censo forestal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																		
Aprovechamiento Forestal en áreas antrópicas													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aprovechamiento Forestal en áreas naturales													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMB-04: Revegetalización de áreas intervenidas																																														
Revegetalización y empradización de zonas descapotadas																																												X	X	X	X
PMB-05: Manejo de fauna silvestre																																														
Educación ambiental													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Señalización													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PMB-06: Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles																																														
Capacitación al personal													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Señalización													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acciones de protección de áreas identificadas													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
PGS-01: Atención al Usuario																																															
Sistema de atención al usuario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Funcionamiento de la oficina fija de Atención al usuario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación y puesta en marcha de oficina satélite de Atención al Usuario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visitas de campo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atención, seguimiento y cierre de PQRS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PGS-02: Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto																																													
Inducción al personal vinculado al proyecto													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capacitación al personal vinculado al proyecto													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PGS-03: Información y Participación Comunitaria																																													
Reuniones de inicio	X																																													
Reuniones de avance																														X																	
Reuniones de cierre																																														X
Reuniones extraordinarias													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actividades del Programa de divulgación -Plan De Medios-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Comité de participación y control ciudadano													X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			X		
PGS-04: Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional																																													
Reunión informativa acerca de la normativa de Derecho de Vía con los líderes de organizaciones sociales de la UF1.																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jornada de sensibilización acerca de la conservación del Derecho de Vía en cada una de las unidades territoriales menores de la UF1.																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Etapa	Preconstrucción												Construcción																														Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Entrega de material pedagógico e informativo acerca de la conservación del derecho de vía para las comunidades de las unidades territoriales menores de la UF1.																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PGS-05: Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto																																															
Reuniones con entidades públicas y privadas para la presentación del plan de capacitación y coordinar las alternativas de participación y apoyo en convenio de cooperación													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ejecución del Plan de Capacitación													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PGS-06: Cultura vial																																															
Acercamiento a instituciones educativas													X																																			
Jornadas de sensibilización													X						X						X						X						X						X					
Talleres educativos y pedagógicos sobre seguridad vial													X			X			X			X			X			X			X			X			X				X					
Material de divulgación sobre seguridad vial													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PGS-07: Afectación a terceros																																														
Visitas a los predios				X	X	X	X	X	X	X	X	X																																			
Acompañamiento social – seguimiento. Definición y elaboración del portafolio de servicios inmobiliarios.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acompañamiento social - Desarrollo de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo.							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																													
PGS-08: Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos																																														
Actividades de divulgación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Etapa	Preconstrucción												Construcción																																			Desm	
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Levantamiento actas de vecindad de inicio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Levantamiento actas de vecindad de cierre													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Levantamiento actas de compromiso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

11.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo

El seguimiento y monitoreo a los planes y programas (PSM) busca revisar la validez y confiabilidad de estos. En tal sentido, este plan debe vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de dichos planes y programas, e identificar potenciales oportunidades de mejora en las acciones planteadas en los mismos, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar. El PSM del proyecto Variante Pamplona, UF1, está estructurado por Medio, con ocho (8) fichas para el Abiótico, dos (2) para el Biótico y ocho (8) para el Socioeconómico y Cultural, para un total de dieciocho (18). (Ver Tabla 40).

Tabla 40 Listado de programas y fichas de seguimiento y Monitoreo

Código	Nombre de la ficha
Seguimiento y Monitoreo Medio Abiótico	
SMF-01	Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica
SMF-02	Seguimiento y control al manejo de residuos de construcción y demolición RCD y Zonas de Disposición Final ZODMEs
SMF-03	Seguimiento y control a materiales y equipos de construcción
SMF-04	Seguimiento y monitoreo a medidas establecidas para conservación del paisaje
SMF-05	Seguimiento al manejo de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales
SMF-06	Seguimiento al manejo de residuos líquidos y fuentes hídricas
SMF-07	Control al manejo y control de fuentes de emisión y ruido
SMF-08	Seguimiento a la adecuación, uso y entrega final de las vías de acceso al proyecto
SMF-09	Seguimiento y monitoreo al recurso hídrico subsuperficial y subterráneo
SMF-10	Seguimiento al manejo para la prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva
SMF-11	Seguimiento a las medidas de manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada al proyecto
SMF-12	Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras
Seguimiento y Monitoreo Medio Biótico	
Programas de seguimiento y monitoreo al manejo del suelo	
SMB-01	Seguimiento y monitoreo a los subprogramas de remoción de cobertura vegetal y descapote, manejo de flora y aprovecha
Programa de seguimiento a los programas de conservación de especies faunísticas y protección y conservación de hábitats	
SMB-02	Seguimiento y monitoreo a los programas de conservación de especies faunísticas, protección y conservación de hábitats
Seguimiento y Monitoreo Medio Socioeconómico	
SGS–01	Seguimiento al subprograma de Atención al Usuario
SGS–02	Seguimiento al subprograma de Educación y Capacitación del Personal Vinculado al Proyecto
SGS–03	Seguimiento al subprograma de Información y Participación Comunitaria
SGS–04	Seguimiento al subprograma de Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional
SGS–05	Seguimiento al subprograma de Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto
SGS–06	Seguimiento al subprograma de Cultura Vial
SGS–07	Seguimiento al subprograma de Afectación a Terceros
SGS–08	Seguimiento al subprograma de Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

11.1.3 Plan de Gestión del riesgo

El Plan de Gestión del Riesgo se realizó con el fin de identificar, valorar y priorizar los riesgos potenciales del proyecto de Doble Calzada Pamplona - Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona. El plan describe los lineamientos que permitirán prevenir, atender y controlar adecuada y eficazmente una emergencia con el fin de minimizar los impactos negativos

sobre el personal del proyecto, las personas localizadas en el área de influencia, el medio ambiente y los bienes materiales.

Se realizó la caracterización general de las actividades del proyecto y a partir de la línea base de los elementos ambientales y sociales en el contexto geográfico del proyecto se desarrolló el análisis de las amenazas del proyecto hacia el medio y del medio hacia el proyecto, la evaluación cualitativa de las consecuencias sobre los elementos identificados como susceptibles o vulnerables en el área dada la manifestación de una amenaza y la definición de estrategias para la respuesta.

Mediante el análisis espacial desarrollado se evidenció que el 66% del área se localiza en un nivel de riesgo bajo. El 22% del área se localiza en un nivel de riesgo medio y el 12% restante se localizó en un nivel de riesgo alto. El porcentaje de riesgo alto está determinado principalmente por la amenaza de sismicidad, avenidas torrenciales y por la amenaza geotécnica, relacionada principalmente con potenciales procesos de remoción en masa.

Las amenazas endógenas no representan riesgo medio o alto para los elementos sensibles sociales o socioeconómicos. Para los elementos sensibles ambientales que se encuentran sobre el área de intervención el riesgo se considera medio principalmente por el potencial de presentarse pequeños derrames de insumos usados durante la construcción, que generarían afectaciones muy puntuales principalmente al suelo que se está interviniendo.

El presente plan de gestión del riesgo deberá ser revisado anualmente por el contratista que desarrolle las obras de construcción y opere la vía, con el fin de actualizar su contenido y establecer si la estructura organizacional planteada se ajusta al personal en campo, o si se deben reasignar roles y responsabilidades. Adicionalmente, cuando el proyecto entre en operación se deberá revisar la identificación de amenazas geológicas y el correspondiente análisis de riesgos con el fin de determinar si se presentaron variaciones de dichas amenazas por la construcción.

11.1.4 Plan de desmantelamiento y Abandono

El Plan de Abandono establece las actividades adecuadas para un abandono completo, planificado y efectivo de las áreas que serán afectadas temporalmente por el proyecto, para lo que se aplicarán actividades de recuperación, con el fin de llegar a obtener condiciones armónicas con el medio circundante luego de la intervención. Las actividades por desarrollar en este plan son las siguientes:

- Actividades
- **Abandono**: El abandono de las áreas implica el retiro y/o desmantelamiento de la infraestructura y equipos empleados y estructuras en general, conservando aquella que previene y controla procesos erosivos o aquella que puede ser de beneficio para la comunidad, con previo acuerdo.
- **Manejo y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento:** Se debe realizar limpieza e inspección general que consiste en retirar todos los materiales y residuos que aún quedan después del desmantelamiento, los cuales serán entregados a un tercero autorizado o de acuerdo con su clasificación y origen podrán ser reutilizados en otras actividades. Se llevará a cabo la inspección final por parte del contratista y del interventor ambiental para constatar el cumplimiento de esta obligación.

- **Plan de revegetalización:** Estas acciones están encaminadas al restablecimiento de la cobertura vegetal de las áreas impactadas, mediante la implementación de especies de rápido crecimiento, para evitar que el suelo quede desprotegido.
- **Lineamientos de la gestión social para la fase de abandono de la construcción:** La gestión social desarrollará un proceso informativo, educativo y participativo que integre a las comunidades por medio del Plan de Gestión Social.

11.2 Otros Planes Y Programas

11.2.1 Plan de Inversión del 1%

El proyecto de infraestructura vial: Concesión Unión Vial río Pamplonita, enmarcado dentro del tramo Pamplona-Cúcuta, en su Unidad Funcional 1 (UF1), localizada en los Municipios de Pamplona y Pamplonita, requiere del suministro de agua durante la etapa de construcción para el desarrollo de obras civiles, específicamente las asociadas al uso industrial. Para tal fin se plantea como una de las opciones de abastecimiento de agua, la captación de agua superficial sobre la cuenca hidrográfica del río Pamplonita, perteneciente a la Zona Hidrográfica del Catatumbo dentro del área hidrográfica Caribe, teniendo un punto de captación, con una demanda de agua total de 2,57 l/s.

Bajo este escenario de acceso y uso del recurso hídrico a partir de fuentes naturales, y en cumplimiento de lo establecido en el Parágrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y del Decreto 2099 de 2016, se deberá destinar el 1% de la inversión en las acciones definidas por dicho marco normativo. Por tanto, el Concesionario deberá destinar el 1% de valor del proyecto, en programas de manejo y conservación de las cuencas hídricas que favorecerán la gestión del recurso hídrico en el área de ejecución del proyecto. Dichos programas se enmarcarán en un proceso de concertación con la Autoridad Regional.

A partir de lo anterior, se presenta el valor total de la inversión del proyecto para la UF1, el cual se estableció en $213.645.133.000. De acuerdo con este presupuesto, el valor de la inversión del 1% por uso del recurso hídrico asciende a $2.136.451.330. Para determinar la viabilidad de desarrollar inversiones en las estrategias establecidas por el POMCA del río Pamplonita (CORPONOR, 2014), se elaboró una matriz que relacionó por un lado las alternativas de inversión indicadas por la normativa (2099 de 2016), con las metas a alcanzar por dicho Plan, en correlación con las apuestas de desarrollo establecidas por las Autoridades Regionales y Entes territoriales en materia de gestión del recurso hídrico, para las que se asume existe un proceso intrínseco de articulación.

Como resultado del ejercicio realizado para la selección de alternativas, se formularon de manera preliminar dos programas, teniendo en cuenta lo establecido en el POMCA de la cuenca abastecedora del proyecto y su interacción con las líneas estratégicas incluidas en los instrumentos de gestión local y regional. A partir de esto se proponen los siguientes programas y proyectos para la inversión del 1%:

11.2.1.1 Programa 1: Conservación de áreas estratégicas:

11.2.1.1.1 Proyecto: Adquisición de predios para la conservación de áreas

Este proyecto es un instrumento a través del cual, se asegura una porción de tierra a través de mecanismos jurídicos, para la conservación del suelo y sus coberturas naturales. El logro de este propósito se basa en la selección de áreas de interés para la conservación del recurso hídrico en las cuencas hídricas abastecedoras e identificación de terrenos con

posible oferta en las áreas seleccionadas. Dentro de los resultados del método de correlación de las opciones de inversión del 1% con las apuestas regionales y locales en materia de compra de predios para la conservación, se identificó la existencia de metas precisas relacionadas con la compra de predios, las cuales apuntan a la adquisición de 15.000 hectáreas como meta del cuatrienio según lo establecido en el Planes de Acción de CORPONOR (CORPONOR, 2016), de 187 ha según el PDM de Pamplona (PDM de Pamplona 2016 – 2019), así como 7 áreas protegidas y 1 área adquirida según PDM del municipio de Pamplonita.

La Concesión Unión Vial Río Pamplonita hará la gestión directamente con CORPONOR, con el fin de evidenciar la posibilidad de articular la inversión del 1% para la adquisición de nuevos predios. Identificados y concertados los predios con opción de compra, el Concesionario realizará la evaluación y caracterización de los predios que se estime conveniente para el cumplimiento del objeto del proyecto. Una vez la Licencia Ambiental sea evaluada y aprobada, se coordinará con la entidad correspondiente, los lugares idóneos a ser adquiridos para la protección de las fuentes abastecedoras de agua o para el saneamiento de las áreas protegidas. El cierre de la acción de inversión se dará con la entrega y recibo del predio por parte de la entidad competente, para efectos de su administración y competencias establecidas en el marco jurídico nacional.

11.2.1.2 Programa 2 Monitoreo hidrológico y/o climatológico de la cuenca del río Pamplonita

11.2.1.2.1 Proyecto: Fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico.

La implementación de redes meteorológicas e hidrológicas son de gran utilidad en la generación de información necesaria para comprender y predecir los fenómenos climáticos y eventos hidrológicos extremos que pueden generar emergencias y desastres (IDEAM, 2007). Como resultado del método de correlación de las opciones de inversión del 1% con las apuestas regionales y locales, se encontró que, desde el ámbito regional, el PLANEAR 2016-2035 (CORPONOR, 2016), tiene previsto acciones asociadas directamente con el monitoreo hidrológico, como son la implementación de una red de monitoreo de caudales y/o calidad de agua en las subzonas hidrográficas del río Pamplonita. Así mismo desde el POMCA (CORPONOR, 2014) se proyecta el establecimiento de estaciones de medición hidrométrica y climatológica, dentro del programa Infraestructura y recurso humano científico para la investigación. A nivel local se establece en el PBOT de Pamplona el Monitoreo, evaluación, control y seguimiento de la calidad del agua, mientras que el PDM del mismo municipio proyecta el Fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana locales.

Para el desarrollo de esta propuesta, se contará con la orientación del IDEAM, a quien se manifestará la voluntad de invertir una proporción de los recursos de inversión en los temas aquí señalados, en consideración a que el monitoreo del recurso implica una articulación a un sistema de información, para el cual debe existir un administrador, sea este la corporación o el IDEAM. Esto se debe a que en estas instituciones reside parcialmente el aseguramiento en la operación del sistema. Dentro de este esquema debe mantenerse presente que el IDEAM suministrará la información relacionada con la ubicación de los equipos y los costos asociados a la instalación.

11.2.2 Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad

El capítulo describe la propuesta para compensar a los ecosistemas naturales, seminaturales y transformados que resulten afectados por el desarrollo del proyecto, luego de aplicar los principios de la jerarquía de la mitigación y que tienen como propósito final la no pérdida neta de biodiversidad. De esta forma, las acciones, modos, mecanismos y formas de compensación propuestas, para resarcir a dichos ecosistemas por su probable afectación, está sustentada en las especificaciones descritas en el "Manual de compensaciones del componente biótico" (Minambiente, 2018), y acogidas por la resolución 0256 de 2018.

El Manual de Compensaciones define cuatro aspectos importantes que deben ser desarrollados dentro de la formulación del plan de compensación: qué, cuánto, cómo y dónde compensar; estas cuestiones fueron abordadas en detalle dentro del capítulo 11.2.2 del Estudio de Impacto Ambiental.

Para responder al qué compensar, se listaron y describieron los seis (6) ecosistemas naturales que potencialmente serán afectados por la ejecución del proyecto, en relación con los biomas – Unidades Bióticas B-UB establecidos para Colombia (IDEAM, 2017); Sobre dichas unidades, se asignaron los factores de compensación determinados en el anexo 2 de la Resolución 0256 de 2018, con lo cual se obtuvo un área a compensar de 28,56 ha. Posteriormente, se incluyó dentro del valor de la compensación la afectación a ecosistemas transformados, los cuales se compensaron con un factor de compensación de 1, obteniendo un área a compensar de 13,55 ha, en este caso se incluyeron ecosistemas asociados a coberturas de pastos arbolados, pastos enmalezados y áreas agrícolas heterogéneas. Por lo anterior, el proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona requiere compensar 42,11ha.

La definición de las estrategias de compensación (cómo y dónde), se abordó desde el análisis de las áreas de ecosistemas equivalentes en la subzona hidrográfica del proyecto, en relación con prioridades de conservación (nacionales), las apuestas regionales en materia de conservación de la biodiversidad, áreas contenidas en el Plan Nacional de Restauración y las áreas reportadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales - REAA.

Sobre las áreas que cumplieron los criterios establecidos para la ejecución de las acciones de compensación, se presenta una relación de los predios que involucran superficies con presencia de ecosistemas equivalentes donde es factible su ejecución, junto con la propuesta de los modos y forma de compensación.

El plan de compensación incluye una descripción de sus alcances y metas, junto con una estimación de los costos y cronograma, en consideración a que las líneas de inversión para las acciones propuestas y un plan de monitoreo y seguimiento de los indicadores asociados.

las líneas de inversión del Plan de Compensación se enfocan en la preservación, rehabilitación ecológica, e implementación de sistemas silvopastoriles, utilizando los acuerdos de conservación-producción como modo de implementación en el territorio. El mecanismo de implementación de la compensación se realizará a través de la Alianza Biocuenca, entidad orientada a comprometer, recaudar y administrar recursos económicos para financiar programas y proyectos de conservación y restauración de áreas vinculadas con la sostenibilidad hídrica en las cuencas del Norte de Santander. La forma de

implementación será individual, de acuerdo con la oferta y particularidades que presenta el territorio de influencia del proyecto.