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

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-
CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS**

Capítulo 11.1.3 Planes y Programas – Plan Gestión del Riesgo



CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
11.1.11 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	11
11.1.11.1 Glosario	11
11.1.11.2 Introducción	12
11.1.11.3 Marco Normativo	12
11.1.11.4 Alcance	14
11.1.11.5 Objetivos	14
11.1.11.6 Cobertura geográfica	15
11.1.11.7 Conocimiento del Riesgo	16
11.1.11.7.1 Características del proyecto	16
11.1.11.7.2 Contexto externo del proyecto	25
11.1.11.7.3 Contexto Interno	28
11.1.11.7.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo	30
11.1.11.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo	30
11.1.11.7.6 Valoración del riesgo	36
11.1.11.8 Reducción del riesgo	190
11.1.11.8.1 Medidas de Intervención Prospectiva	190
11.1.11.8.2 Medidas de Intervención Correctivas	197
11.1.11.8.3 Protección financiera	198
11.1.11.9 Manejo del desastre	198
11.1.11.9.1 Componente de preparación para la respuesta a emergencias	198
11.1.11.9.2 Componente de ejecución para la respuesta a emergencias	207
11.1.11.9.3 Procedimientos Operativos Normalizados para la atención de emergencias	209
11.1.11.9.4 Criterios de finalización de una emergencia	218
11.1.11.9.5 Requerimientos de actualización del presente Plan de Gestión de Riesgo	219
11.1.11.10 Directorio de contactos de emergencia	219

11.1.11.10.1	Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres	220
11.1.11.10.2	Directorio de las Juntas de Acción Comunal	221

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 11.1.11-1 Marco normativo	12
Tabla 11.1.11-2 Etapas y Actividades del proyecto consideradas para el análisis de riesgos	16
Tabla 11.1.11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	31
Tabla 11.1.11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	32
Tabla 11.1.11-5 Categorías para el nivel de exposición	33
Tabla 11.1.11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo	33
Tabla 11.1.11-7 Definición del nivel de riesgo	34
Tabla 11.1.11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo	35
Tabla 11.1.11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial	39
Tabla 11.1.11-10 Valores obtenidos en la modelación para R_d para 80 TON ANFO	39
Tabla 11.1.11-11 Valores obtenidos en la modelación para R_d para 40 TON ANFO	39
Tabla 11.1.11-12 Relación entre las categorías de afectación y la probabilidad de manifestación de la amenaza de explosiones	44
Tabla 11.1.11-13 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF3-5	51
Tabla 11.1.11-14 Eventos sísmicos reportados entre 1.644 – 1.926, Servicio Geológico Colombiano	54
Tabla 11.1.11-15 Eventos sísmicos reportados entre junio 1° de 1993 – al 14 de octubre de 2019, SGC	55
Tabla 11.1.11-16 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	60
Tabla 11.1.11-17 Valores de susceptibilidad por litología	60
Tabla 11.1.11-18 Valores de susceptibilidad por geomorfología	64
Tabla 11.1.11-19 Valores de susceptibilidad por hidrogeología	67
Tabla 11.1.11-20 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra	70
Tabla 11.1.11-21 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes	73
Tabla 11.1.11-22 Ponderación de fallas según su tipo	74
Tabla 11.1.11-23 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas geológicas	75
Tabla 11.1.11-24 Valores de susceptibilidad por pendientes	77
Tabla 11.1.11-25 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos	80
Tabla 11.1.11-26 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno	83
Tabla 11.1.11-27 Intervalos de categoría de precipitación	86
Tabla 11.1.11-28 Intervalos de categorías de sismicidad	90
Tabla 11.1.11-29 Categorías para la zonificación geotécnica	92
Tabla 11.1.11-30 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica	93
Tabla 11.1.11-31 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad	107
Tabla 11.1.11-32 Precipitación máxima en 24 (mm/día)	110

Tabla 11.1.11-33 Categorización y características de la densidad de drenaje	111
Tabla 11.1.11-34 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito	113
Tabla 11.1.11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)	117
Tabla 11.1.11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel cerámico	121
Tabla 11.1.11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT	122
Tabla 11.1.11-38 Incendio forestales reportados por el UNGRD	124
Tabla 11.1.11-39 Unidades de cobertura de acuerdo con su susceptibilidad a incendios forestales	126
Tabla 11.1.11-40 Talla equis (<i>Bothrops asper</i>)	132
Tabla 11.1.11-41 Coral o rabo de ají (<i>Micrurus dumerilii</i>)	133
Tabla 11.1.11-42 Coral o Candelilla (<i>Micrurus dissoleucus</i>)	133
Tabla 11.1.11-43 Calculo de probabilidad por accidente ofídico en el área de influencia del proyecto	134
Tabla 11.1.11-44 Características del conflicto en las Unidades Territoriales Mayores, años 1990 - 2013	137
Tabla 11.1.11-45 Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de las Unidades Territoriales Mayores	139
Tabla 11.1.11-46 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas	140
Tabla 11.1.11-47 Componentes vulnerables	141
Tabla 11.1.11-48 Puntos hidrogeológicos identificados en el área de influencia de la UF 3-4-5	150
Tabla 11.1.11-49 Inventario de usos del agua	158
Tabla 11.1.11-50 Elementos sensibles identificados en las áreas potenciales de afectación de los polvorines	161
Tabla 11.1.11-51 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto	163
Tabla 11.1.11-52 Resultados matriciales del análisis de riesgo	167
Tabla 11.1.11-53 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía para el Polvorín 1 (80Ton)	193
Tabla 11.1.11-54 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía para el Polvorín 2 (40Ton)	193
Tabla 11.1.11-55 Programa de educación y divulgación	198
Tabla 11.1.11-56 Contenido del programa de divulgación	199
Tabla 11.1.11-57 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación	201
Tabla 11.1.11-58 Entidades transversales en el Departamento de Norte de Santander	219
Tabla 11.1.11-59 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplonita	219
Tabla 11.1.11-60 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Bochalema	220
Tabla 11.1.11-61 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Chinácota	220
Tabla 11.1.11-62 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Los Patios	220
Tabla 11.1.11-63 Teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal del consejo para la gestión del riesgo	220

Tabla 11.1.11-64 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto 221

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 11.1.11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto	15
Figura 11.1.11-2 Coberturas de la tierra	26
Figura 11.1.11-3 Organización interna para la atención de emergencias Mpo. Los Patios.	27
Figura 11.1.11-4 Esquema de respuesta atención de la emergencia Mpo. Los Patios.	28
Figura 11.1.11-5 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control	29
Figura 11.1.11-6 Proceso de gestión del riesgo	30
Figura 11.1.11-7 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo	34
Figura 11.1.11-8 Sobrepresión en función de la distancia normalizada	38
Figura 11.1.11-9 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión en el polvorín 1 (80 ton de ANFO)	40
Figura 11.1.11-10 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión en el Polvorín 2 (40 ton de ANFO)	41
Figura 11.1.11-11 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 80 ton de ANFO en el Polvorín 1	42
Figura 11.1.11-12 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 40 ton de ANFO en el Polvorín 2	43
Figura 11.1.11-13 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 80 ton de ANFO en el Polvorín 1	45
Figura 11.1.11-14 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 40 ton de ANFO en el Polvorín 2	46
Figura 11.1.11-15 Áreas potenciales de afectación por derrame	48
Figura 11.1.11-16 Consolidado de amenazas endógenas	50
Figura 11.1.11-17 Valor PGA (cm/s ²) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica	51
Figura 11.1.11-18 Amenaza Sísmica	52
Figura 11.1.11-19 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica	59
Figura 11.1.11-20 Susceptibilidad por litología	62
Figura 11.1.11-21 Mapa de susceptibilidad por litología	63
Figura 11.1.11-22 Susceptibilidad por Geomorfología	65
Figura 11.1.11-23 Mapa de susceptibilidad por geomorfología	66
Figura 11.1.11-24 Susceptibilidad por hidrogeología	68
Figura 11.1.11-25 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología	69
Figura 11.1.11-26 Susceptibilidad por cobertura de la tierra	71

Figura 11.1.11-27 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra	72
Figura 11.1.11-28 Susceptibilidad por densidad de drenajes	73
Figura 11.1.11-29 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes	74
Figura 11.1.11-30 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas	76
Figura 11.1.11-31 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas	77
Figura 11.1.11-32 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno	78
Figura 11.1.11-33 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno	79
Figura 11.1.11-34 Susceptibilidad por Morfodinámica	81
Figura 11.1.11-35 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica	82
Figura 11.1.11-36 Susceptibilidad general del terreno	83
Figura 11.1.11-37 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno	85
Figura 11.1.11-38 Factor detonante por Precipitación	86
Figura 11.1.11-39 Factor detonante por precipitación	87
Figura 11.1.11-40 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)	88
Figura 11.1.11-41 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta	89
Figura 11.1.11-42 Mapa de factor detonante por sismicidad	91
Figura 11.1.11-43 Distribución de amenaza geotécnica	92
Figura 11.1.11-44 Mapa amenaza geotécnica	93
Figura 11.1.11-45 Sistema de Transferencia	103
Figura 11.1.11-46 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas	104
Figura 11.1.11-47 Zonificación Susceptibilidad por inundación	105
Figura 11.1.11-48 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF3-5	108
Figura 11.1.11-49 Categorías Índice de Melton	109
Figura 11.1.11-50 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la F3-5	109
Figura 11.1.11-51 Densidad de drenaje (km/km ²) en el área de influencia de la UF3-5 y cuencas asociadas	112
Figura 11.1.11-52 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial	114
Figura 11.1.11-53 Importancia de acuerdo con unidades geomorfológicas	115
Figura 11.1.11-54 Amenaza por avenida torrencial	116
Figura 11.1.11-55 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona	118
Figura 11.1.11-56 Rosa de vientos estación Iser Pamplona	119
Figura 11.1.11-57 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero	120
Figura 11.1.11-58 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo	120
Figura 11.1.11-59 Amenaza por tormentas eléctricas	123
Figura 11.1.11-60 amenaza por incendios forestales	125
Figura 11.1.11-61 Vulnerabilidad Componente Ambiental	143
Figura 11.1.11-62 Vulnerabilidad Componente Social	144
Figura 11.1.11-63 Vulnerabilidad Componente Socioeconómico y cultural	145
Figura 11.1.11-64 Vulnerabilidad Componente Individual	146
Figura 11.1.11-65 Bosque seco tropical respecto del AI UF 3-4-5	147
Figura 11.1.11-66 Superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 3-4-5 con áreas clasificadas en el SIRAP de Norte de Santander	148

Figura 11.1.11-67 Suelo de Protección General respecto de AI y el área de intervención UF 3-4-5	149
Figura 11.1.11-68 Puntos hidrogeológicos	156
Figura 11.1.11-69 Usos y usuarios UF 3-4-5	157
Figura 11.1.11-70 Áreas de actividades agrícolas identificadas en el área de influencia	160
Figura 11.1.11-71 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo	176
Figura 11.1.11-72 Representación espacial de las amenazas endógenas	178
Figura 11.1.11-73 Representación espacial de las amenazas naturales	179
Figura 11.1.11-74 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio	180
Figura 11.1.11-75 Exposición individual	181
Figura 11.1.11-76 Exposición social	182
Figura 11.1.11-77 Exposición socioeconómica	183
Figura 11.1.11-78 Exposición ambiental	184
Figura 11.1.11-79 Riesgo Ambiental	185
Figura 11.1.11-80 Riesgo Social	186
Figura 11.1.11-81 Riesgo Socioeconómico y cultural	187
Figura 11.1.11-82 Riesgo Individual	188
Figura 11.1.11-83 Riesgo Consolidado	189
Figura 11.1.11-84 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo)	190
Figura 11.1.11-85 Modelo de espaldones	193
Figura 11.1.11-86 Áreas potenciales de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 80ton de ANFO teniendo presente la construcción de espaldones de protección en el Polvorín 1	194
Figura 11.1.11-87 Áreas potenciales de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 40ton de ANFO teniendo presente la construcción de espaldones de protección en el Polvorín 2	195
Figura 11.1.11-88 Modelo pararrayos polvorín	197
Figura 11.1.11-89 Organigrama de la emergencia	205
Figura 11.1.11-90 Diagrama de flujo de comunicaciones	209

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 – 5

CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	Pág.
Fotografía 11.1.11-1 Incendio forestal 17 enero de 2016. Municipio de Chinacota	130
Fotografía 11.1.11-2 Incendio forestal 17 enero de 2016. Municipio de Chinacota	130
Fotografía 11.1.11-3 Incendio forestal 19 agosto de 2016. Municipio de Bochlema	131
Fotografía 11.1.11-4 Infraestructura vial objetivo de ataque del ELN	138

11.1.11 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

11.1.11.1 Glosario

- i. Riesgo: resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico (AENOR, 2008).
- ii. Proceso de gestión del riesgo: aplicación sistemática de políticas de gestión, procedimientos y prácticas, a las tareas de establecimiento del contexto, identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación del riesgo (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004).
- iii. Amenaza/Peligro: fuente de daño potencial o situación con potencial para causar pérdida (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004).
- iv. Vulnerabilidad: factor interno de un sujeto, objeto o sistema (medio y recursos asociados) expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012)
- v. Consecuencia: resultado de un evento amenazante expresado cualitativa o cuantitativamente, como por ejemplo una pérdida, una lesión, una desventaja o una ganancia (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
- vi. Probabilidad: posibilidad de que ocurra un evento o resultado específico. Se mide generalmente en términos de la relación entre los eventos o resultados específicos y el número total de eventos o resultados posibles (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
- vii. Emergencia: situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una compañía, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que puede requerir la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
- viii. Evacuación: Conjunto de actividades y procedimientos tendientes a conservar la vida y la integridad física de las personas en el evento de encontrarse amenazadas por el desplazamiento a través y hasta lugares de menor riesgo (IDIGER, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, s.f.).
- ix. Atención de Emergencias: es el conjunto de procedimientos, técnicas, métodos y acciones encaminadas a garantizar una respuesta rápida y eficaz para controlar una emergencia presentada, con el fin de detener o interrumpir, atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un derrame sobre el entorno humano y natural y lograr el pronto retorno a la normalidad (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).
- x. Simulacro: Medición del comportamiento del personal comprometido y encargado de la ejecución de los procedimientos con el fin de probar su reacción ante

situaciones especiales que son estructuradas lo más estrechamente posibles con las emergencias reales.

11.1.11.2 Introducción

El presente Plan de Gestión del Riesgo se desarrolló para la obtención de la Licencia Ambiental correspondiente a la construcción del proyecto de Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF 3-4-5 Variante Pamplona. Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de Marzo de 2015.

El presente plan propende por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos, económicos con los que cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas y preliminarmente las operativas de la vía.

Las estructuras de respuesta planteadas en el presente documento son una guía, y deben ser ajustadas una vez se determine el personal en campo y el organigrama. Se desarrollaron con base en los roles y responsabilidades establecidas en el esquema del Sistema Comando de Incidentes. En el presente documento, se sugieren los procedimientos de acción básicos para afrontar situaciones de emergencia con el fin de evitar al máximo pérdidas humanas, daño ambiental o pérdidas económicas debido a contingencias manifestadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Se espera, que el presente plan de gestión del riesgo sea revisado anualmente por el contratista que desarrolle las obras de construcción y opere la vía, con el fin de actualizar su contenido y establecer si la estructura organizacional planteada se ajusta al personal en campo, o si se deben reasignar roles y responsabilidades. Adicionalmente, cuando el proyecto entre en operación se deberá revisar la identificación de amenazas geológicas y otras que se identifiquen cómo relevantes, en el marco del análisis de riesgos con el fin de determinar si se presentaron variaciones de dichas amenazas por la construcción.

11.1.11.3 Marco Normativo

A continuación, la siguiente tabla presenta el marco jurídico tenido en cuenta para la elaboración del Plan de gestión del Riesgo.

Tabla 11.1.11-1 Marco normativo

NORMA	OBJETO
Decreto 2157 de 2017	"Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012".
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley 1523 de	Por la cual se adopta la Política Nacional De Gestión del Riesgo de Desastres

NORMA	OBJETO
2012	y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
Decreto ley 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
Decreto 2893 de 2011	“Modificó los objetivos, la estructura orgánica y las funciones del Ministerio del Interior, separando del mismo las relativas a la gestión del riesgo de desastres y las relacionadas con la dirección y coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres”.
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias (PNC) Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres.
Decreto 93 del 13 de enero de 1998.	Por medio del cual el Gobierno Nacional adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, cuyos objetivos son reducción de riesgos y prevención de desastres, la respuesta efectiva en caso de desastres y, la rápida recuperación de las zonas afectadas
Ley 99 de 1993	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector Público encargado de la Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”.
Constitución Política Nacional de 1991	Establece el marco normativo general de la jurisprudencia colombiana. Sus Artículos 79 y 80 disponen: <i>ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</i> <i>ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</i>
Resolución Número 001016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En su Artículo 11, Numeral 18 establece lineamientos para el desarrollo de los planes de emergencia enmarcados en el subprograma de Higiene y Seguridad Industrial.
Decreto Legislativo 919 de mayo 1 de 1989.	Por medio del cual la Presidencia de la República organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), dentro del cual, entidades públicas y privadas que desarrollen obras o actividades peligrosas o de alto riesgo deben elaborar planes, programas, proyectos y acciones específicas para proteger a la población de los problemas de seguridad causados por la eventual ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea el “Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD)”.
Decreto 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales en su Título VIII, Artículo 31 establece que “En accidentes que causen deterioro ambiental o hechos

NORMA	OBJETO
	ambientales que constituyen peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro”.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Adicionalmente el presente Plan de Gestión del Riesgo tuvo en consideración los lineamientos establecidos en:

- i. Norma Técnica Colombiana (NTC) 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, D.C.
- ii. La Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2011).
- iii. Metodologías de Análisis de Riesgo Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE. Bogotá D.C. enero de 2014.
- iv. ISO 31000:2009. Herramienta para evaluar la gestión de riesgos.
- v. NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de riesgos. Técnicas de valoración del riesgo.

11.1.11.4 Alcance

El presente Plan de Gestión del Riesgo tiene como alcance el desarrollo del análisis de riesgo y el planteamiento preliminar de las estructuras de respuesta a los potenciales riesgos y amenazas que se podrían presentar en las áreas donde se desarrollen las actividades pre-constructivas, constructivas y operativas del proyecto, el cual tiene como objeto principal generar la construcción del proyecto de Doble Calzada Pamplona – Cúcuta.

11.1.11.5 Objetivos

- Objetivo general

El presente Plan de Gestión del Riesgo se desarrolló con el objetivo de propender por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos y económicos con los que cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas y operativas de la vía.

Tiene como fin fundamental prevenir y atender los daños que se puedan ocasionar sobre los componentes ambientales, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto a raíz de la manifestación de las amenazas.

- Objetivos específicos

A continuación, se presentan los objetivos específicos del presente Plan de Gestión del Riesgo:

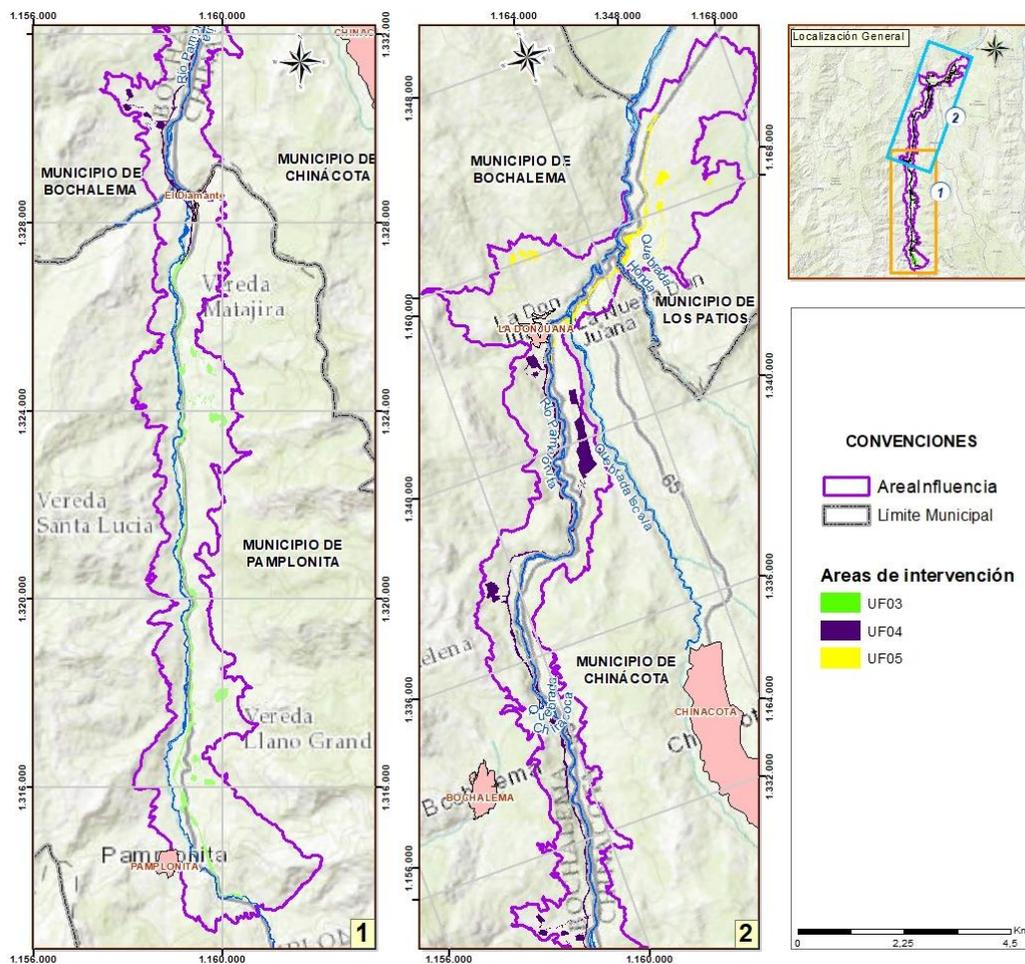
- i. Proveer la información de los riesgos asociados a las amenazas endógenas y exógenas que puedan afectar a la comunidad y al proyecto.

- ii. Identificar los niveles de riesgo a los cuales estará expuesto el desarrollo del proyecto
- iii. Identificar los niveles de activación, prioridades de protección y prioridades de acción.
- iv. Asignar responsabilidades y funciones a las personas involucradas en el plan, de tal manera que se delimite claramente el ámbito de acción de cada uno y se facilite la labor de mando y control dentro de una estructura jerárquica vertical claro.

11.1.11.6 Cobertura geográfica

A continuación en Figura 11.1.11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyectos se presenta la cobertura geográfica del presente plan, correspondiente al área de influencia del proyecto.

Figura 11.1.11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

11.1.11.7 Conocimiento del Riesgo

11.1.11.7.1 Características del proyecto

En el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se describen en detalle las etapas y actividades del proyecto; sin embargo, en la Figura 11.1.11-2 Coberturas de la tierra se presenta una descripción general de las etapas utilizadas para el análisis de riesgo.

Tabla 11.1.11-2 Etapas y Actividades del proyecto consideradas para el análisis de riesgos

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
Gestión predial y negociación del derecho de vía	<p>Proceso de concertación con los propietarios de cada uno de los predios que posiblemente se van a ver afectados por las actividades del proyecto, con el propósito de llegar a negociaciones necesarias para la construcción de las obras planteadas.</p> <p>Esta faja varía según la categoría de la vía, conforme lo establece el artículo 2º de la Ley 1228 de 2008: Artículo 2o. Zonas de Reserva para Carreteras de la Red Vial Nacional. Se establecieron las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros. 2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros. 3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros. <p>Parágrafo: El metraje determinado en este artículo se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior. Para el caso de la UF3, 4 y 5 corresponde totalmente a una carretera de primer orden.</p> <p>Nota: La faja de concertación predial en algunas áreas está en función del diseño de los taludes dependiendo del grado de verticalización de estos.</p>
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	Gestión desarrollada por el contratista para llevar a cabo la reubicación de infraestructura (servicios públicos y/o sociales) presente en las áreas de intervención directa para el desarrollo del proyecto o que pueda interferir con las actividades de este.
Contratación y capacitación del personal	Desarrollo de las estrategias de concertación entre la empresa operadora y/o contratistas y las comunidades del área de influencia, con el fin de contratar y capacitar el personal requerido para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto. La instrucción está enfocada en conocimientos específicos relacionados con la labor a realizar, aspectos de la organización, formación básica en salud ocupacional, seguridad industrial y cuidado del medio ambiente.
Adecuación de accesos	Para llegar adecuadamente a todos los frentes de trabajo y sitios de disposición de materiales ZODME, es necesario contar con accesos con características adecuadas para el tránsito de maquinaria y personal. Por la condición de las vías veredales a usar en este proyecto las adecuaciones corresponderán principalmente a intervenciones sobre la capa de rodadura mediante la conformación de afirmado; y en algunos puntos específicos a la creación de bahías (sobrecanchos) para permitir el tránsito unidireccional y/o los requerimientos de los radios de giro de los vehículos especiales que deben transitar.

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
Construcción de accesos	<p>Conformación de vías que permitan la conexión entre la vía existente y la vía proyectada o ZODME, esto accesos son, de corta longitud que se desprenden de las vías industriales existentes para transportar maquinaria, equipos, materiales y personal.</p> <p>Por la condición de las vías veredales a usar en este proyecto las adecuaciones corresponderán principalmente a intervenciones sobre la capa de rodadura mediante la conformación de afirmado; y en algunos puntos específicos a la creación de bahías (sobreanchos) para permitir el tránsito unidireccional y/o con un ancho aproximado que oscila entre 4 y 12 metros dependiendo del radio de giro de los vehículos especiales que deben transitar. Las actividades a desarrollar corresponden a remover rocas u otros elementos que interfieran, instalar material fresado de pavimento para mejorar la superficie de rodadura a través de intervenciones lineales y puntuales. Ampliar cuneteo, mejorar superficie.</p> <p>Cabe destacar que al interior de las vías se identifican algunos tramos viales en los que la estructura de la superficie corresponde a placa- huella, esto debido a las condiciones topográficas de algunos sitios de las vías veredales existentes, no obstante, la presencia de estas obras es esporádica y obedece a aspectos puntuales de las condiciones topográficas del área de estudio.</p> <p>Es importante indicar que las intervenciones asociadas a vías de acceso para las UF 3, 4 y 5 se enfocarán a actividades de mantenimiento de la capa de rodadura en afirmado para las vías. Adicionalmente, dado que en algunos alineamientos de las vías industriales definidas requieren reconfiguración de características geométricas, se contempla la ejecución de actividades de intervención en los taludes de las mismas en los sitios indicados por sobreanchos a la vía indicada.</p>
Movilización y transporte de materiales, personal, maquinaria y equipos	<p>Movilizar y transportar materiales, personal, equipos y maquinaria, relacionados con las actividades propias de la construcción, en condiciones adecuadas de seguridad y eficiencia. Generalmente el transporte se realiza en camabajas, doble troques, camiones, volquetas y vehículos livianos.</p>
Materialización y replanteo (Topografía)	<p>Corresponde a la materialización en el terreno del trazado, así como de todas las obras de arte y de geotecnia preventiva de acuerdo con los planos de diseños civiles detallados producto del diseño.</p>

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
Captación de agua	<p>Corresponde a la actividad de captar agua de fuentes de agua superficiales presentes en el área del proyecto con el fin de satisfacer las necesidades de construcción por este recurso. Se requiere principalmente para riego de vías, lavado de equipos y maquinaria, compactación de terraplenes y obras civiles. Se prevé un total de caudal de captación de 7,35 l/s en cinco (5) franjas de captación sobre el río Pamplonita aproximadamente de 10 metros cada una, cuyas coordenadas se relacionan en la siguiente Tabla.</p>

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO							
	ID	Coordenadas Magna-sirga Origen Bogotá		Municipio	Vereda	Fuente	Cuenca	Caudal(L)
		Este	Norte					
C1	1163004.88	1342510.05	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
	1163017.60	1342505.66	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
	1163016.96	1342501.62	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
	1163015.34	1342495.70	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
	1163000.67	1342500.76	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
	1163001.73	1342503.50	Chinácota	Nueva Don Juana	Quebrada Iscalá	Subcuenca Iscalá	1.68	
C2a	1159608.68	1335451.43	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
	1159602.50	1335442.01	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
	1159602.25	1335442.93	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
	1159602.03	1335467.08	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
	1159620.98	1335495.12	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
	1159621.15	1335475.74	Chinácota	Lobatica	Río Pamplonita	Subcuenca Suárez	1.33	
C5	1158967.22	1328757.90	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158966.03	1328755.67	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158960.96	1328760.01	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158963.40	1328763.28	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158966.08	1328766.89	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158967.18	1328768.06	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	
	1158971.35	1328764.60	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33	

ACTIVIDADES		DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO						
		1158972.07	1328764	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33
		1158970.34	1328761.96	Bochalema	Zarcuta	Quebrada La Colonia (Tescua)	Subcuenca Tescua	1.33
	C6a	1159024.44	1325819.93	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1158984.23	1325825.90	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1158984.61	1325827.10	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1158986.95	1325837.21	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1158987.61	1325838.63	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1158987.67	1325838.75	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1159021.42	1325834.94	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1159025.40	1325837.25	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1159025.81	1325830.27	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1159025.88	1325829.12	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
		1159024.79	1325822.03	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33
	1159024.77	1325822.03	Pamplonita	Matajira	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.33	
	C7a	1159014.73	1321146.42	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
		1159017.14	1321157.87	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
		1159016.75	1321162.83	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
		1159043.91	1321165.43	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
		1159042.59	1321160.53	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
		1159045.61	1321147.15	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68
1159015.70		1321148.39	Pamplonita	La Palmita	Río Pamplonita	Subcuenca El Naranjo	1.68	
Vertimientos	Se debe disponer de manera adecuada el agua residual procedente de las actividades de construcción del túnel, previo tratamiento necesario y verificación del cumplimiento de los niveles de los parámetros fisicoquímicos establecidos en la normatividad aplicable. Para este proyecto se prevén dos puntos de vertimiento; Localizados sobre la quebrada NN-116 (V12_1 Coordenadas 1.159.422,53E 1.315.395,13N - V12_2 Coordenadas 1.159.410,48E 1.315.385,27N).							
Desmorte y limpieza	Consiste en el desmorte y limpieza del terreno natural, removiendo la cubierta vegetal de forma total en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y áreas asociadas parcialmente según sea necesario en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía. Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo							

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
	que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.
Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	Demolición total o parcial de estructuras existentes dentro de las zonas requeridas del proyecto, incluyendo la remoción, transporte y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Incluye también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre y otros obstáculos.
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Estas actividades consisten en cortar, excavar, remover y cargar, los materiales provenientes de los cortes de suelo requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, incluyendo la excavación profunda para cimentaciones de puentes. También se incluyen acciones como escarificar, nivelar y compactar el terreno con materiales apropiados de acuerdo con los diseños realizados.
Construcción de obras de drenaje.	<p>TUBERÍAS Y BOX COULVERT: consiste en el suministro, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías y marcos de hormigón in situ o prefabricado que servirán como estructuras para el drenaje transversal del proyecto vial.</p> <p>DISIPADORES DE ENERGÍA Y SEDIMENTADORES: consiste en la construcción de estructuras cuya finalidad es reducir la velocidad del flujo de una corriente de agua, para disminuir el potencial de erosión en los elementos que sea de interés para el proyecto y producir una retención dentro de la estructura de los sedimentos suspendidos. Los disipadores de energía y los sedimentadores se clasifican de acuerdo con el tipo de construcción y a sus elementos constitutivos, pudiendo ser en concreto reforzado, ciclópeo o gaviones. En todos los casos, la construcción comprende el suministro de materiales y equipos, así como la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas de concreto y mortero, colocación de gaviones, acabado y curado de las obras.</p> <p>SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR. Se refiere al uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo adyacente evitando su transporte y posterior erosión. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.</p> <p>DRENES HORIZONTALES EN TALUDES: Los drenes horizontales de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de cortes y eventualmente en terraplenes que permiten la salida del agua disminuyendo la saturación del terreno.</p> <p>CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO: Estructuras en forma de canal paralelas a la vía que permiten evacuar el agua de escorrentía que se genera sobre o en zonas próximas a la vía del proyecto con el fin de conducir las de manera controlada a un sitio adecuado, evitando su concentración y acción erosiva.</p> <p>ZANJAS DE CORONACIÓN DE TALUDES: Son elementos tipo cuneta de concreto fundidas en el lugar, con sacos de suelo-cemento o revestidas con geomembranas, que se construyen en la parte superior de los taludes con el objeto de interceptar y evacuar adecuadamente los flujos de agua que pueden escurrir sobre el talud, los cuales producirán a largo plazo erosión.</p>

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
Construcción de estructuras de concreto	Consiste en el suministro de materiales, fabricación, instalación, vibrado, curado y acabados de los concretos requeridos, para la construcción de las estructuras que demandan grandes cantidades de concreto, asociadas a los puentes, pasos inferiores y viaductos, que incluyen el vaciado y fundido de concreto reforzado con acero, para pilotes, cimentaciones columnas, pilas muros y ejecución de tableros de voladizos sucesivos, vigas prefabricadas en banco y tableros in situ.
Construcción de estructuras de pavimento	Consiste en la colocación, nivelación y compactación de cada uno de los componentes que conformarán la estructura del pavimento, incluyendo la compactación de base y sub-base y colocación de la capa de rodadura.
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	<p>PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES: consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto que generen paredes desnudas y potencialmente inestables en el proyecto, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos. Se consideran como opciones de protección el trasplante de césped, empradización, siembra de semillas, las fajinas, biomantos, siembra arbustiva, la colocación de tierra orgánica (material vegetal) y la hidrosiembra controlada.</p> <p>PANTALLAS SIMPLES: Comprende obras preventivas y de reforzamiento estructural básicas como son los trinchos y los muros de confinamiento. Estos últimos se pueden ejecutar de diversas formas y materiales (concreto reforzado, concreto simple, gavión, entre otros).</p> <p>PRODUCTOS ENROLLADOS PARA CONTROL DE EROSIÓN: Se refiere al uso e instalación de sistemas para control de erosión que faciliten el establecimiento de la vegetación natural en taludes o laderas geotécnicamente estables, con el objetivo de controlar el proceso erosivo. Considera la instalación de productos enrollados (mantos) para control de erosión (PECE).</p> <p>RECUBRIMIENTO DE TALUDES CON MALLA Y MORTERO: consiste en la protección de taludes utilizando malla de alambre de acero y mortero de cemento Portland.</p> <p>ANCLAJES PASIVOS: Hace referencia a los sistemas de refuerzo de los taludes mediante la instalación de barras de acero y lechada de concreto, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o rocas inestables ante la ejecución de cortes viales.</p> <p>ANCLAJES ACTIVOS: Hace referencia a los sistemas de estabilización de taludes mediante la utilización de torones de acero pretensado e inyecciones de lechada de concreto en el bulbo, con el propósito de generar condiciones de esfuerzo sobre el terreno que permitan contener masas de suelo y/o rocas inestables ante la ejecución de cortes viales.</p> <p>PANTALLAS ANCLADAS: Es un sistema en el cual se utilizan elementos estructurales (pilotes) junto con sistemas de anclajes activos con el propósito de contener grandes masas de suelo inestables que puedan afectar la operación de la vía.</p>
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	<p>Corresponde al retiro de materiales estériles no aprovechables provenientes de la construcción de la vía y áreas complementarias, del túnel y los escombros generados por la demolición de infraestructura existente en las áreas que serán ocupadas por el proyecto vial.</p> <p>Incluye la ejecución de las estructuras requeridas para la estabilización de las ZODME's, como lo son la construcción de las obras de contención (gaviones, muros, etc.) las cual en su mayoría deben ser ubicadas en la parte baja (pata) del ZODME, con el objeto de</p>

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
	<p>controlar los posibles deslizamientos del material dispuesto; construcción de drenajes como filtros longitudinales y transversales que sirven para conducir fuera del área el agua de forma adecuada.</p> <p>El material a disponer es extendiendo y compactado por capas según indicaciones de geotecnia en terrazas para facilitar la disposición y estabilización según la superficie y el grado de pendiente, lo cual determinará las características de los taludes a implementar. Incluye todas las obras finales para estabilización, como lo son la construcción de las bermas y cunetas de coronación con el objetivo de conducir adecuadamente las aguas lluvias lejos de la estructura evitando saturaciones y consecuentes inestabilidades.</p> <p>Para la UF 3, 4 y 5 se ha proyectado la construcción de 25 ZODME, las cuales combinadas tendrán una capacidad total estimada de 3,844,570.45 m³, distribuidas en las veredas Calaluna, California, Corozal, El Caney, La Palmita, La Selva, Matajira, Naranjales, Peña Viva, San Antonio, San Rafael y Zarcuta.</p> <p>En el caso de escombros (residuos de demolición de infraestructura existente), debido a sus características geomecánicas especiales, no podrán ser dispuestas en estas ZODME, por lo que se entregarán a escombreras autorizadas para su correcta disposición final.</p>
Recuperación de áreas intervenidas	Adecuación geotécnica y paisajística de las áreas intervenidas como: sitios de disposición temporal de escombros, en sitios de acopio y accesos.
Señalización y demarcación definitiva	Realización de la demarcación de los carriles, señalización vertical y estructuras de contención y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad vial.
Limpieza y cierre final	Una vez finalizada la etapa de construcción, se procederá al desmantelamiento de los equipos y demás infraestructura instalada, asegurando dejar el área en las condiciones apropiadas para la normal operación vial.
Portales de entrada y salida	Comprende actividades como limpieza y descapote del área a cortar, seguido de corte de la roca o suelo hasta donde las condiciones geomecánicas de la roca lo permitan sin realizar sostenimientos artificiales. En el sitio de emportalamiento se realizará la protección de los taludes adyacentes colocando concreto lanzado con fibra y perforando drenajes o mechinales para aliviar la carga hidráulica existente en el frontón. También se perforará e instalaran bulones de anclaje, si es necesario, para mejorar las condiciones de soporte del terreno. En el patio de maniobras se dispondrá de un área de plataforma para operación del equipo y se construirán las cunetas necesarias para el manejo de agua superficial.
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	<p>Comprende la actividad de adquisición, transporte y almacenamiento de material explosivo. Incluye la actividad de operación de los polvorines y la implementación de medidas de seguridad para almacenamiento y transporte. Mensualmente se presentará al Ministerio de Defensa informes de ingreso, consumo por frente de trabajo y saldo de todos los materiales explosivos empleados en actividades de excavación subterránea.</p> <p>Para el almacenamiento de estos insumos se cuenta con dos sitios de acopio adecuados (polvorines) para estos productos. Un polvorín está localizado cerca de la ZODME VER 367, y con el centroide del polígono de localización en las coordenadas E = 1.159.726, N = 1.316.110; y el otro a unos 300 metros de la ZODME VER 908, con el centroide del polígono de localización en las coordenadas E = 1.158.492, N = 1.329.779.</p> <p>Se dispondrá de áreas de almacenamiento respectivamente de 2,67 y 0,03 Ha para el acopio y almacenamiento.</p>
Excavación emboquilles	Terminado el sostenimiento de los portales se procede a la instalación de paraguas de micropilotes con longitudes que varían entre 6 y 12 metros compuestos por tubería metálica de diámetro entre 88,9 mm – 101 mm y separados 0,30 m – 0.50 m. Estos

ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
	micropilotes atraviesan material aluvial de bajo autosoporte y se traslaparan 3 metros hasta que se logre el contacto con roca de mejor autosoporte. Se dispondrán radialmente y su objetivo es proteger la zona de techo o bóveda de la excavación. Como complemento a este sostenimiento se colocarán cerchas tipo HEB 160 y se reforzara finalmente con concreto lanzado. En el acceso al túnel se hará una estructura de protección tipo visera revestida con chapa metálica y concreto lanzado para evitar impactos por desprendimientos en taludes.
Excavaciones por perforación y voladura	Previa demarcación topográfica y una vez calificado el tipo de terreno a excavar se procederá a perforar con Jumbo una plantilla prediseñada que debe contener número de taladros a perforar, cantidad de carga a emplear, número de retardos para lograr la rotura y fragmentación del material, así como el factor de carga requerido conforme al tipo de terreno que se está excavando. La excavación será atacada de modo que en una primera etapa se realizará la excavación de bóveda y en un ciclo posterior cuando la bóveda ya esté avanzada se dará ejecución a la excavación de la destroza complementándose con el soporte respectivo.
Desescombro	Realizado el ciclo de voladura se realizarán labores de saneo desprendiendo mediante el uso de barretas de aluminio aquellos materiales que no han terminado de desprenderse del terreno natural, igualmente se verificara que no hayan quedado cargas o residuos de explosivo que ofrezca peligro de detonación no controlada. Finalmente se dispondrá de una pala cargadora que hará el cargue del material producto de la voladura a camiones que lo transportarán inicialmente hasta la boca del túnel, y en segundo término, hacia las ZODME's aprobadas para su disposición final adecuada.
Instalación de ventilación e iluminación	Para la evacuación de los gases y humos generados por los equipos de construcción y las voladuras, se instalará un sistema de ventilación forzada por medio equipos en serie con la capacidad requerida, unidos por ductos de ventilación, los cuales se irán instalando en la medida en que avancen las excavaciones de cada túnel. Estos equipos y ductos se instalan en la clave (parte más alta) del túnel. También se instalarán provisionalmente luminarias que permitan identificar maquinaria o mano de obra distribuida a lo largo del túnel, así como puntos específicos como nichos, apartaderos, o estaciones de bombeo.
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	<p>SOPORTE: Terminado el desescombro se procederá conforme a la clasificación del terreno a colocar el tipo de sostenimiento prediseñado en su orden concreto lanzado, bulones de anclaje y cerchas metálicas o celosías. En la medida que el terreno vaya empeorando su calidad autoportante será necesario implementar refuerzos en contra bóveda ya sea con estructura metálica o concreto.</p> <p>IMPERMEABILIZACIÓN: Finalizado el ciclo de sostenimiento temporal del túnel compuesto por concreto lanzado, bulones y cerchas se puede dar inicio a la instalación de geotextil de 400gr/m² y lamina PVC de 2 mm de espesor los cuales se utilizarán para recoger todas las aguas de infiltración provenientes de la excavación. Estas aguas serán conducidas inicialmente en tuberías de 4" de diámetro y de allí serán conectadas a una red principal de 400 mm que llevara este caudal hacia el exterior del túnel. El objetivo final es que estas aguas no tengan contacto con el concreto de revestimiento.</p> <p>REVESTIMIENTO: Se refiere al proceso de recubrimiento primario con concreto lanzado tipo gunita, previa instalación de armadura que puede estar compuesta por malla electrosoldada o por aceros redondos de 1/2" según lo determine el diseño final. También incluyen las inyecciones de estabilización y sellado hidráulico que se prevén como medidas de mitigación para protección ante infiltración de aguas en el túnel.</p>
Manejo de aguas	Corresponde al manejo adecuado de las aguas industriales y las procedentes de la excavación e infiltración del túnel, mediante un sistema de tratamiento definido por floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos, para poder proceder al vertimiento final en las condiciones requeridas por la normatividad. El

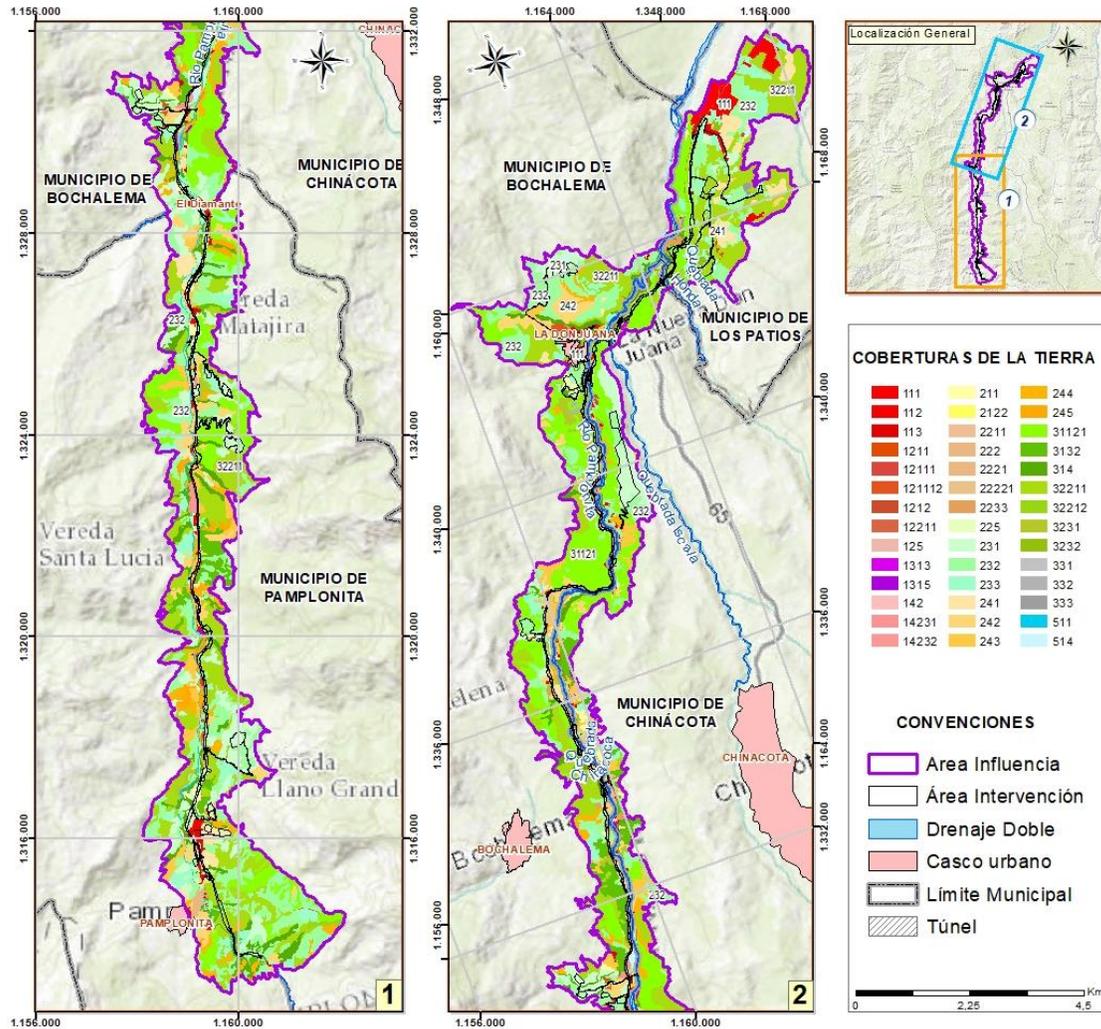
ACTIVIDADES	DEFINICIÓN ACTIVIDADES CON PROYECTO
	área de tratamiento está ubicado a aproximadamente 100 metros del punto de vertimiento V12, y sus aguas serán conducidas a través de una manguera.
Lavado de maquinaria y equipos	Corresponde al lavado de la maquinaria y equipos empleados en el periodo de ejecución del proyecto, como parte de los mantenimientos preventivos. Esta actividad contempla la construcción de un sistema de tratamiento cerrado que contara con rejilla perimetral, canales de conducción, trampa de grasas, desarenador, decantador y separador de grasas para tratar las aguas industriales antes de ser dispuestas o vertidas en las condiciones requeridas por la normatividad. Las áreas de lavado están ubicado aproximadamente en el PK36+000 "Área de lavado" y la segunda dentro del "Área de trabajo túnel" en el PK47+060" aproximadamente.
Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.	Corresponde a la instalación de equipos de medición de convergencia, deformaciones, movimientos laterales, presiones, esfuerzos e instalación de equipos de ventilación temporal durante la construcción. De igual manera corresponde a la instalación de equipos electromecánicos para ventilación definitiva, sistemas contra-incendio, señalización, iluminación y comunicaciones para la puesta en operación del túnel.

Fuente: (ECOGERENCIA, UVRP, 2019, 2019)

11.1.11.7.2 Contexto externo del proyecto

En el Capítulo 5. Caracterización del área de Influencia se presenta en detalle la caracterización del área de influencia del proyecto. Sin embargo, en la Figura 11.1.11-2 Coberturas de la tierra se presentan las coberturas identificadas en dicha área.

Figura 11.1.11-2 Coberturas de la tierra



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Los municipios de Pamplonita, Bochalema y Chinacota no presentan Planes Municipales de Gestión de Riesgo ante la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Por su parte, en el Municipio de Los Patios se cuenta con el Plan de Contingencia Temporada de Lluvias 2018 (2017), en el cual se establecen cómo principales escenarios de riesgo los deslizamientos e inundaciones.

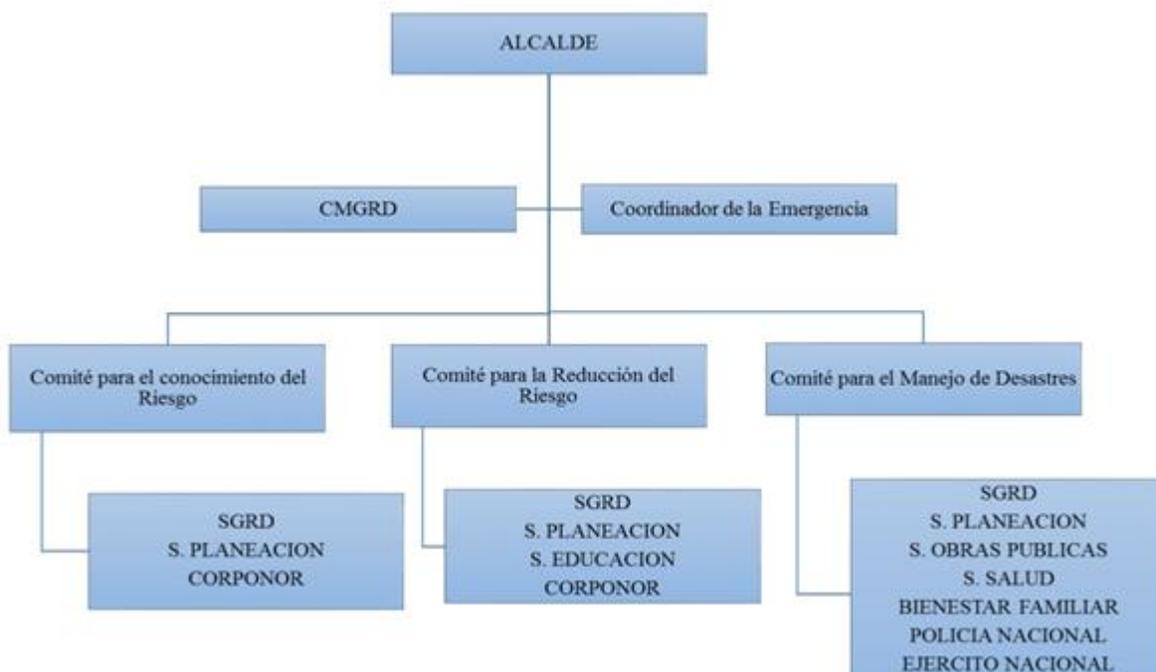
Los deslizamientos se identifican principalmente en taludes localizados en los barrios San Carlos, Llanitos, Los Colorados, Montebello y Tierralinda en la zona rural y vías de las veredas California.

Frente a la inundación, se resaltan las inundaciones generadas y las potenciales a raíz de desbordamientos de la quebrada Juana Paula ocasionados por la alteración antrópica de

sus riberas.

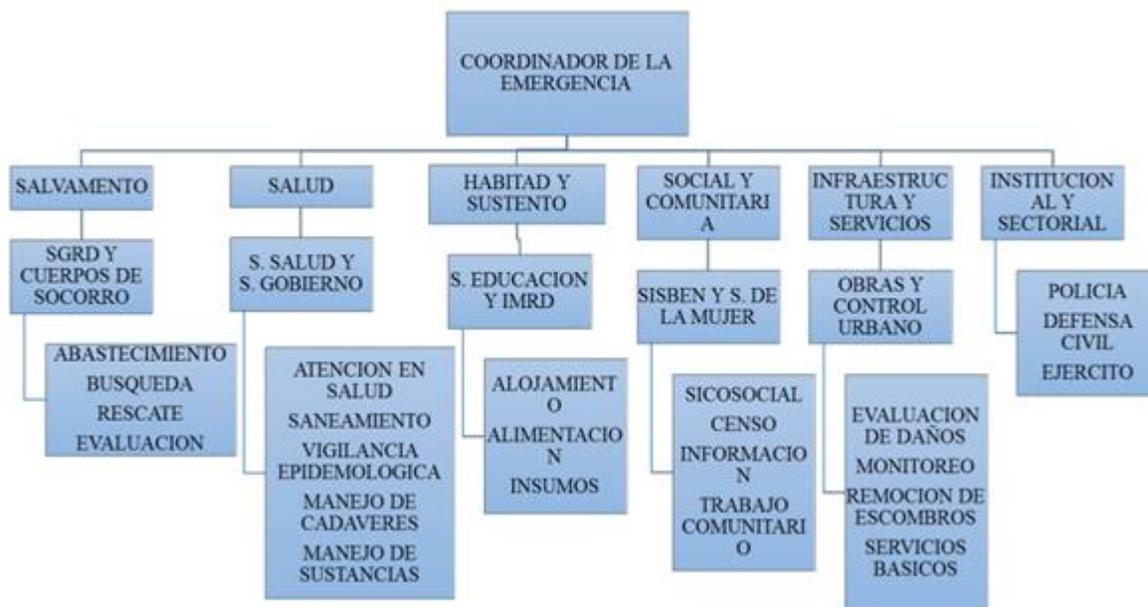
En Figura 11.1.11-3 Organización interna para la atención de emergencias Mpo. Los Patios. y Figura 11.1.11-4 Esquema de respuesta atención de la emergencia Mpo. Los Patios. se presenta el organigrama para la respuesta establecido en el municipio de Los Patios.

Figura 11.1.11-3 Organización interna para la atención de emergencias Mpo. Los Patios.



Fuente: Plan de Contingencia Temporada de Lluvias 2018. Consejo Municipal de Gestión del riesgo de Desastres. Municipio de Los Patios, Norte de Santander. Noviembre de 2017.

Figura 11.1.11-4 Esquema de respuesta atención de la emergencia Mpo. Los Patios.



Fuente: Plan de Contingencia Temporada de Lluvias 2018. Consejo Municipal de Gestión del riesgo de Desastres. Municipio de Los Patios, Norte de Santander. Noviembre de 2017.

Adicionalmente, para el área de influencia del proyecto se identificó el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -CORPONOR (2010) en el cual se identificó como una estrategia el Fortalecimiento de la organización institucional en materia ambiental y gestión de riesgos y el Programa III. Gestión del riesgo en el cual se plantean Proyecto 1. Diseño y ejecución de obras bioingenieriles para estabilización de taludes, el Proyecto 2. Manejo Integral del cauce en la Cuenca del Río Pamplonita, el Proyecto 3. Gestión para la prevención y atención de desastres (CLOPAD) y PLEC'S. Sin embargo, hasta el momento no se evidenciaron referencias bibliográficas de la implementación de estos.

En el área de influencia del proyecto no se identifican instalaciones de terceros que puedan originar amenazas o producir efecto dominó con relación a la manifestación de alguna amenaza interna de la vía.

11.1.11.7.3 Contexto Interno

A continuación, se presenta el contexto de gestión del riesgo para Sacyr, de acuerdo con el marco del grupo empresarial, establecido en el Informe de Responsabilidad Corporativa (2011).

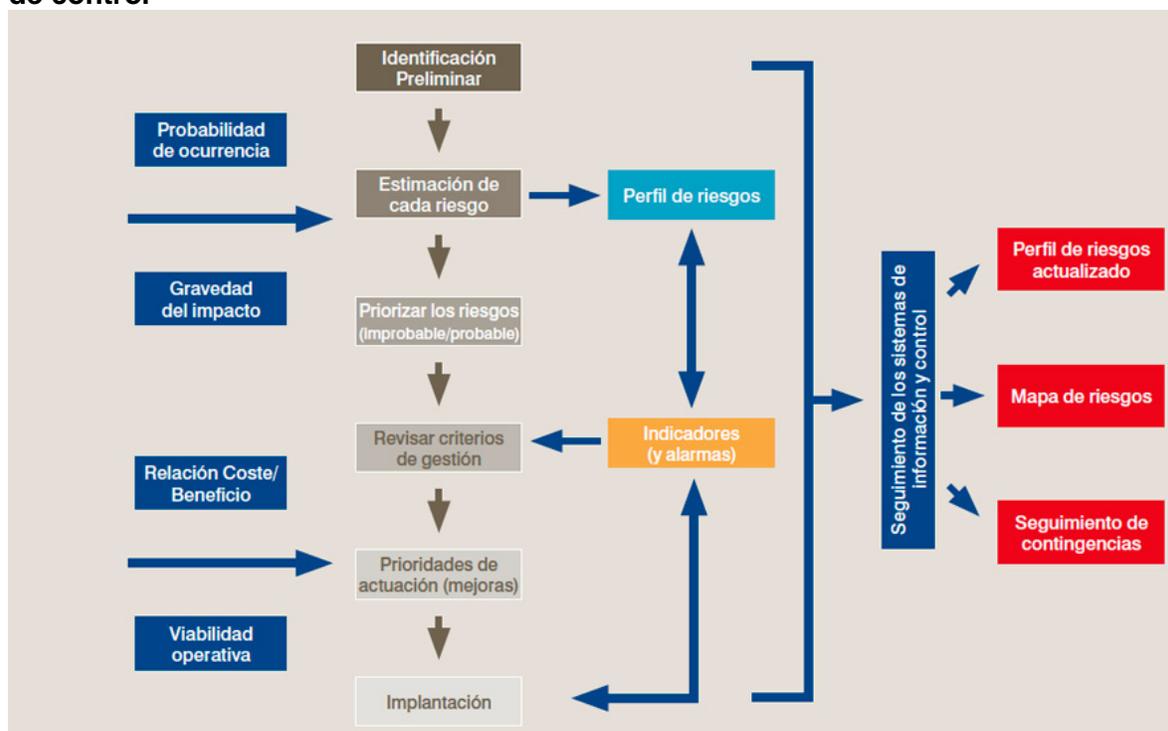
El Grupo SyV, con importante presencia en el ámbito internacional, desarrolla su actividad en diferentes sectores, entornos socioeconómicos y marcos reguladores. En este contexto existen riesgos de diversa naturaleza, consustanciales a los negocios y sectores en los que la compañía opera.

El Grupo SyV ha establecido una política sólida para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de un modo eficaz, cuyo fin último es garantizar la obtención de un grado razonable de seguridad acerca de la consecución de los objetivos de eficacia y eficiencia en las operaciones, fiabilidad de la información y cumplimiento de la legislación.

Según se establece en la Política de control y gestión de riesgos de SyV, el proceso comienza con una identificación y evaluación preliminar de los riesgos que, dada la naturaleza cambiante del entorno en que la organización opera, debe actualizarse periódicamente. El resultado de esta primera etapa son los mapas y perfiles de riesgos, que incluyen los principales riesgos estratégicos y operativos agrupados en diferentes categorías (entorno de negocio, regulación, imagen y reputación, recursos humanos, operaciones, financieros, información para la toma de decisiones, tecnología y sistemas de información y buen gobierno), junto con una evaluación de su posible impacto y probabilidad de ocurrencia.

Tras la identificación de los riesgos, se analiza el conocimiento de los mismos que tiene la dirección y la idoneidad y efectividad de las decisiones adoptadas para mitigarlos. Con esta información, la Dirección de cada negocio, con la supervisión de Auditoría Interna establece sus prioridades de actuación en materia de riesgos y determina las medidas a poner en marcha, tomando en consideración su viabilidad operativa, sus posibles efectos, así como la relación coste - beneficio de su implantación.

Figura 11.1.11-5 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control



Fuente: (SyV, 2011)

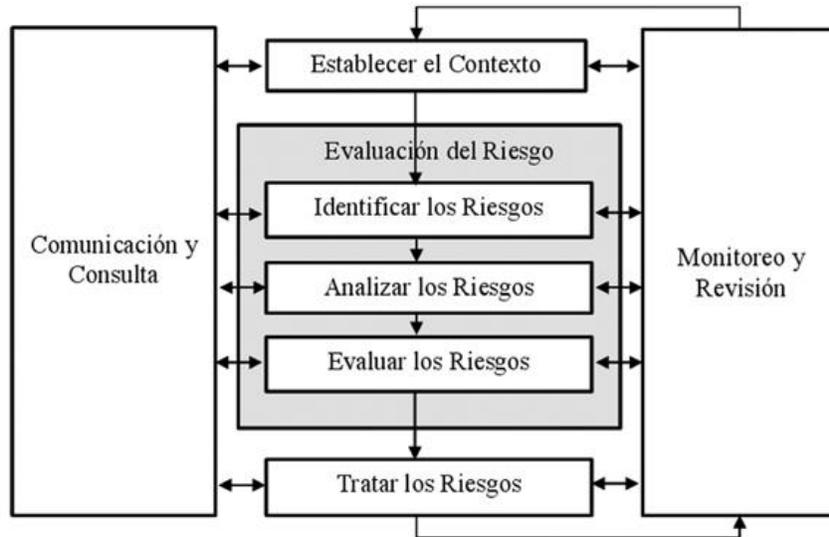
Específicamente, la Unión Vial Río Pamplonita está a cargo del Centro de Control de Operaciones (CCO), desde el cual se ofrece una respuesta eficaz y oportuna ante cualquier eventualidad que se presente en el corredor Pamplona-Cúcuta. Desde el PR90+200, sector Guayabales, vereda La Palmita, municipio de Pamplonita, se coordinan todos los servicios gratuitos ofrecidos al usuario en la vía, las 24 horas del día, los 365 días del año.

Los canales de comunicación principales de la compañía corresponden al atencionalusuario@unionvialriopamplonita.com y el celular 350 280 68 24. Adicionalmente, se cuenta con la línea única de atención de accidentes, incidentes y emergencias: 350 460 9707.

11.1.11.7.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo

Para el desarrollo del presente Plan de Gestión del Riesgo se tuvo en consideración los lineamientos conceptuales y metodológicos establecidos en el Decreto 2157 de 2017, las Metodologías de Análisis de Riesgo Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE. Bogotá D.C. enero de 2014, la ISO 31000:2009. Herramienta para evaluar la gestión de riesgos y la NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de riesgos. Técnicas de valoración del riesgo; el resumen del proceso de gestión del riesgo se presenta en la Figura 11.1.11-6 Proceso de gestión del riesgo.

Figura 11.1.11-6 Proceso de gestión del riesgo



Fuente: NTC 5254 e ISO 31000

11.1.11.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición de este:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Exposición}$$

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de estos al evento amenazante.

Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrollará mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificarán las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realiza la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 11.1.11-3. Para su estimación se usan las estadísticas establecidas en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y en el Consolidado Anual de Emergencias y en las bases de datos de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Corporación OSSO Colombia y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR.

Tabla 11.1.11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADO	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA CASOS
5	Muy Alta (VH)	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta (H)	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media (M)	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja (L)	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja (N)	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 11.1.11-4 se presenta las categorías para calificar la vulnerabilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar en el actual capítulo.

Tabla 11.1.11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto (VH)	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alto (H)	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Medio (M)	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Bajo (L)	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Bajo (N)	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019). Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005).

Para el caso de las amenazas naturales se establece un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así como asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinará qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizarán cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta (Tabla 11.1.11-5).

Tabla 11.1.11-5 Categorías para el nivel de exposición

NIVEL DE EXPOSICIÓN		
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
5	Muy Alta (VH)	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy alta probabilidad de ocurrencia
4	Alta (H)	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una alta probabilidad de ocurrencia
3	Media (M)	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia media.
2	Baja (L)	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una baja probabilidad de ocurrencia
1	Muy Baja (N)	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior, al ser cruzada la vulnerabilidad con la amenaza y su probabilidad de manifestación y la potencial exposición de los elementos sensibles a las amenazas se obtiene el nivel de riesgo definido en tres categorías: Alto, Medio y Bajo (Tabla 11.1.11-6).

Tabla 11.1.11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo

AMENAZA		VULNERABILIDAD					EXPOSICIÓN	
		Muy Alta (VH)	Alta (H)	Media (M)	Baja (L)	Muy Baja (N)		
		5	4	3	2	1		
Muy Alta	5	125	100	75	50	25	5	Muy Alta
Alta	4	80	64	48	32	16	4	Alta
Media	3	45	36	27	18	9	3	Media
Baja	2	20	16	12	8	4	2	Baja
Muy Baja	1	5	4	3	2	1	1	Muy Baja
RIESGO		(H)		M	L			
RANGO		64 - 75		27 - 50	1 - 25			

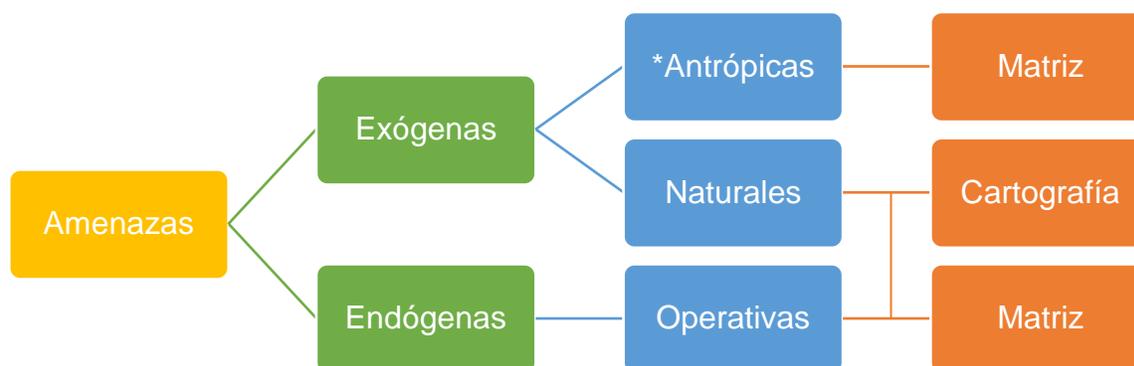
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan especializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

En conclusión, al clasificar las amenazas según su origen, exógenas y endógenas, se determina la metodología como se evaluará el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se establece una evaluación del nivel de riesgo matricial y

cartográfico que se determina por la información que se pueda obtener como insumo para su evaluación. La Figura 11.1.11-7 representa el esquema metodológico para el análisis y evaluación del riesgo.

Figura 11.1.11-7 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

*Para el caso de amenazas naturales (e.j. riesgo biológico y vendavales) que no puedan ser espacializadas, el análisis se desarrollará también de manera matricial.

Para el análisis de riesgo individual se espacializarán las amenazas endógenas que puedan ser asociadas a elementos específicos del proyecto.

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 11.1.11-7.

Tabla 11.1.11-7 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Alto (H)	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio (M)	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo (L)	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).

Fuente: Modificado de (ECOPETROL, 2012)

Aceptabilidad del nivel de riesgo

Los riesgos tienen un rango de aceptabilidad de acuerdo con las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles; en la Tabla 11.1.11-8 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

Tabla 11.1.11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
BAJO	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones preoperacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas. La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Requiere procesos asociados a las buenas prácticas. Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.
MEDIO	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.
ALTO	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección; es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal. Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión del riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión de riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo. Adicional, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

La valoración dada a los niveles de riesgo se describe a continuación:

- Bajo: Corresponde a riesgos que se controlan con base en los diseños, la organización normal del proyecto, los programas de capacitación y entrenamiento en los procedimientos de trabajo, la utilización de personal capacitado y las acciones

normalmente desarrolladas en la ejecución de este tipo de proyectos. Los eventos que ocasionan este riesgo son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno. Aunque existen los riesgos, la prevención, los procedimientos normalmente establecidos para los diferentes procesos y actividades, hacen que los eventos incluidos en este rango, no ocasionen retrasos, pérdidas o daños importantes que afecten el desarrollo del proyecto o su operación.

- Medio: Se presentan riesgos que dependen de la ejecución y operación del proyecto (endógenos), siendo controlables a través del Plan de Manejo Ambiental y Plan de Contingencias. Las consecuencias de los eventos son controladas, pero es posible que se ocasionen daños a niveles localizados o pérdidas limitadas que no afectan el desarrollo del proyecto, de manera normal. No hay suspensiones de las actividades del proyecto y los daños son reparables a nivel local.
- Alto. Corresponde a riesgos por fenómenos naturales, malos procedimientos o situaciones de orden público, que afecten cualquiera de las etapas de ejecución del proyecto. Las consecuencias de los eventos son controladas principalmente a través del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Contingencia. En caso de presentarse por fenómenos naturales de gran magnitud, estos son difícilmente previsible, y sus efectos no son controlados por los diseños. Los daños y pérdidas ocasionados afectan considerablemente el desarrollo, ejecución u operación del proyecto.

11.1.11.7.6 Valoración del riesgo

Identificación, análisis y evaluación del riesgo

- Identificación, análisis y evaluación del riesgo

A continuación, se presenta la identificación y descripción de las amenazas endógenas y exógenas (naturales y antrópicas) del proyecto y los resultados obtenidos en la estimación del nivel de riesgo para los escenarios evaluados.

- Identificación y clasificación de amenazas

Una amenaza se define como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente del daño puede ser un fenómeno o una actividad humana o natural, que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

De acuerdo con el contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia del proyecto se elaboró una lista potencial los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo con el origen de estos:

Amenazas de origen interno (endógenas)

Son las amenazas endógenas son aquellas que se pueden presentar por el desarrollo de las actividades (rutinarias, no rutinarias y de emergencia¹) relacionadas a la ejecución del proyecto que tienen el potencial de afectar tanto la integridad del personal que hace parte del proyecto, cómo a la comunidad asentada en el área de influencia, la infraestructura física del proyecto y/o las características bióticas y/o abióticas comprendidas en el área de estudio del proyecto.

- Incendios / Explosiones (IE)

Un incendio o una explosión se pueden producir por la combustión de líquidos, gases o materiales combustibles que entran en contacto con una fuente de energía inicial.

El evento se podría presentar por el inadecuado manejo, almacenamiento o disposición de sustancias inflamables, combustibles o explosivos durante la etapa de construcción. Adicionalmente podría presentarse por la manipulación inadecuada de plantas de energía eléctrica o cortos circuitos en las redes del sistema eléctrico.

Para el proyecto, la amenaza endógena de mayor relevancia sería la explosión ocasionada por un mal manejo durante el almacenamiento o uso de los explosivos requeridos en la construcción del túnel. Los sitios de acopio y almacenamiento de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel se encuentran localizados en las coordenadas E= 1.159.725 N= 1.316.110 y E= 1.158.492 N= 1.329.778.

Mensualmente se presentará al Ministerio de Defensa informes de ingreso, consumo por frente de trabajo y saldo de todos los materiales explosivos empleados en actividades de excavación subterránea.

Las sustancias explosivas que se pretenden usar para el desarrollo del proyecto en su totalidad, teniendo presente que son varias Unidades Funcionales, corresponden aproximadamente a seiscientos (600) toneladas de ANFO y de doscientas 200 a trescientas 300 toneladas de emulsión.

El transporte de los explosivos hasta los lugares de almacenamiento se realizará a través de una empresa autorizada para tal fin; que cuente con el Plan de Gestión del Riesgo requerido para la movilización de este tipo de sustancias cumpliendo con la Resolución

¹ De acuerdo a la norma OHSAS 18002:2008 **Fuente especificada no válida**. los procesos de identificación de peligros podrían partir del análisis de ese tipo de actividades. Las actividades rutinarias son las que se realizan frecuentemente y que adicionalmente están directamente relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa. Las no rutinarias se realizan inusualmente en ocasiones porque son poco relevantes, no están relacionadas con el objeto social de la empresa o definitivamente son de una frecuencia irregular, esto quiere decir que no son cíclicas, no están determinadas cronológicamente y no obedecen a una condición o necesidad prevista por la empresa **Fuente especificada no válida**.

1209 de 2018.

Con el fin de determinar en términos espaciales preliminarmente el comportamiento de la amenaza en el caso de explosión del ANFO se utilizó un modelo de TNT que permite realizar la estimación de consecuencias por un evento de sobrepresión, sin tener en cuenta las potenciales afectaciones por la propulsión de fragmentos; este modelo es ampliamente utilizado para establecer los potenciales efectos de la sobrepresión a una determinada distancia del centro de una explosión (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998).

El modelo está basado en una ley empírica, establecida a partir de simulaciones utilizando explosivos; esta ley establece efectos equivalentes para explosiones ocurriendo a una misma distancia normalizada, expresada como:

$$z = \frac{R_d}{(W_{TNT})^{1/3}}$$

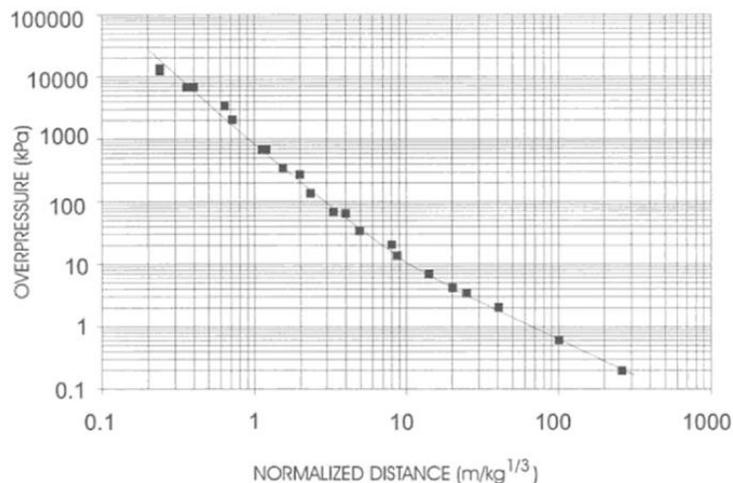
Z = Distancia normalizada (m.kg^{-1/3})

R_d = Distancia real

W_{TNT} = Cantidad de TNT usada en la explosión, o la cantidad teórica estimada en equivalencia al TNT que liberaría la misma cantidad de energía.

En la Figura 11.1.11-8 se presenta la relación entre la sobrepresión y la distancia normalizada. Se debe tener presente que esta relación aplica para valores en los cuales la presión atmosférica es superior a 0.25 atmósferas; para valores inferiores se espera que las distancias sean significativamente superiores a las ilustradas en la gráfica. En referencias bibliográficas se encuentran gráficas diferenciando la relación para explosiones elevadas u explosiones a nivel del suelo; sin embargo, la sobrepresión varía menos del 20%, por lo cual la Figura 11.1.11-8 representa los dos tipos de explosiones (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998).

Figura 11.1.11-8 Sobrepresión en función de la distancia normalizada



Fuente: (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998)

El proceso para establecer los efectos de una explosión a una distancia especificada comienza con el cálculo de la energía involucrada, expresada como la masa equivalente de TNT; posteriormente, se estima la distancia normalizada (Z) y se utilizan referencias bibliográficas (Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 2000; Lobato, y otros, 2009; Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998; ZAMORA, 2018) para establecer la vulnerabilidad de personas, equipos o infraestructura sometidos a determinada presión.

Para la modelación en el polvorín localizado en la Unidad Funcional 3-4-5, se simuló la explosión de 80 toneladas de ANFO para el Polvorín 1 y 40 toneladas de ANFO para el Polvorín 2; que se espera estén almacenadas al mes en el polvorín. La estimación de W_{TNT} se realizó con base en las equivalencias de TNT presentadas por el Institute of Makers of Explosives (IME), utilizando 0.88 kilocalorías / gramo como el calor de combustión o de la explosión para el ANFO.

Con el fin de establecer las envolventes potenciales de afectación se utilizaron las referencias Tabla 11.1.11-9.

Tabla 11.1.11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial

EFECTOS DE LA SOBREPRESIÓN		PSI	KPA	DISTANCIA NORMALIZADA Z (M/KG ^{1/3})
1	Destrucción de edificios	8,0	55,2	4,6
2	Probabilidad de lesiones personales graves	3,5	24,1	6,7
3	Rompimiento de vidrios	1,0	6,9	16

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019) tomado de (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018).

De esta forma, para dichas presiones se obtuvieron los valores de R_d (m) ilustrados en la Tabla 11.1.11-10 y Tabla 11.1.11-11, con los cuales se graficaron las figuras de Figura 11.1.11-9 a la Figura 11.1.11-12.

Tabla 11.1.11-10 Valores obtenidos en la modelación para R_d para 80 TON ANFO

kPa	Z (m/kg ^{1/3})	W_{TNT}	R_d (m)
55,2	4,6	64.587,20	184.5
24,1	6,7		269
6,9	16		642

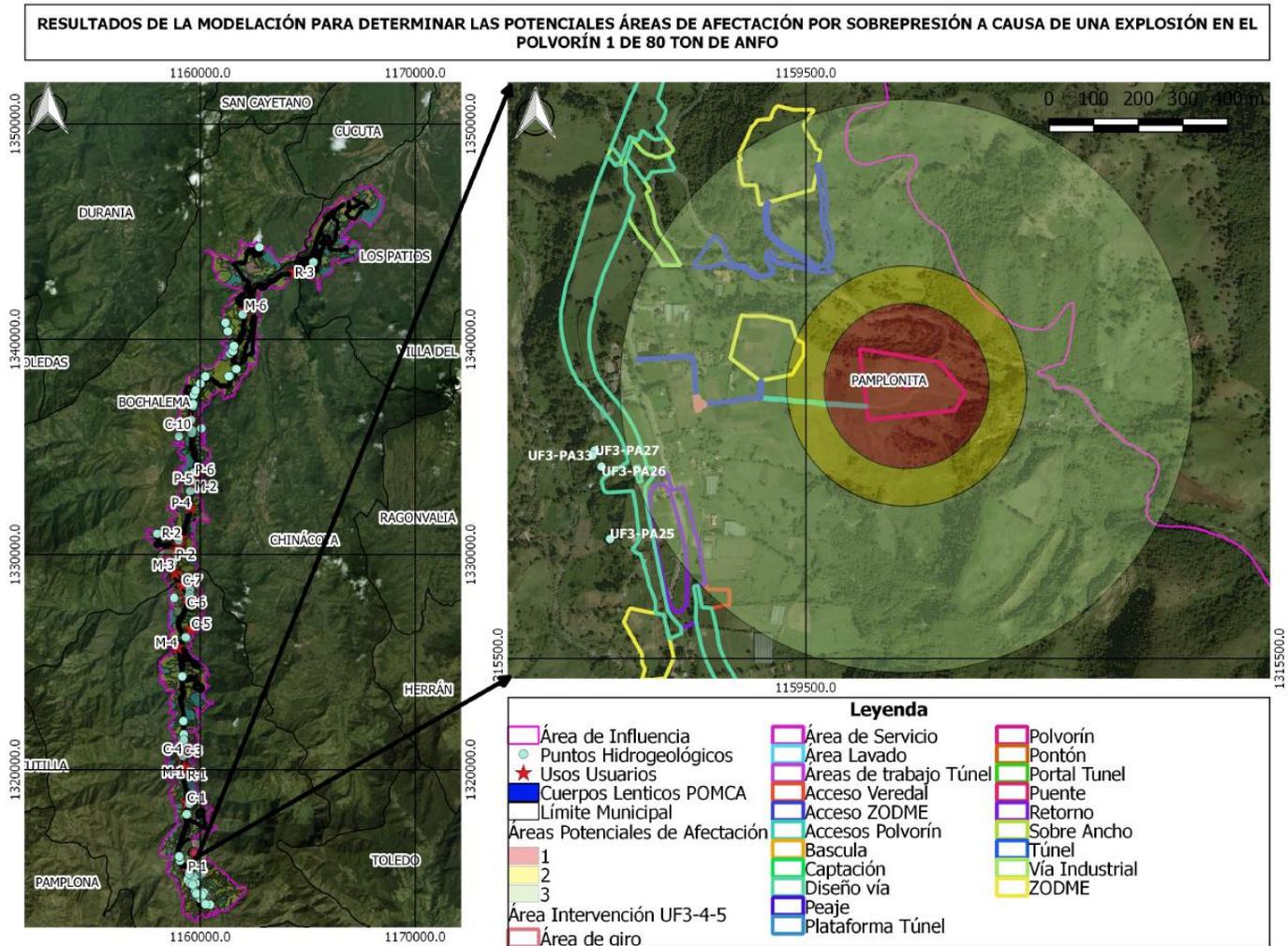
Fuente (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Tabla 11.1.11-11 Valores obtenidos en la modelación para R_d para 40 TON ANFO

kPa	Z (m/kg ^{1/3})	W_{TNT}	R_d (m)
55,2	4,6	32.293,60	146.5
24,1	6,7		213.5
6,9	16		509.5

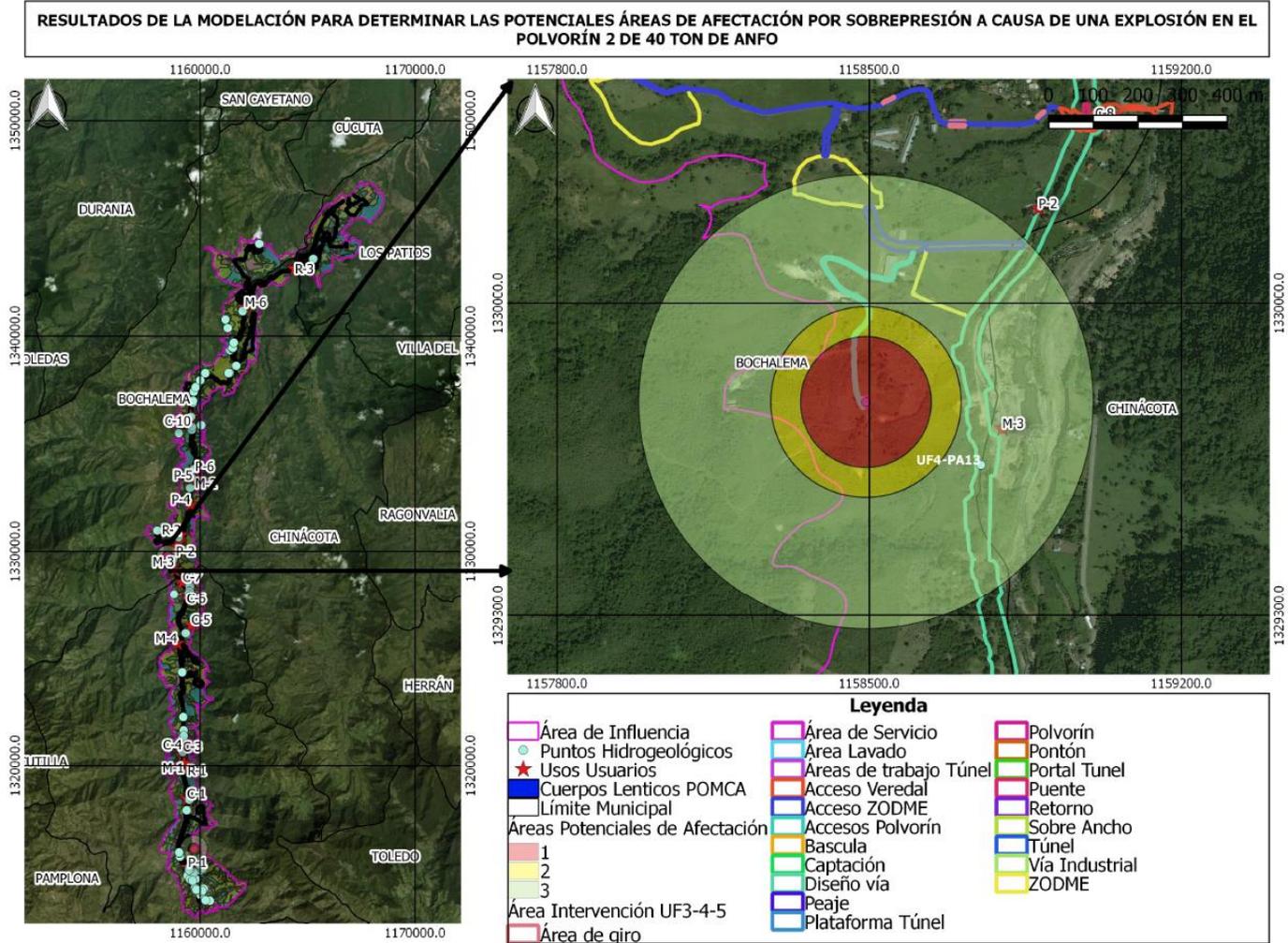
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-9 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión en el polvorín 1 (80 ton de ANFO)



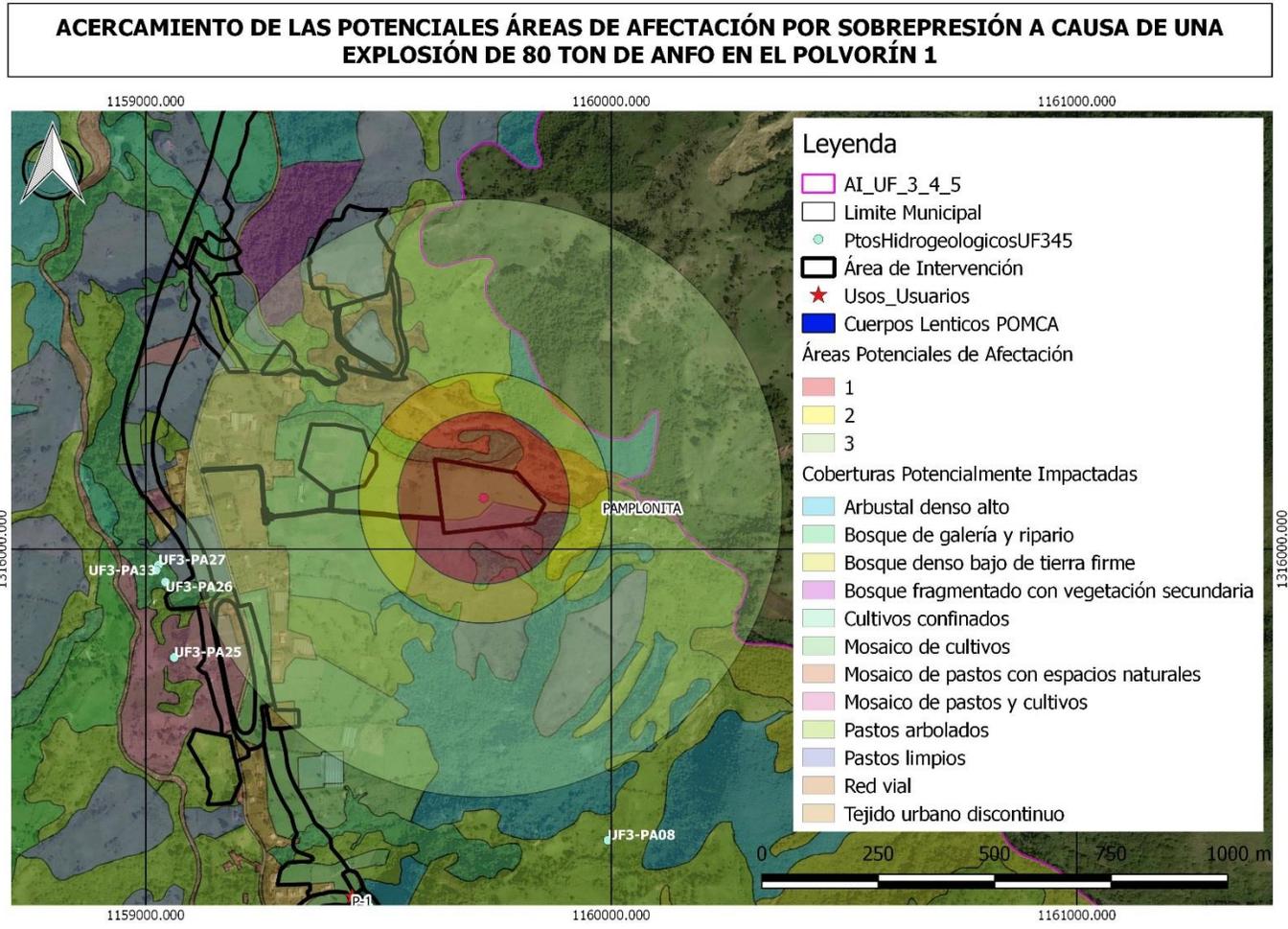
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019).

Figura 11.1.11-10 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión en el Polvorín 2 (40 ton de ANFO)



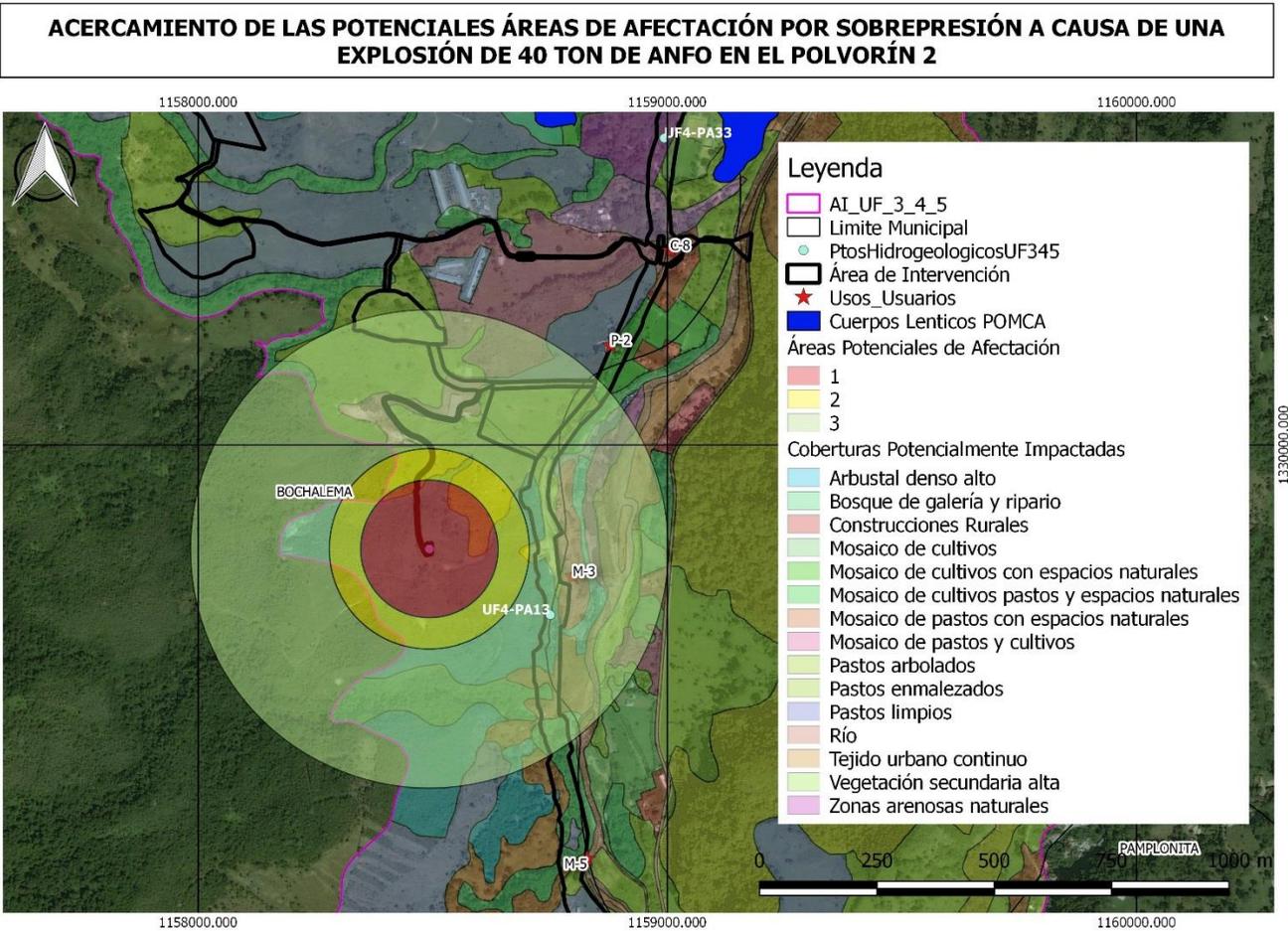
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019).

Figura 11.1.11-11 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 80 ton de ANFO en el Polvorín 1



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019).

Figura 11.1.11-12 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 40 ton de ANFO en el Polvorín 2



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019).

Dado que las áreas representadas en las figuras anteriores representan las áreas que podrían verse significativamente afectadas por la explosión del polvorín, más no relacionan cómo tal la probabilidad de este tipo de eventos; se utilizó la Tabla 11.1.11-12 para consolidar el comportamiento de la amenaza en términos de probabilidad.

Tabla 11.1.11-12 Relación entre las categorías de afectación y la probabilidad de manifestación de la amenaza de explosiones

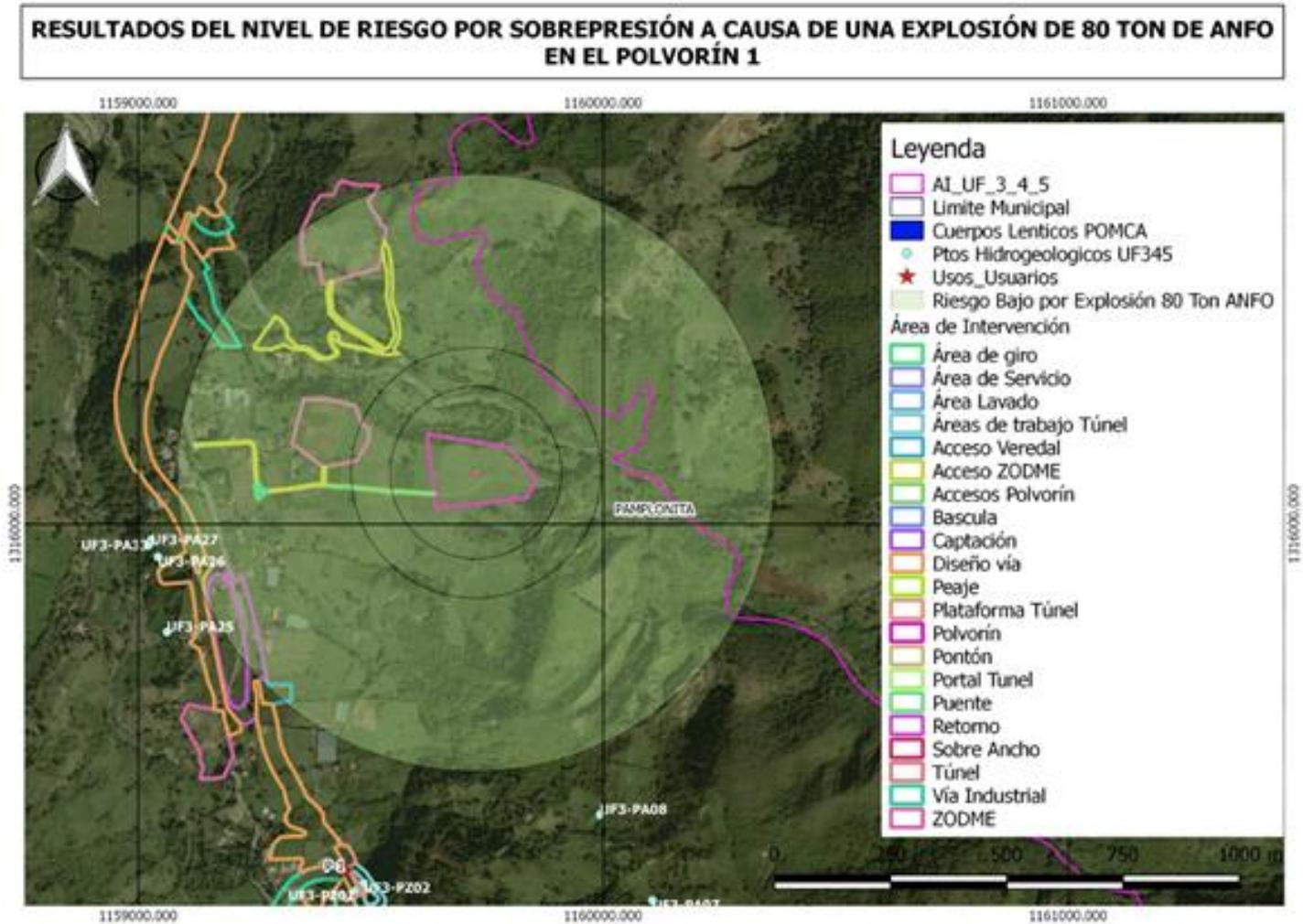
		GRADO DE AMENAZA				
		5	4	3	2	1
PROBABILIDAD	5	25	20	15	10	5
	4	20	16	12	8	4
	3	15	12	9	6	3
	2	10	8	6	4	2
	1	5	4	3	2	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

En Colombia, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y al Consolidado Anual de Emergencias en los últimos 20 años no se ha presentado una explosión en el área de almacenamiento de explosivos de ningún proyecto (Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2018). Adicionalmente, se consultaron las bases de datos de Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Corporación OSSO Colombia y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR y se obtuvo que desde 1914 hasta 2018 (104 años) se presentaron 226 eventos de explosión, pero en ninguno se relacionó el tipo de causa a la explosión de polvorines en proyectos. Adicionalmente, en la compañía no se ha presentado nunca este tipo de eventos.

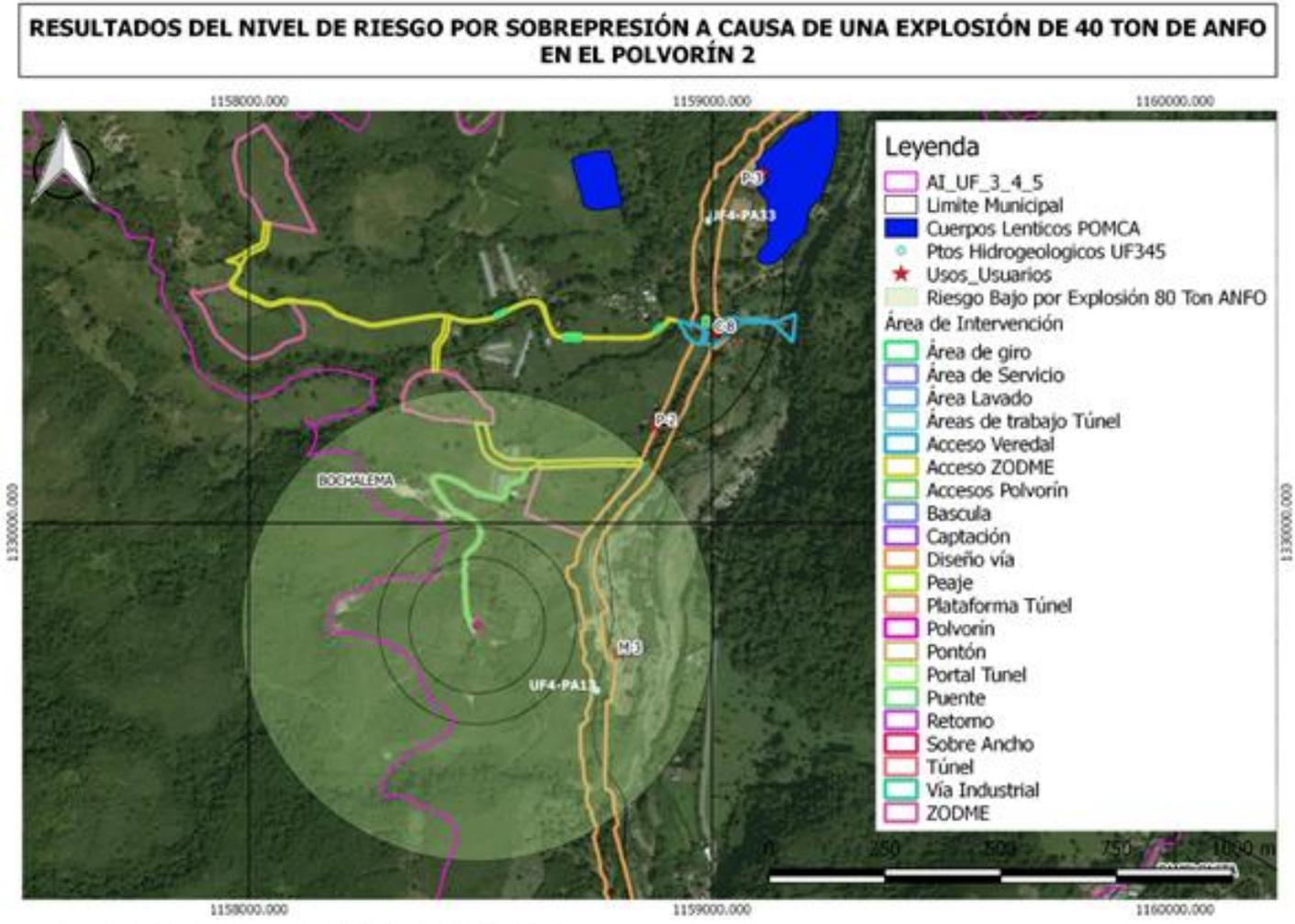
Por lo tanto, de acuerdo a la tabla anterior se consideró la probabilidad de este tipo de eventos cómo muy baja, es decir que el evento podría presentarse de forma excepcional, de acuerdo a los registros verificados, 1 caso cada más de 10 años; obteniendo así los envolventes ilustrados en Figura 11.1.11-13.

Figura 11.1.11-13 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 80 ton de ANFO en el Polvorín 1



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-14 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 40 ton de ANFO en el Polvorín 2



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

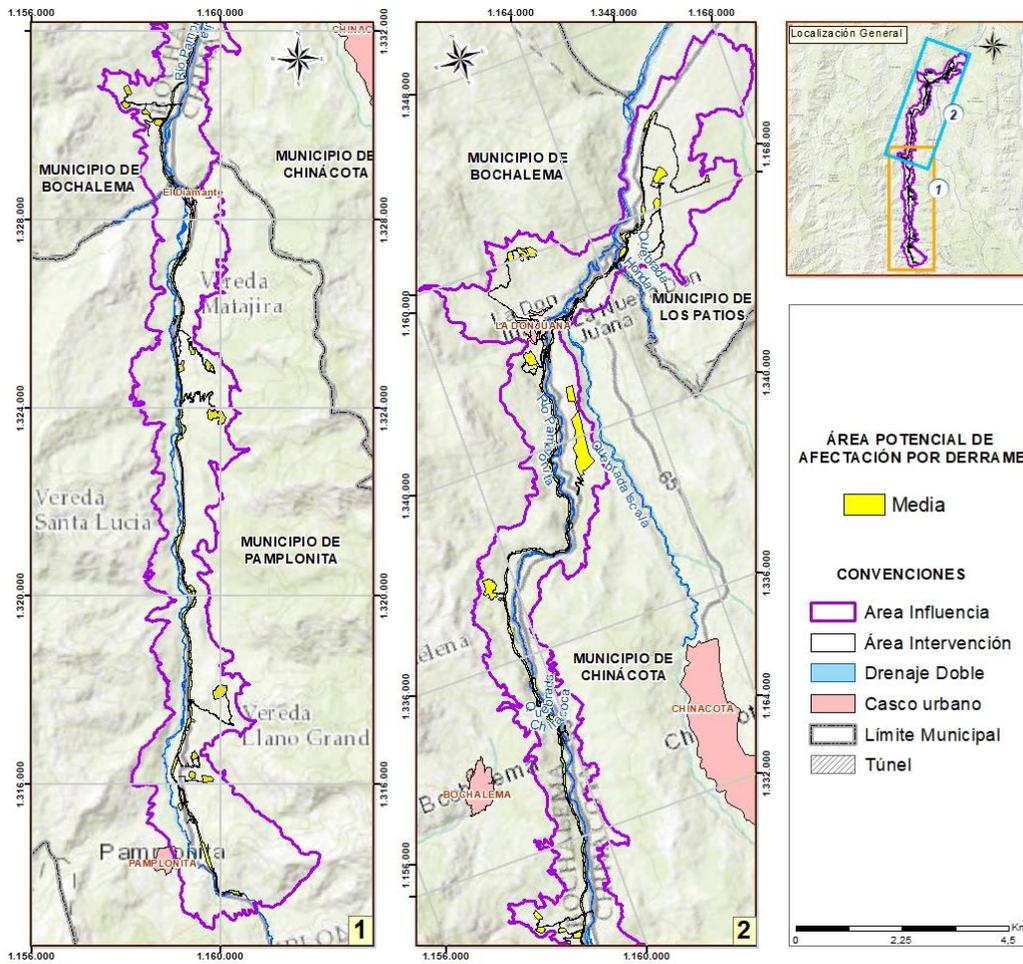
- Derrames de productos químicos (DPQ)

Un derrame en la etapa de construcción podría presentarse por una falla mecánica en las unidades de almacenamiento de combustibles o aceites usados en la maquinaria, vehículos o unidades de generación eléctrica, o una falla en la manipulación, transporte o almacenamiento de dichos productos.

El área potencial de afectación corresponde principalmente a las áreas de almacenamiento de materiales, insumos y equipos; sin embargo, dado que se ejecutarán actividades a lo largo de las áreas de intervención estas también podrían verse afectadas en caso de la manifestación de este tipo de amenaza.

Dado que los derrames generados por el tipo de actividad a desarrollar serían localizados y en pequeñas cantidades sus efectos sobre el componente ambiental serían también reducidos y se concentrarían en el componente suelo de las diferentes Unidades Funcionales. En la Figura 11.1.11-15 se presentan las potenciales áreas de afectación por esta amenaza en las Unidades Funcionales, 3, 4 y 5.

Figura 11.1.11-15 Áreas potenciales de afectación por derrame



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

No se contemplan potenciales derrames por afectación de infraestructura de terceros durante la construcción, dado que en el área de influencia solo se identificó el Oleoducto Caño Limón Coveñas, en el cual se identificaron varios cruces con el área de intervención del proyecto, las medidas de manejo para este cruce se tienen expresas en el acuerdo de coexistencia entre la operadora del oleoducto y SACYR, así mismo al momento de intervenir las áreas identificada con el cruce del oleoducto caño limón -Coveñas, se informara a la operadora, para iniciar el plan de protección al oleoducto y resguardarlo de cualquier incidente.

Todos los contratistas relacionados con SACYR que tengan que realizar actividades programadas cerca o sobre el oleoducto, deberán tomar la capacitación para manejo de emergencias del oleoducto según los requerimientos de seguridad de la empresa operadora del mismo, así también se deberá conocer todo el plan de emergencia de la operadora en caso de tener que accionar el mismo por emergencias presentadas a la infraestructura del

oleoducto y que pongan en riesgo la integridad del mismo, del medio ambiente y/o de la comunidad.

- Lecciones personales/ Accidentes laborales (LP)

De acuerdo con el Decreto 1295 de 1994, un accidente de trabajo es: “todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo.

Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador”.

Durante la fase constructiva se verán involucrados un número considerable de trabajadores entre personal calificado y no calificado que podría manipular o circular por áreas donde se esté operando maquinaria, equipos pesados y herramientas, lo cual incrementará la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos. El área potencial donde se podrían presentar este tipo de eventos se ilustra también mediante la Figura 11.1.11-15.

- Accidentes de tránsito (AV)

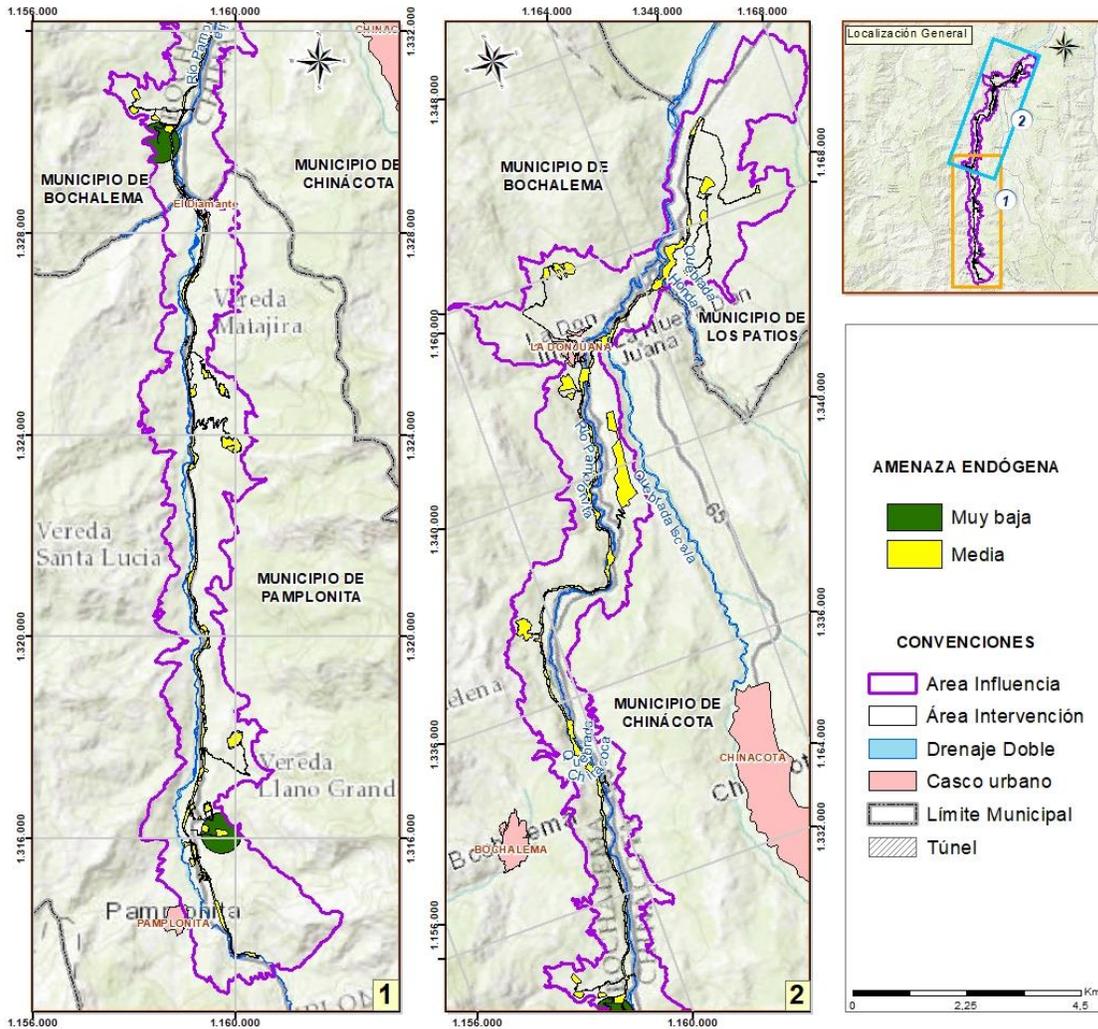
De acuerdo con el Decreto 056 de 2015, un accidente de tránsito es un “suceso ocurrido dentro del territorio nacional, en el que se cause daño en la integridad física o mental de una o varias personas, como consecuencia del uso de la vía por al menos un vehículo automotor”.

Durante la construcción se requerirá la movilización y transporte de materiales, personal, equipos y maquinaria; adicionalmente, durante la operación el tráfico vehicular se podrá incrementar y por ende aumentar la probabilidad de este tipo de eventos

- Consolidado de amenazas endógenas

En la Figura 11.1.11-16 se presenta el consolidado de las amenazas endógenas de acuerdo con las áreas potencialmente afectables definidas previamente.

Figura 11.1.11-16 Consolidado de amenazas endógenas



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Amenazas de origen externo (exógenas)

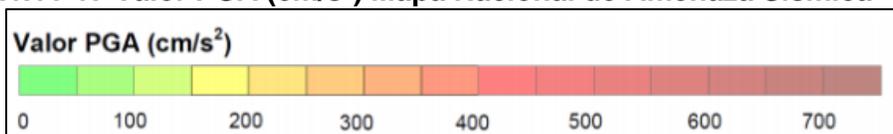
A continuación, se presentan las amenazas externas identificadas en el área de influencia del proyecto.

- Amenazas Naturales
 - Sismicidad (GOS)

La amenaza por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (Servicio Geológico Colombiano, 2012), en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en

Colombia. Dicho mapa de Amenaza Sísmica considera valores de PGA (cm/s^2) en un rango desde 0 hasta mayor de 350 PGA. Para el área de influencia de las UF3-5, estos valores van de 250 a 350, localizándose en un área con susceptibilidad Alta Figura 11.1.11-17 y Tabla 11.1.11-13

Figura 11.1.11-17 Valor PGA (cm/s^2) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica



Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2012)

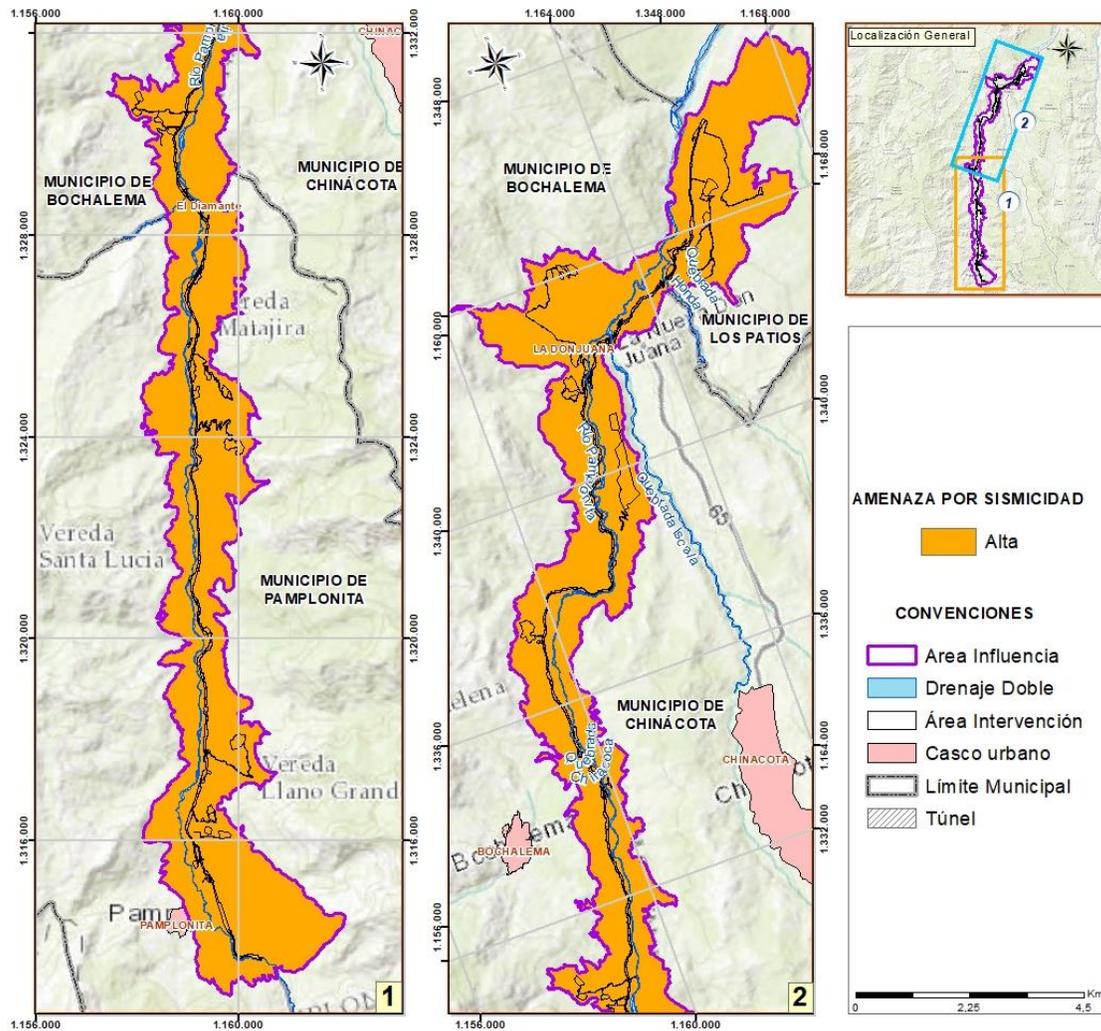
Tabla 11.1.11-13 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF3-5

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (UCP)	PESO	SUSCEPTIBILIDAD
0 – 50 PGA (cm/s^2)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s^2)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s^2)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s^2)	4	Alta
>350 PGA (cm/s^2)	5	Muy alta

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En la Figura 11.1.11-18 se presenta el mapa de amenaza sísmica para el área de Influencia de la UF3-5, donde se evidencia que esta se ubica en su totalidad en zona de amenaza sísmica alta. Esta zona presenta los mayores riesgos del país a sufrir afectaciones por movimientos telúricos debido a su cercanía a sistemas de fallas importantes como la falla de Boconó, Uribante-Caparo (Venezuela), y la falla Frontal de la cordillera oriental (Colombia); además, es aledaña a uno de los puntos alarmantes en el ámbito nacional: el Nido Sísmico de Bucaramanga, segundo nido sísmico más activo del mundo.

Figura 11.1.11-18 Amenaza Sísmica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

De acuerdo con (Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS, 2009), el sistema de fallas Boconó es un gran rasgo tectónico transcurrente dextral que corre ligeramente oblicuo a lo largo de la Cordillera de Mérida (Venezuela) y se extiende una distancia de 500 km hasta la llamada Depresión de Táchira (zona fronteriza colombo-venezolana), en las ciudades de Cúcuta y San Antonio (Venezuela). La geometría y cinemática del sistema de fallas Boconó al aproximarse a la zona fronteriza de Colombia, presenta mayor complejidad ya que se ramifica en por lo menos tres sistemas principales, además de otras fallas más o menos paralelas como las fallas Quenicea, San José, Uribante-Caparo y Seboruco. Además de esta ramificación el Sistema Boconó hace dos curvas opuestas de ángulo recto para luego conectarse con el Sistema de la Falla Frontal Oriental que marca la transición de la Cordillera Oriental a los Llanos Orientales en Colombia a través del sistema de fallas Chinacota-Bramon con orientación NW-SE en ambos lados de la frontera colombo-venezolana (Singer & Beltrán, 1996, Audemard, 1997).

Esta configuración se conoce también como el Indentor de Pamplona (Boinet et al., 1985). Este cambio en la geometría conlleva un cambio en el régimen cinemático de la transcurrencia de la Falla Boconó a un régimen compresivo y de levantamiento a lo largo del sistema Chinácota-Bramon.

Estudios paleosismológicos y de sismicidad histórica tanto en Venezuela como en Colombia (Audemard, 1997, Ramírez, 1975), han registrado un alto grado de sismicidad en esta zona. Singer y Beltrán (1996) sugieren que el sismo que destruyó a las ciudades de Cúcuta, Villa del Rosario y San Antonio en 1875 (Tabla 11.1.11-14) fue probablemente causado por un deslizamiento sobre el ramal Norte de la Falla Boconó conocido como la Falla San Pedro-Aguascalientes que se extiende hacia Colombia en dirección suroeste y pasa justo por Ureña en Venezuela y al Sur de Cúcuta en Colombia. La destrucción de la ciudad de Pamplona en el terremoto de 1644 (Tabla 11.1.11-14), probablemente debe adscribirse a movimientos en el sistema de fallas NW-SE de Chucarima-Chinácota-Chitagá. Estos datos ilustran que la zona de Cúcuta o en general Norte de Santander es una de las zonas de más alta sismicidad en Colombia.

Inventario de eventos sísmicos

De acuerdo con información del Servicio Geológico Colombiano (SGC), en la Tabla 11.1.11-14 y Tabla 11.1.11-15 se relacionan los eventos sísmicos reportados entre 1624 – 1926 y junio 1 de 1993 _ al 14 de octubre de 2019. El evento sísmico de mayor magnitud se presentó en el municipio de Cúcuta, en mayo de 1875, con una magnitud de 6.8 e intensidad 10, ocasionando graves daños y muerte de 461 personas.

El reporte de eventos sísmicos entre 1993 – al 14 de octubre de 2019, indican intensidades máximas de 4.1 - 4.3 en Cúcuta, en enero de 1994, enero de 2001, marzo de 2.003, agosto de 2.006 y mayo de 2.007. No hay descripción de las consecuencias de estos eventos sísmicos.

Tabla 11.1.11-14 Eventos sísmicos reportados entre 1.644 – 1.926, Servicio Geológico Colombiano

FECHA	HORA LOCAL	EPICENTRO		MAGNITUD (MW)	PROF. (KM)	INTENSIDAD MÁX. (EMS-98)	ÁREA EPICENTRAL	RESUMEN
		Latitud	Longitud					
1644/01/16	05:00	7.37	-72.64	6.5	15	Daño destructivo (9)	Pamplona	<p>El sismo arruinó casi en su totalidad, la histórica ciudad de Pamplona. La mayoría de las iglesias y casas quedaron destruidas. 20 muertos y numerosos heridos.</p> <p>En Sogamoso y Firavitoba se averiaron las iglesias, en Bogotá se sintió levemente. En San Cristóbal (Venezuela), se reportó el colapso de iglesia y la ruina general de la población. Se registraron daños en Tostós y Acequias (Mérida).</p> <p>Las minas ubicadas en Vetas y California (Pamplona), se derrumbaron.</p>
1796/02/15	12:00	7.37	-72.64	5.5	15	Daño general (7)	Pamplona	<p>Quedó arruinada la iglesia del Monasterio y Conventos de Santo Domingo y San Francisco, de Pamplona, daños menores en la iglesia de San Agustín y algunas casas. No se registraron muertos o heridos ni efectos en la naturaleza.</p> <p>Los datos encontrados hacen referencia a lo ocurrido únicamente en Pamplona. Por falta de información, no se han estimado los parámetros sismológicos.</p>
1875/05/18	11:15	7.86	-72.42	6.8	15	Muy destructivo (10)	Cúcuta	<p>Violento terremoto que destruyó casi en su totalidad a Cúcuta y Villa del Rosario en Colombia y poblaciones limítrofes de Venezuela como San Antonio y Ureña. Daños considerables en Pamplona, Cucutilla, Chinácota, Matanza y otras poblaciones del Estado de Táchira como San Cristóbal, Colón, Palmira y Tariba.</p> <p>En Cúcuta, se presentó destrucción de la mayoría de construcciones, la ruina de otras y muerte de varias personas bajo sus escombros. El "Boletín Oficial" del 8 de julio de 1875, reporta un total de 461 personas muertas en Cúcuta (García, 1920). Aunque existen cifras mucho más altas de víctimas, pues se dice que murieron en total 3.000 personas (Centeno, 1969).</p> <p>Los habitantes de Cúcuta y Villa del Rosario, se vieron obligados a trasladarse a los sitios El Ojito y Los Ejidos, respectivamente, debido al grado de destrucción en que quedaron sus poblaciones.</p> <p>En las vegas de los ríos Pamplonita y Táchira en inmediaciones de Cúcuta, Villa del Rosario, Ureña y San Antonio hubo licuación de suelos de donde brotó agua negra y de mal olor (Gaceta Histórica, 1959). En Cúcuta también se abrieron grietas en el suelo y se vieron ondas de gran amplitud (García, 1920). Se registraron réplicas durante aproximadamente un mes.</p>

Fuente: http://sish.sgc.gov.co/visor/sesionServlet?metodo=irATablaCompleta&opciones=MAPA_ACTUAL_SISMOS

Tabla 11.1.11-15 Eventos sísmicos reportados entre junio 1° de 1993 – al 14 de octubre de 2019, SGC

FECHA	HORA (UTC)	LATITUD (GRADOS)	LONGITUD (GRADOS)	PROF. (KM)	MAGNITUD	MUNICIPIO
1993-07-10	15:44:03	8.132	-72.333	0.0	3.6 MI	Cúcuta
1993-08-14	02:22:00	7.497	-72.673	166.8	2.7 MI	Pamplonita
1994-01-19	07:39:06	7.623	-72.712	5.0	4.1 MI	Bochalema
1994-10-20	02:44:41	8.244	-71.787	0.0	3.8 MI	Cúcuta
1994-10-22	18:47:06	8.275	-72.408	0.0	3.4 MI	Cúcuta
1995-03-10	12:53:09	7.630	-72.560	11.0	2.6 MI	Chinácota
1995-11-16	15:57:47	8.446	-71.854	0.0	3.5 MI	Cúcuta
1998-01-29	17:44:22	7.469	-72.598	120.0	2.3 MI	Pamplonita
1998-02-20	09:40:53	7.908	-72.374	74.0	2.5 MI	Cúcuta
1998-06-16	04:27:37	8.286	-71.850	33.2	3.5 MI	Cúcuta
1999-07-01	13:43:32	7.518	-72.623	91.0	2.5 MI	Pamplonita
1999-07-18	07:06:01	8.202	-72.297	35.8	2.3 MI	Cúcuta
1999-08-13	04:59:30	8.206	-71.928	31.4	3.2 MI	Cúcuta
1999-09-10	08:49:06	8.406	-72.186	14.0	3.1 MI	Cúcuta
1999-11-04	19:34:45	7.469	-72.603	154.9	2.7 MI	Pamplonita
2001-01-08	01:02:18	8.075	-71.914	3.6	4.1 MI	Cúcuta
2001-08-07	06:40:36	8.183	-72.300	3.9	2.5 MI	Cúcuta
2001-09-12	01:42:37	8.334	-72.128	40.0	2.3 MI	Cúcuta
2002-05-11	20:50:41	8.091	-72.433	126.0	2.9 MI	Cúcuta
2002-11-08	07:33:23	8.259	-71.619	0.0	3.1 MI	Cúcuta
2002-11-22	02:52:12	8.306	-71.547	100.0	3.1 MI	Cúcuta
2003-02-13	02:11:38	7.536	-72.695	156.4	2.9 MI	Bochalema
2003-03-29	18:32:39	8.455	-71.968	35.0	4.3 MI	Cúcuta
2003-10-12	23:41:56	7.450	-72.645	175.0	2.5 MI	Pamplonita
2004-02-19	20:58:33	7.471	-72.662	142.6	2.8 MI	Pamplonita
2004-03-09	09:17:07	7.424	-72.748	127.7	2.3 MI	Pamplonita
2004-11-24	18:42:48	8.180	-72.109	0.0	3.2 MI	Cúcuta
2005-02-28	14:16:40	7.569	-72.585	147.0	2.0 MI	Chinácota
2005-03-12	08:54:50	8.300	-71.936	4.8	3.9 MI	Cúcuta
2005-05-15	13:46:56	8.081	-72.379	108.1	2.6 MI	Cúcuta
2005-07-30	16:51:18	8.664	-71.395	2.0	3.3 MI	Cúcuta
2005-10-09	09:00:15	8.209	-71.910	9.5	3.1 MI	Cúcuta
2005-10-18	10:09:17	8.255	-72.318	0.0	3.1 MI	Cúcuta
2006-01-13	09:10:40	7.606	-72.610	0.0	2.1 MI	Chinácota
2006-01-16	06:19:40	7.467	-72.648	7.5	2.5 MI	Pamplonita
2006-01-20	08:23:42	7.616	-72.688	3.5	2.0 MI	Bochalema
2006-08-14	03:44:52	7.871	-72.476	2.0	2.7 MI	Cúcuta
2006-08-31	22:50:47	8.025	-72.410	31.8	4.3 MI	Cúcuta
2007-05-19	08:55:43	8.171	-72.074	32.1	4.2 MI	Cúcuta
2008-02-02	08:24:49	7.490	-72.635	120.0	1.8 MI	Pamplonita
2008-02-08	01:12:57	7.481	-72.674	123.0	2.0 MI	Pamplonita
2008-02-26	09:31:05	8.284	-72.390	3.9	2.6 MI	Cúcuta
2009-07-10	09:35:28	8.035	-72.313	124.6	2.1 MI	Cúcuta
2009-08-02	01:23:04	8.083	-72.269	1.6	2.4 MI	Cúcuta
2009-09-19	19:48:08	8.208	-72.314	1.2	2.1 MI	Cúcuta
2009-12-05	06:30:40	7.530	-72.659	4.0	1.7 MI	Bochalema
2010-01-18	13:30:27	8.206	-72.067	75.4	2.2 MI	Cúcuta
2010-01-19	07:50:20	8.243	-71.862	8.9	1.8 MI	Cúcuta
2010-02-08	23:48:26	8.017	-72.120	0.0	2.5 MI	Cúcuta
2010-03-23	00:38:45	8.067	-72.322	58.0	1.9 MI	Cúcuta
2010-03-28	20:36:43	8.312	-72.239	6.0	1.9 MI	Cúcuta
2010-05-21	11:19:05	8.163	-71.887	4.0	2.2 MI	Cúcuta
2010-06-23	07:47:16	8.287	-71.996	13.3	1.3 MI	Cúcuta
2010-07-02	08:42:55	7.963	-72.493	6.9	1.9 MI	Cúcuta
2010-07-28	01:16:24	7.985	-72.301	0.0	1.2 MI	Cúcuta

FECHA	HORA (UTC)	LATITUD (GRADOS)	LONGITUD (GRADOS)	PROF. (KM)	MAGNITUD	MUNICIPIO
2010-08-08	10:05:24	7.900	-72.520	6.0	1.1 MI	Cúcuta
2010-08-17	18:06:03	8.000	-72.120	4.0	2.0 MI	Cúcuta
2010-11-29	20:34:46	8.215	-71.982	4.0	3.1 MI	Cúcuta
2010-12-12	11:21:31	8.142	-72.178	0.0	0.9 MI	Cúcuta
2010-12-23	06:22:22	8.067	-72.082	0.0	2.3 MI	Cúcuta
2011-02-01	21:44:11	8.378	-71.978	4.0	2.6 MI	Cúcuta
2011-02-23	11:09:05	8.190	-72.043	0.0	1.8 MI	Cúcuta
2011-02-27	13:55:45	8.273	-71.935	4.0	3.6 MI	Cúcuta
2011-02-27	15:20:15	8.341	-71.923	1.2	2.1 MI	Cúcuta
2011-03-27	06:51:50	8.165	-72.003	0.0	2.1 MI	Cúcuta
2011-03-27	13:06:41	8.339	-71.919	1.3	2.3 MI	Cúcuta
2011-04-10	23:07:17	8.319	-72.086	8.0	2.9 MI	Cúcuta
2011-04-14	09:34:58	8.145	-72.198	4.0	2.3 MI	Cúcuta
2011-04-24	04:39:15	7.352	-72.655	3.1	0.8 MI	Pamplona
2011-05-29	16:14:38	7.469	-72.739	0.7	1.6 MI	Pamplonita
2011-07-15	13:41:18	7.562	-72.682	4.0	0.8 MI	Bochalema
2011-10-31	07:43:40	8.152	-72.074	4.0	2.0 MI	Cúcuta
2012-03-05	05:04:57	7.908	-72.494	4.7	2.1 MI	Cúcuta
2012-03-15	07:01:01	8.340	-72.059	0.0	1.6 MI	Cúcuta
2012-03-23	02:06:16	8.050	-72.161	3.7	1.8 MI	Cúcuta
2012-04-09	21:19:59	7.476	-72.662	0.0	1.6 MI	Pamplonita
2012-04-23	00:32:09	8.219	-71.901	0.6	2.1 MI	Cúcuta
2012-07-24	04:20:29	7.445	-72.741	0.0	1.2 MI	Pamplonita
2012-07-31	09:50:18	7.416	-72.698	53.3	1.3 MI	Pamplonita
2012-08-28	12:47:13	8.132	-71.917	4.0	2.6 MI	Cúcuta
2012-10-02	09:07:29	7.584	-72.587	14.2	1.3 MI	Chinácota
2012-10-10	02:30:01	8.449	-72.005	0.0	2.1 MI	Cúcuta
2012-11-03	11:57:04	8.265	-71.992	4.0	2.7 MI	Cúcuta
2012-11-20	10:09:45	7.526	-72.604	0.0	1.3 MI	Chinácota
2012-11-28	06:41:35	8.168	-72.271	9.7	2.2 MI	Cúcuta
2012-11-28	22:45:11	8.063	-71.923	17.8	2.1 MI	Cúcuta
2013-01-04	03:48:42	8.078	-71.938	40.0	2.3 MI	Cúcuta
2013-01-04	04:35:06	8.421	-71.984	0.0	2.2 MI	Cúcuta
2013-01-06	12:35:57	8.485	-72.017	4.1	2.7 MI	Cúcuta
2013-02-03	02:13:21	8.355	-71.994	4.0	2.2 MI	Cúcuta
2013-02-25	14:30:39	8.397	-71.744	0.0	2.7 MI	Cúcuta
2013-03-12	10:50:34	7.431	-72.708	0.0	1.5 MI	Pamplonita
2013-03-13	20:49:38	8.322	-71.977	4.0	2.7 MI	Cúcuta
2013-03-14	01:39:35	7.614	-72.597	4.0	2.0 MI	Chinácota
2013-03-28	13:14:43	8.047	-72.144	2.4	2.5 MI	Cúcuta
2013-05-16	04:41:42	8.193	-71.924	18.4	1.9 MI	Cúcuta
2013-07-26	11:57:58	7.458	-72.576	11.6	1.5 MI	Pamplonita
2013-07-28	09:26:34	8.013	-72.505	4.1	3.4 MI	Cúcuta
2013-08-08	15:06:49	7.989	-72.095	0.0	2.3 MI	Cúcuta
2013-08-25	09:18:40	7.478	-72.648	0.0	1.2 MI	Pamplonita
2013-12-04	09:16:46	8.435	-72.060	0.0	2.4 MI	Cúcuta
2013-12-05	00:13:00	7.644	-72.670	4.0	1.9 MI	Bochalema
2014-01-10	21:32:40	7.581	-72.702	0.0	1.6 MI	Bochalema
2014-02-03	13:40:21	8.109	-72.494	0.0	1.9 MI	Cúcuta
2014-02-16	08:13:47	7.611	-72.615	0.0	2.0 MI	Chinácota
2014-03-30	10:12:28	7.896	-72.521	4.1	1.2 MI	Cúcuta
2014-04-03	21:39:27	7.766	-72.559	4.0	2.6 MI	Los Patios
2014-04-24	07:22:44	8.073	-72.150	1.5	2.3 MI	Cúcuta
2014-06-06	13:29:18	8.157	-71.950	3.7	1.9 MI	Cúcuta
2014-07-20	04:33:16	7.855	-72.533	4.2	2.0 MI	Los Patios
2015-02-16	05:43:02	7.334	-72.653	0.1	1.8 MI	Pamplonita
2015-07-20	12:40:13	7.645	-72.619	4.0	1.8 MI	Chinácota
2015-11-13	03:25:27	7.772	-72.560	0.0	1.8 MI	Los Patios

FECHA	HORA (UTC)	LATITUD (GRADOS)	LONGITUD (GRADOS)	PROF. (KM)	MAGNITUD	MUNICIPIO
2015-11-13	03:25:53	7.798	-72.561	4.1	2.0 MI	Los Patios
2016-09-07	10:43:29	7.417	-72.664	0.0	1.3 MI	Pamplonita
2017-01-27	09:25:01	7.488	-72.642	0.0	1.5 MI	Pamplonita
2017-02-13	10:27:49	7.469	-72.664	0.0	1.3 MI	Pamplonita
2017-02-25	12:35:09	7.861	-72.509	0.0	2.8 MI	Los Patios
2017-03-04	03:48:53	7.899	-72.495	1.7	1.6 MI	Cúcuta
2017-04-13	06:55:50	7.678	-72.586	0.0	1.5 MI	Chinácota
2017-06-19	00:27:17	8.030	-72.408	0.0	2.3 MI	Cúcuta
2017-07-05	09:38:57	7.706	-72.513	0.0	1.4 MI	Los Patios
2017-10-14	19:23:41	8.100	-72.463	1.6	1.8 MI	Cúcuta
2018-01-17	13:16:50	7.493	-72.602	0.0	1.9 MI	Pamplonita
2018-05-21	09:22:49	8,042	-72,393	165	1,7 M	Cúcuta
2018-06-17	09:38:30	7,5	-72,635	0	1,3 MLr	Pamplonita
2018-06-23	21:12:42	7,666	-72,651	0	1,7 MLr	Bochalema
2018-07-26	06:13:27	7,519	-72,596	0	1,2 MLr	Chinácota
2018-11-29	06:47:48	8,184	-72,398	93,21	1,5MLr	Cúcuta
2019-03-25	03:02:06	8,05	-72,456	1	1,6 MLr	Cúcuta
2019-04-15	08:00:58	7,938	-72,528	4,05	2,1 MLr	Cúcuta
2019-09-17	23:38:31	7,869	-72,521	3,91	1,9 MLr	Cúcuta

Fuente: <https://www2.sgc.gov.co/sgc/sismos/Paginas/catalogo-sismico.aspx>

- Amenaza Geotécnica (Remoción de masas y/o erosión (GRM))

Para las Unidades Funcionales 3, 4 y 5, la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción y operación de la vía, para lo cual en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, hidrogeología, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999)2 Figura 11.1.11-19 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica.

Para el desarrollo del estudio se adelantaron las siguientes etapas:

Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).

Elaboración del mapa base digital, escala 1:10.000 del IGAC; incluyendo curvas de nivel,

2 Estudio Geoambiental y Zonificación de Amenazas por Erosión y Remoción en Masa en la Cuenca del Río Teusacá. Sabana de Bogotá. Colombia. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería. Sociedad Colombiana de Ingenieros, Santa Fe de Bogotá, D.C., Noviembre de 1999.

drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.

Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.

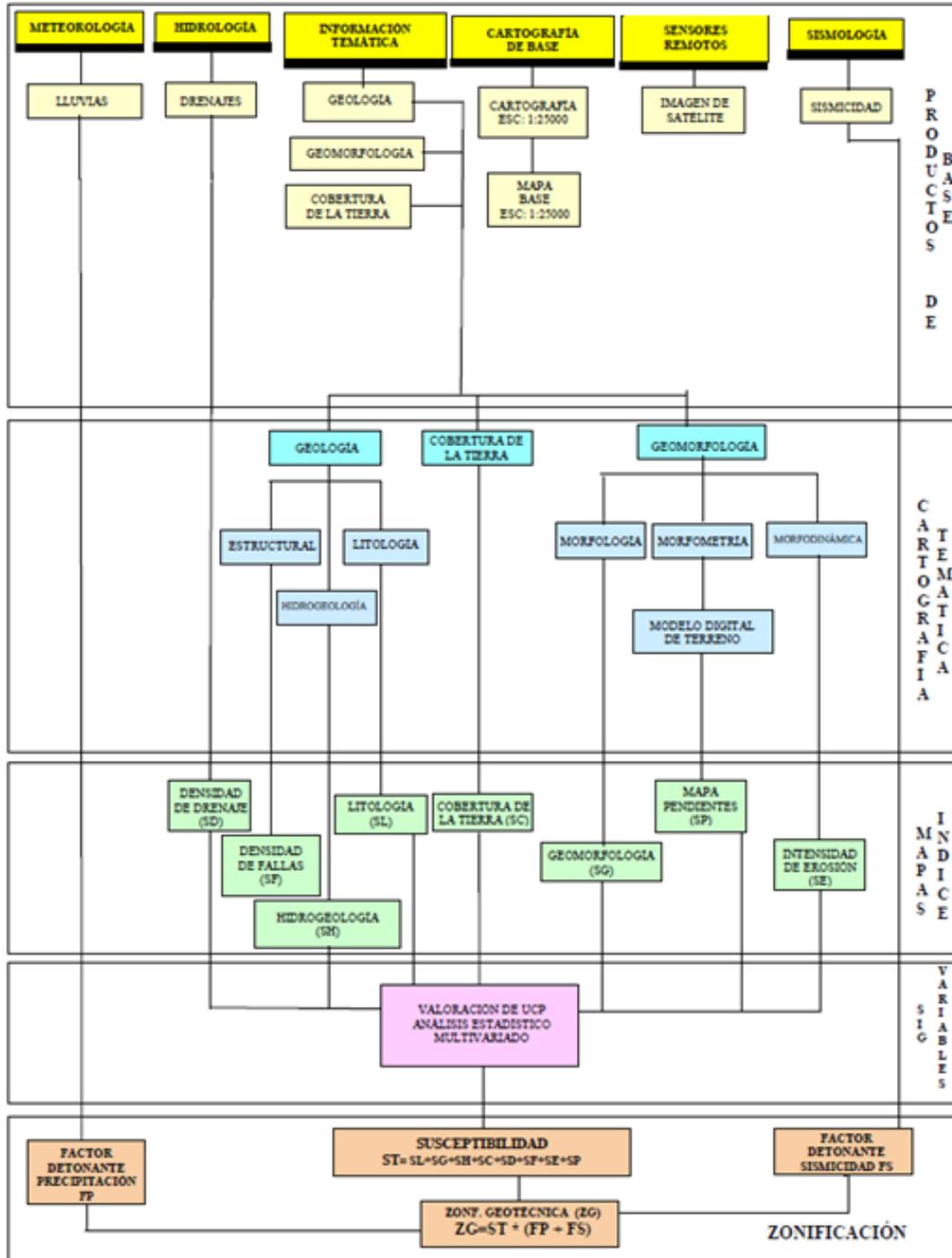
Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.

Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.

Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semicuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.

Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

Figura 11.1.11-19 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad.

Para el análisis de las variables geoambientales se estableció un criterio semicuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 11.1.11-16

Tabla 11.1.11-16 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

A continuación, se presentan los resultados de valoración de Susceptibilidad para cada variable de análisis.

- Modelación de Variables

Una vez establecidos semicuantitativamente los diferentes valores de susceptibilidad para cada UCP en cada una de las ocho variables que se incorporaron al análisis, se obtuvieron los mapas de susceptibilidad temática. Este proceso se realizó en un formato raster en el cual cada UCP está conformada por un conjunto de pixeles de igual valor.

Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se reemplazó en un SIG (ArcGis10), por el valor asignado en las tablas de susceptibilidad, de tal forma que las imágenes mapas de susceptibilidad resultantes representan un rango de valores entre 1 y 5. A continuación se presentan los valores de susceptibilidad para cada una de las variables.

- Litología (SL)

Es uno de los principales factores a considerar en la determinación de la estabilidad, debido a que la génesis, composición y estructura de las rocas, incide en la susceptibilidad del terreno a la meteorización y desarrollo de procesos erosivos y/o procesos de remoción en masa. En la Tabla 11.1.11-17 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia, su descripción y peso.

Tabla 11.1.11-17 Valores de susceptibilidad por litología

Unidad Cartográfica de parámetro (UCP)	Símbolo	Peso
Río	-	5
Depósito coluvial	Qc	4

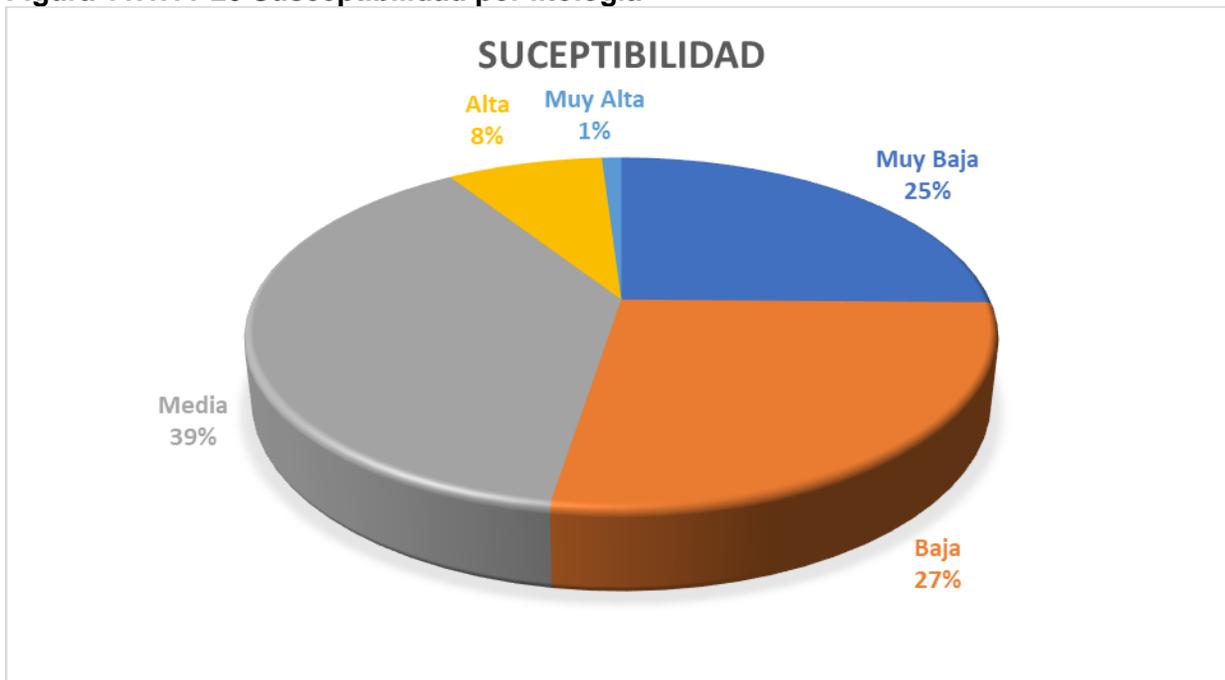
Unidad Cartográfica de parámetro (UCP)	Símbolo	Peso
Minería Carbón	Mc	4
Minerías materiales de construcción	Mmc	4
Relleno antrópico	Rt	4
Abanico aluvial	Qaa	2
Abanico terraza	Qat	2
Abanico terraza, nivel 1	Qat1	2
Abanico terraza, nivel 2	Qat2	2
Depósitos aluviales	Qal	2
Depósitos aluviales, abanico aluvial	Qaa	2
Formación Barco	E1b	3
Formación Capacho	Kic	3
Formación Carbonera	E2c	3
Formación Colón-Mito Juan	Kscm	3
Formación La Luna	K2l	3
Formación León	E3l	3
Formación Los Cuervos	E1lc	3
Lago	-	3
Terraza aluvial	Qt	2
Terraza aluvial, nivel 1	Qt1	2
Terraza aluvial, nivel 2	Qt2	2
Formación Mirador	E2m	2
Formación Tibú y Mercedes	Kitm	2
Formación aguardiente	Kia	1
Formación Bocas	Kb o TRb	1
Formación Girón	Jg	1
Formación Guineales	E3N1g	1
Granito de Durania	Tjgd	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 11.1.11-20 Susceptibilidad por litología se grafican los resultados porcentuales de la sectorización del área de influencia según los pesos establecidos para las litologías presentes. El 25% del área se determina como de muy baja susceptibilidad a procesos de erosión y remoción en masa, correspondiendo a las formaciones geológicas Aguardiente (Kia), Bocas (Kb o TRb), Girón (Jg), Guineales (E3N1g) y Granito de Durania (Yjgd); un 27% del área, con litología de las formaciones Mirador (E2m) y Tibú Mercedes (Kitm), y de depósitos cuaternarios de terrazas, abanicos y depósitos aluviales, presenta susceptibilidad baja; un 38%, conformado por materiales de las formaciones Barco (E1b), Capacho (E2c), Colón – Mito Juan (Kscm), La Luna (K2l), León (E3l), Los Cuervos (E1lc) y Carbonera (E2c), presenta susceptibilidad moderada; un 8% del área de influencia presenta susceptibilidad alta en relación con la litología, correspondiente a depósitos coluviales (Qc), depósitos de

minería de carbón (Mc), de explotación de materiales de construcción (Mmc) y rellenos antrópicos (Rt); el 1% del área de influencia restante presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción en masa, correspondiente a materiales aluviales sueltos dispuestos en el cauce de ríos, expuestos permanentemente a la corriente de agua.

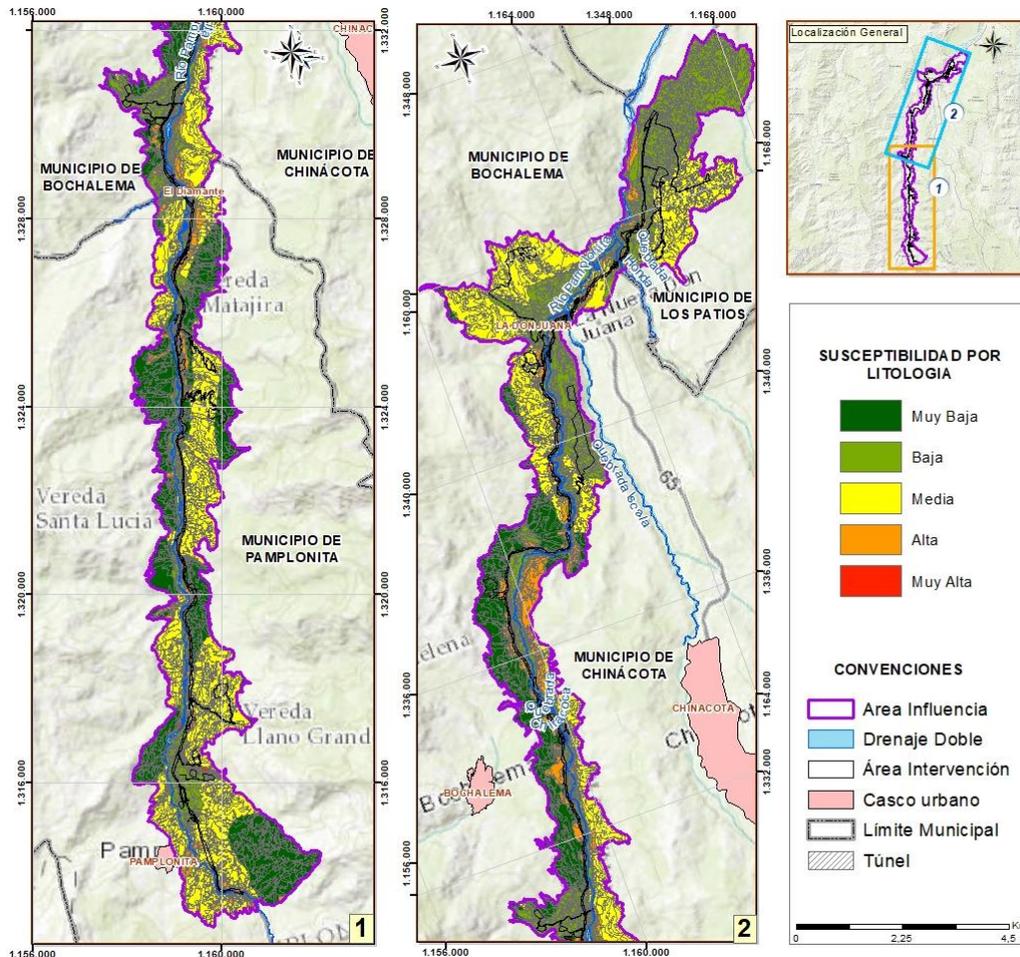
Figura 11.1.11-20 Susceptibilidad por litología



Fuente: (ECOGERENCIA, UVRP, 2019, 2019)

En la Figura 11.1.11-21 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por litología.

Figura 11.1.11-21 Mapa de susceptibilidad por litología



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Geomorfología ((Remoción de masas y/o erosión (GRM))

La calificación de susceptibilidad para las diferentes unidades geomorfológicas se infiere sobre la base de dos factores que favorecen la remoción, los cuales corresponden a la topografía, entendida como la pendiente del terreno y los aspectos edáficos, representados por los procesos erosivos de los suelos, que se presentan de forma generalizada o focalizada.

La remoción en masa incluye de forma integral un conjunto de factores adicionales que favorecen su generación, los cuales están relacionados con la naturaleza de los materiales, clima y vegetación; éstos no son tenidos en cuenta para esta calificación de susceptibilidad desde esta perspectiva, pero implícitamente son evaluados desde otras temáticas que entran en concurso para la zonificación.

Teniendo en cuenta lo anterior y sobre la base de los dos factores caracterizados en las unidades geomorfológicas (pendiente del terreno y erosión), se estableció la susceptibilidad del área de influencia frente a los procesos de remoción en masa.

Las unidades geomorfológicas calificadas de mayor susceptibilidad a movimientos en masa corresponden a valles estrechos coluvioaluviales (Fvea), flujos de detritos (Dft), conos de talus (Dct), conos de deslizamiento traslacional (Ddct) y de conos de deslizamiento indiferenciado (Ddi), considerados de muy alta susceptibilidad. En segundo lugar, calificadas como susceptibilidad alta se encuentran las geoformas asociadas a la explotación minera. En tercer lugar, con carácter de susceptibilidad moderada se encuentran las geoformas de sierras de barra estructural (Ssbe), sierras (Ss), planos inundables (Fpac), mesetas (Sme), lomos (Sl), lomeríos estructurales (Sloe), llenos antrópicos (All), laderas de contrapendiente (Alcp) y cuestras (Sc). Finalmente, en cuarto lugar, se encuentran las geoformas de susceptibilidad baja que corresponden a abanicos aluviales subcrecientes (Faas), Abanicos aluviales actuales (Faaac) abanicos aluviales (Faa), terrazas de acumulación (Ttas) y terrazas de acumulación subcreciente (Ftas). En la siguiente tabla se presenta la calificación de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, de acuerdo con las unidades geomorfológicas en el área de influencia.

Tabla 11.1.11-18 Valores de susceptibilidad por geomorfología

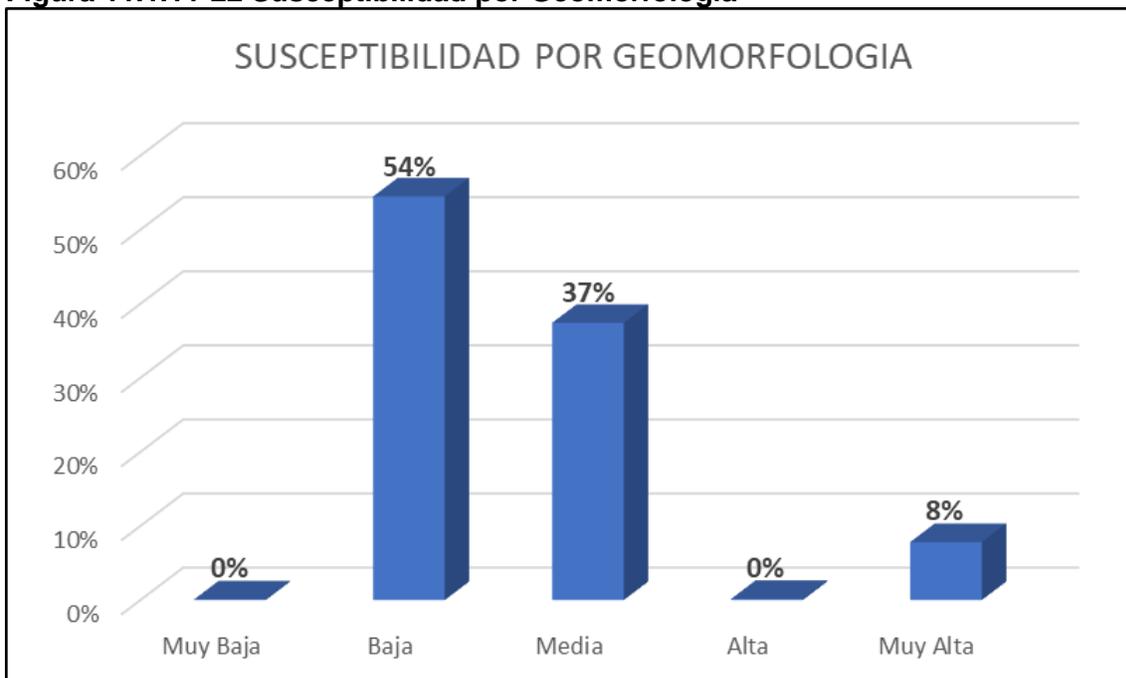
SÍMBOLO	Unidad Cartográfica de parámetro (UCP)	Peso
Ddi	Cono de deslizamiento indiferenciado	5
Ddtr	Cono de deslizamiento traslacional	5
Dct	Cono de talus	5
Dfd	Flujo de detritos	5
Fvea	Valle estrecho aluviocoluvial	5
Qemc	Explotación minera	4
Ttas	Terraza de acumulación	2
Ftas	Terraza de acumulación subcreciente	2
Faa	Abanico Aluvial	2
Faaac	Abanico aluvial actual	2
Faas	Abanico aluvial subcreciente	2
Sc	Cuesta	3
Slcp	Ladera contrapendiente	3
All	Lleno antrópico	3
Sloe	Lomeríos estructurales	3
Sl	Lomos	3
Sme	Meseta	3
Fpac	Plano inundable	3
Ss	Sierra	3
Ssbe	Sierras de barra estructurales	3

SÍMBOLO	Unidad Cartográfica de parámetro (UCP)	Peso
Sle	Ladera estructural	2
Sm	Meseta estructural	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La siguiente figura muestra que por la variable de Geomorfología el 8% del área de influencia se localiza en terrenos de muy alta susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa; el 37% de la zona se encuentra en terrenos de moderada susceptibilidad a dichos procesos, y el 54% del área presenta susceptibilidad baja.

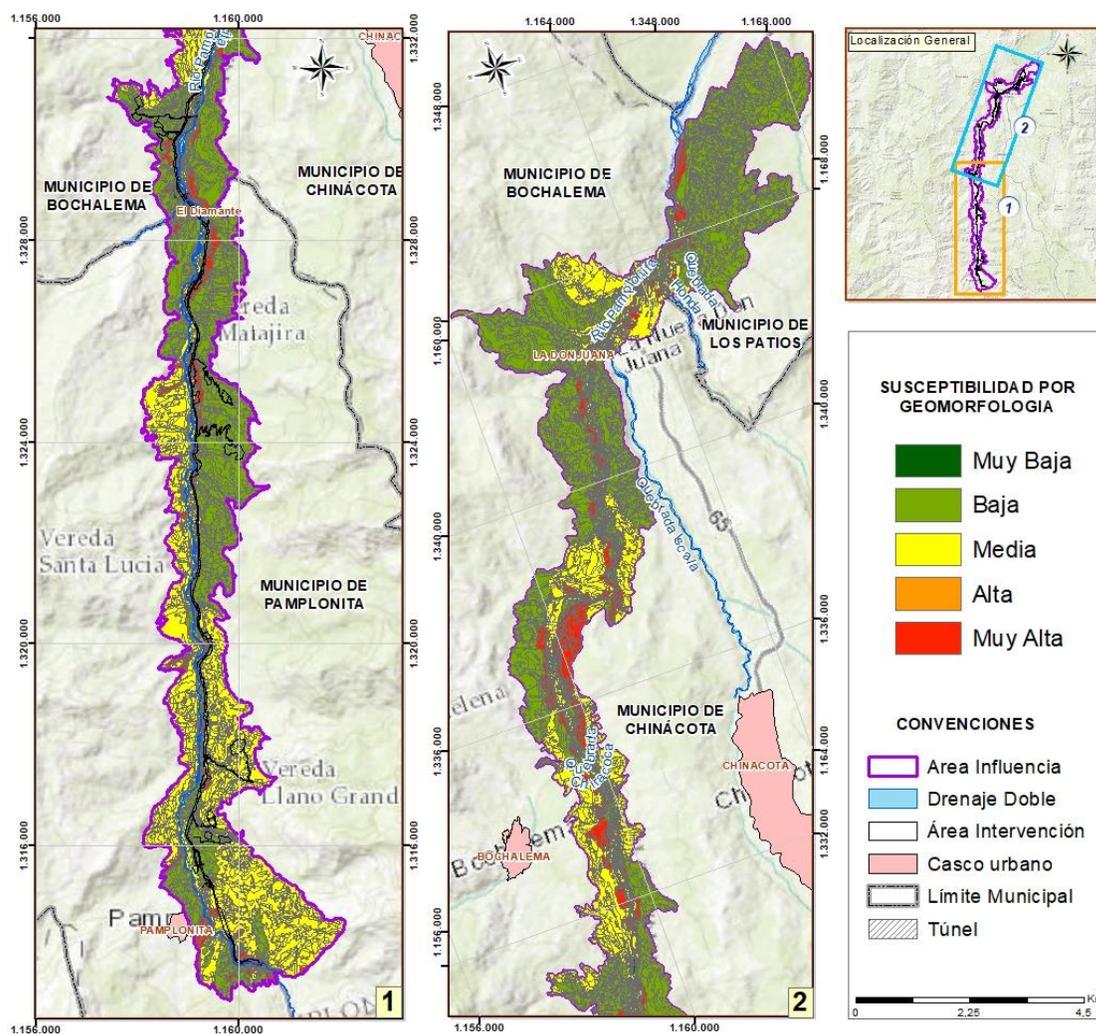
Figura 11.1.11-22 Susceptibilidad por Geomorfología



Fuente: AECOM – ConCol, 2018

En la Figura 11.1.11-23 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por geomorfología.

Figura 11.1.11-23 Mapa de susceptibilidad por geomorfología



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Hidrogeología (SH)

Las diferentes formaciones geológicas se consideran a nivel de este análisis como complejo hidrogeológico independiente; luego, cada uno de estos complejos se agrupa de acuerdo con su comportamiento hidrogeológico más probable frente a las actividades que se deriven de la construcción y operación de la vía.

Los valores de susceptibilidad por hidrogeología tienen en cuenta además del tipo de porosidad de las formaciones (primaria o secundaria), su grado de consolidación, su resistencia a la degradación por presencia de agua y su permeabilidad. En la siguiente tabla se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.

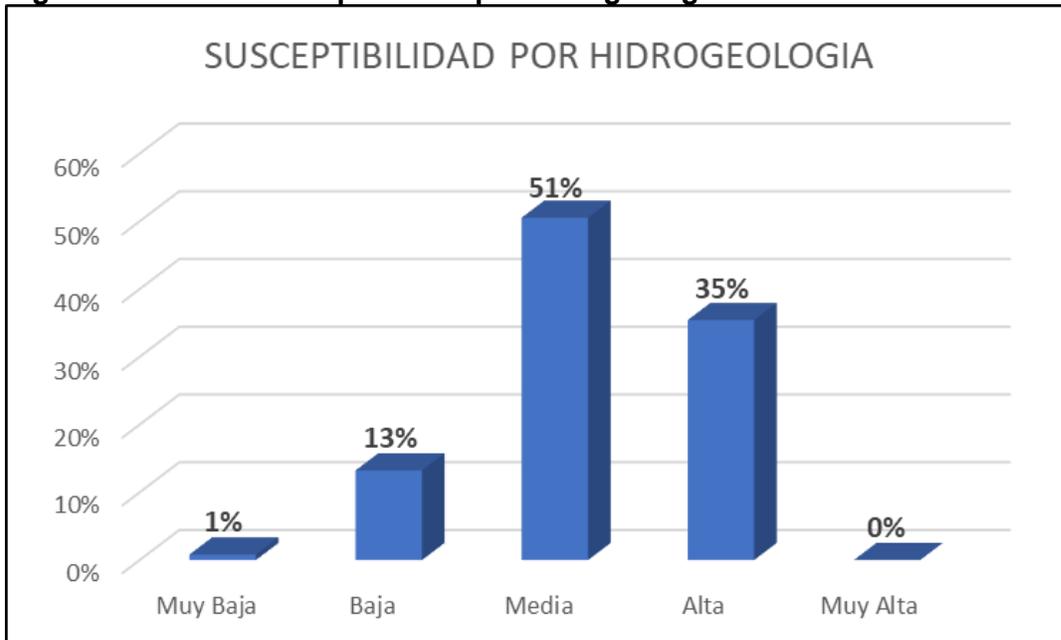
Tabla 11.1.11-19 Valores de susceptibilidad por hidrogeología

Símbolo	Unidad Cartográfica de parámetro (UCP)	Peso por comportamiento hidrogeológico
-	Río	5
Qaa	Abanico aluvial	4
Qat	Abanico terraza	4
Qat1	Abanico terraza, nivel 1	4
Qat2	Abanico terraza, nivel 2	4
Qc	Depósito coluvial	4
Qal	Depósitos aluviales	4
Qaa	Depósitos aluviales, abanico aluvial	4
Qt	Terraza aluvial	4
Qt1	Terraza aluvial, nivel 1	4
Qt2	Terraza aluvial, nivel 2	4
-	Lago	4
Mmc	Minerías materiales de construcción	4
Kic	Formación Capacho	3
Kscm	Formación Colón-Mito Juan	3
K2l	Formación La Luna	3
Kitm	Formación Tibú y Mercedes	3
Rt	Relleno antrópico	3
Kia	Formación aguardiente	3
E2c	Formación Carbonera	3
E3l	Formación León	3
E1lc	Formación Los Cuervos	3
E2m	Formación Mirador	3
Mc	Minería Carbón	3
E1b	Formación Barco	2
Kb o TRb	Formación Bocas	2
Jg	Formación Girón	2
E3N1g	Formación Guineales	2
Tjgd	Granito de Durania	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 11.1.11.24 se muestra la susceptibilidad a movimientos en masa por la variable hidrogeología. Se puede observar que aproximadamente la mitad del AI (51%) presenta susceptibilidad moderada; el 34% del área susceptibilidad alta; el 13% susceptibilidad baja; el 1% presenta susceptibilidad muy baja y el 1% susceptibilidad muy alta.

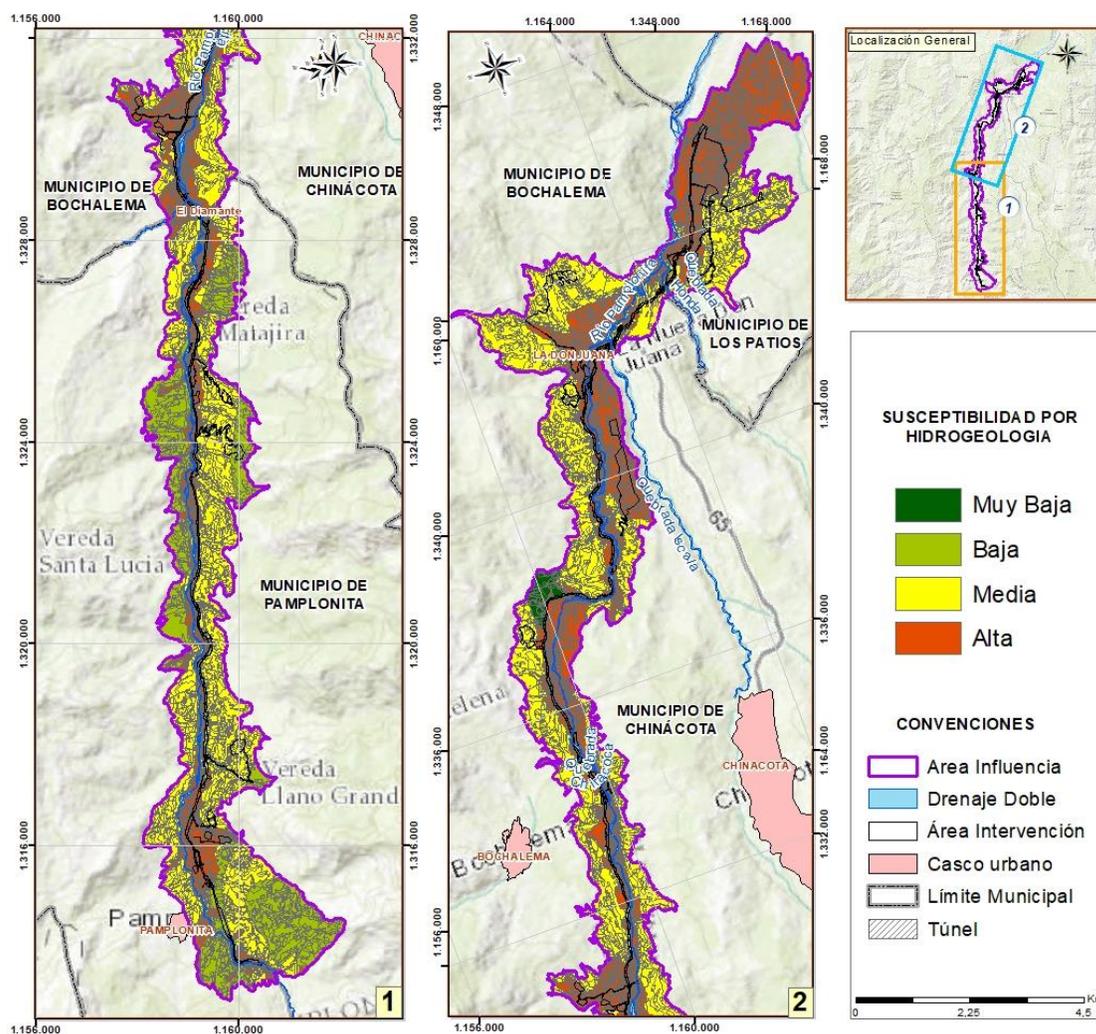
Figura 11.1.11-24 Susceptibilidad por hidrogeología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la figura 11.1.11.25 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la variable hidrogeología.

Figura 11.1.11-25 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Cobertura de la tierra (SC)

Las coberturas vegetales son elementos naturales de protección del suelo contra la erosión; según Roldan (2.005; citado por Lianes, 2.008), la vegetación juega un papel muy importante en el proceso de erosión hídrica, pues controla la energía de las gotas de lluvia, mejora la capacidad de infiltración del suelo y disminuye la escorrentía. Los componentes aéreos como hojas y tallos absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de esta manera, su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo.

De igual forma, los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Morgan, 1.997; citado por Lianes, 2.008); de este modo,

la cantidad y calidad de la cobertura vegetal (protección vertical) disminuye notablemente los procesos erosivos (Marchamalo, 2.004; citado por Lianes, 2.008).

Por lo anterior, zonas que presentan coberturas boscosas muestran más estabilidad del relieve y menor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, que otras con suelos expuestos sin cobertura vegetal (canteras y lechos de ríos) o que áreas de cobertura dominada por pastos usualmente utilizadas en labores de ganadería extensiva. En siguiente tabla se relacionan los valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra en las Unidades Funcionales 3, 4 y 5.

Tabla 11.1.11-20 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Cuerpos de agua artificiales	5
Explotación de materiales de construcción	5
Río	5
Tierras desnudas y degradadas	5
Zonas arenosas naturales	5
Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales	4
Mosaico de pastos con espacios naturales	4
Mosaico de pastos y cultivos	4
Pastos arbolados	4
Pastos limpios	4
Afloramientos rocosos	4
Explotación de carbón	4
Otros cultivos permanentes herbáceos	4
Otros cultivos transitorios	3
Pastos enmalezados	3
Avicultura	3
Condominios	3
Construcciones Rurales	3
Fincas recreativas	3
Instalaciones recreativas	3
Obras hidráulicas	3
Red vial	3
Tejido urbano discontinuo	3
Zonas comerciales	3
Zonas industriales	3
Café con sombrío	3
Cítricos	3
Cultivos confinados	3
Maíz	3

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Mosaico de cultivos	3
Mosaico de cultivos con espacios naturales	3
Tejido urbano continuo	2
Otros cultivos permanentes arbustivos	2
Arbustal denso alto	1
Arbustal denso bajo	1
Bosque de galería y ripario	1
Bosque denso bajo de tierra firme	1
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1
Cultivos permanentes arbustivos	1
Vegetación secundaria alta	1
Vegetación secundaria baja	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La Figura 11.1.11-26 muestra que el 46% (2665.22 Ha) del área de Influencia de las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por cobertura de la tierra; el 38% (2209.90 Ha) presenta susceptibilidad alta; el 13% (724.78ha) del área presenta susceptibilidad moderada; el 2% (95.15 Ha) presenta susceptibilidad baja y el 2% (91.94 Ha) susceptibilidad muy alta.

Figura 11.1.11-26 Susceptibilidad por cobertura de la tierra

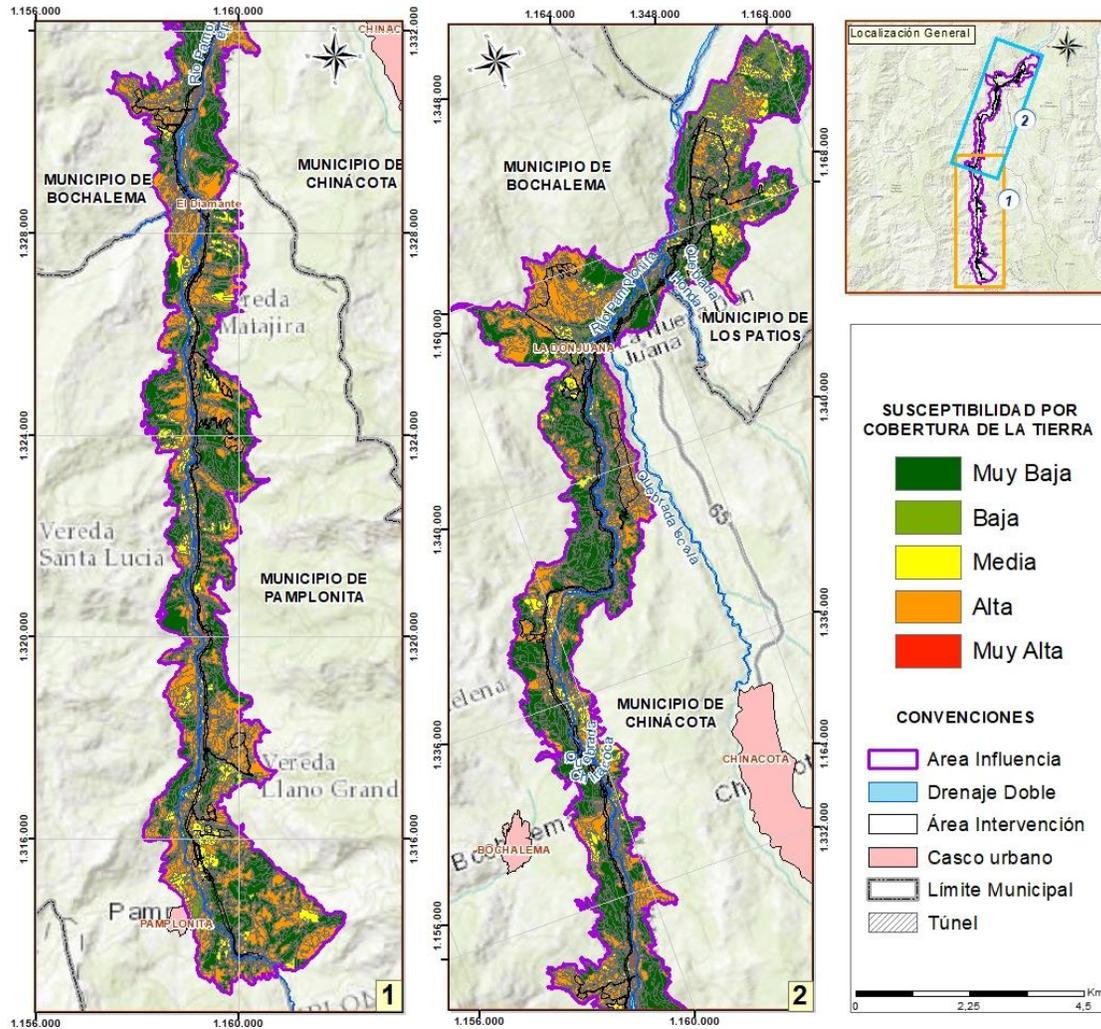


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

En la Figura 11.1.11-27 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por cobertura

de la tierra.

Figura 11.1.11-27 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Densidad de drenajes (SD)

El cálculo de densidad de drenaje se realizó mediante procesamiento de la red en SIG; calculando la densidad de drenajes por unidad de área (m/m^2), con un radio de influencia de 100m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera (ver **Tabla 11.1.11-21 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes**).

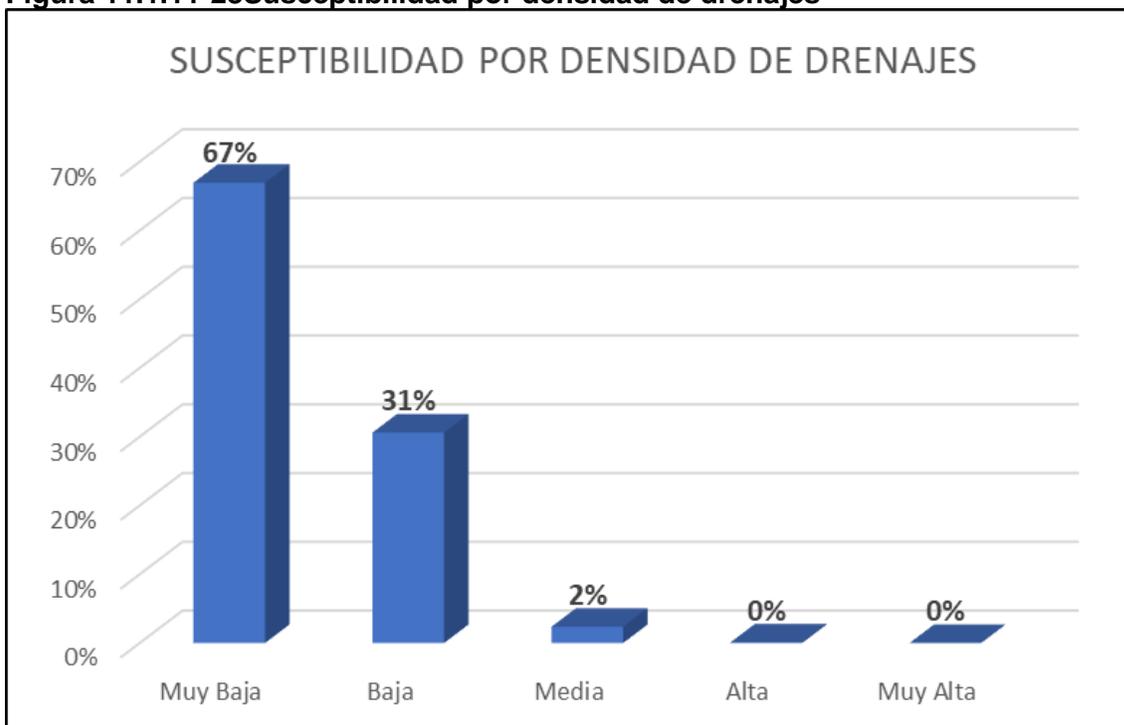
Tabla 11.1.11-21 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m ²)	Peso
0.000 – 0,006	1
0,007 – 0,019	2
0,020– 0,032	3
0,033 – 0,045	4
> 0.045	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 11.1.11-28 se muestra que el 67% del área de influencia lo que equivale a 3873 Ha, presenta muy baja susceptibilidad a fenómenos de remoción por densidad de drenajes, el 31% o 1770.96 Ha presentan una susceptibilidad baja, el 2% o 137.04 Ha presentan una susceptibilidad moderada y valores del 0% para áreas con susceptibilidad alta y muy alta.

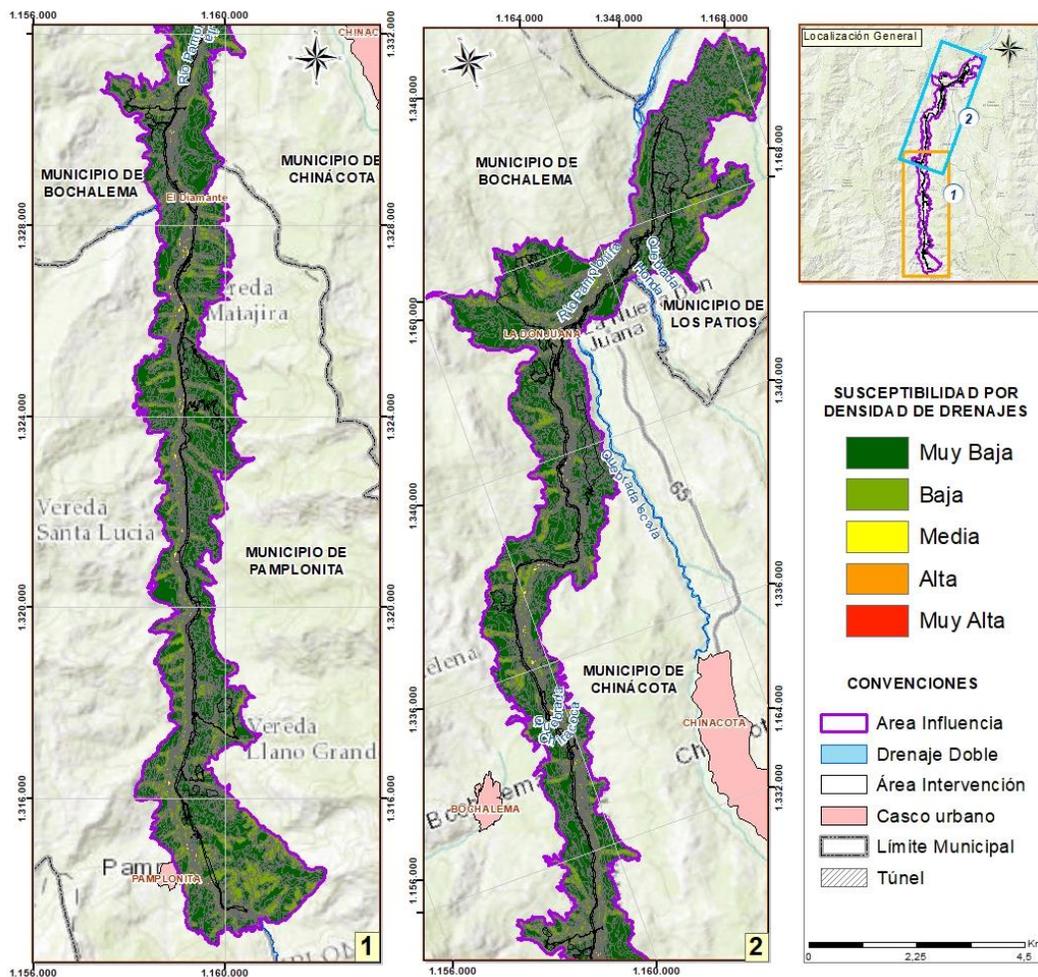
Figura 11.1.11-28 Susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

A continuación, se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por densidad de drenajes.

Figura 11.1.11-29 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Densidad de Fallas Geológicas (sismos (GOS))

El estado de fracturación de las rocas depende de la presencia y magnitud de las fallas geológicas, fracturas y sistemas de diaclasamiento, las cuales permiten en los macizos rocosos el desarrollo de procesos de meteorización y de zonas de debilidad, que las hacen más susceptibles a fallamiento e inestabilización del terreno. La calificación se estableció considerando la densidad de fallas en cada punto del área de Influencia, considerando un radio de 1000m, utilizando los valores de ponderación en la siguiente tabla.

Tabla 11.1.11-22 Ponderación de fallas según su tipo

Tipo de falla o pliegue	Ponderación
Falla de rumbo sinestral	4
Falla definida	4
Falla inversa de cabalgamiento	4

Tipo de falla o pliegue	Ponderación
Falla transversal sistema NE-E	4
Discontinuidad estructural	4
Falla Inferida	3
Falla inversa de cabalgamiento Inferida	3
Fracturamiento	3
Lineamiento fotogeológico	3
Eje de sinclinal con cabeceo	2
Falla cubierta	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Mediante el procesamiento de la información en SIG se hizo el cálculo de la densidad de fallas por unidad de área (m/m^2), estableciendo el radio de influencia mencionado de 1000 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías como se ilustran en la siguiente tabla.

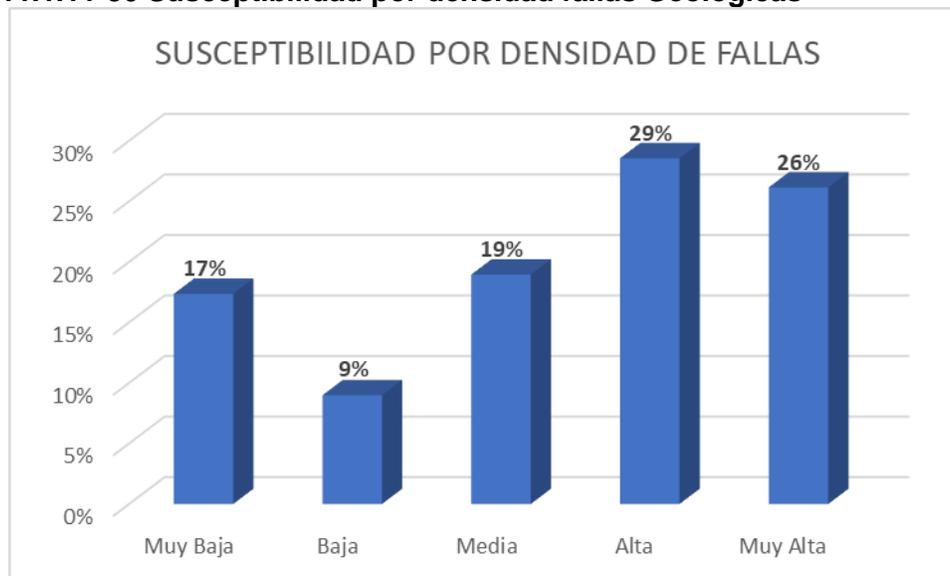
Tabla 11.1.11-23 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas geológicas

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m^2)	Peso
0.0000 – 0,0010	1
0,0011 – 0,0020	2
0,0021– 0,0040	3
0,0041 – 0,0060	4
0,0061- 0,0200	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 11.1.11-30 se muestra que el 29% del área de Influencia de las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 presenta susceptibilidad alta a procesos erosivos y de remoción por densidad de fallas geológicas; el 26% del área es de muy alta susceptibilidad; el 19% de moderada susceptibilidad; el 17% de muy baja susceptibilidad y el 9% de baja susceptibilidad.

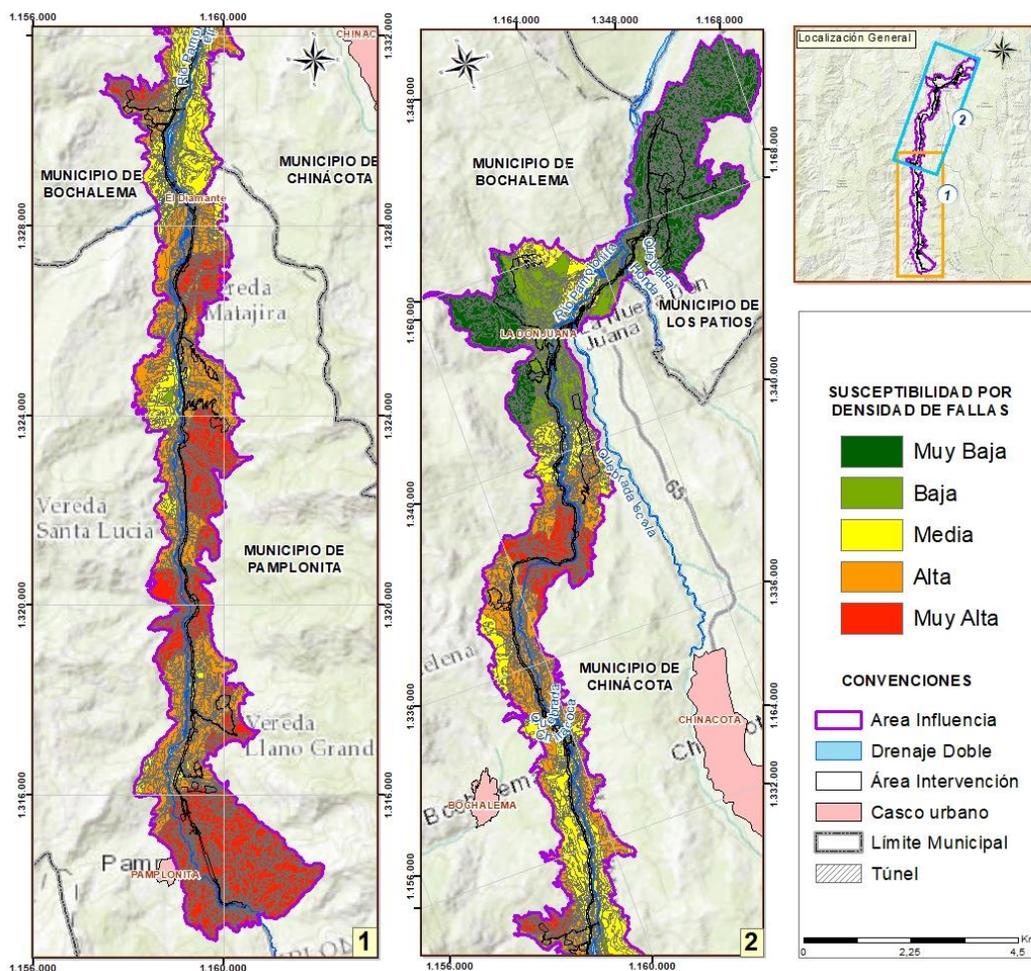
Figura 11.1.11-30 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 11.1.11-31 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.

Figura 11.1.11-31 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Pendientes del Terreno (SP)

El grado de inclinación de las laderas naturales favorece o disminuye la resistencia al corte de los diferentes materiales que conforman los taludes sobre el área de influencia. Se establecieron cinco categorías (con pesos de 1 a 5), donde a las pendientes escarpadas y muy escarpadas se les asignó el peso más alto, mientras que a los terrenos ligeramente planos y planos se les asignó el peso más bajo. Ver **Tabla 11.1.11-24**

Tabla 11.1.11-24 Valores de susceptibilidad por pendientes

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)		Peso	Susceptibilidad
0-1%	Plano	1	Muy Baja
1-3%	Plano a Ligeramente Plano	1	Muy Baja
3-7%	Ligeramente Inclinado	2	Baja
7 -12%	Moderadamente Inclinado	3	Moderada

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)		Peso	Susceptibilidad
12-25%	Fuertemente Inclinado	3	Moderada
25-50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	4	Alta
50-75%	Moderadamente Escarpado o Moderadamente Empinado	4	Alta
>75%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La **Figura 11.1.11-32** muestra que el 57% o 3272.66 Ha del área de influencia presenta alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa según la inclinación del terreno (pendientes entre 25-75%), el 27% o 1555.39 Ha presentan susceptibilidad moderada (pendientes entre 7-25%), el 7% o 418.41 Ha presentan muy alta susceptibilidad (pendientes >75%) y del orden de 6% o 358.30Ha presenta susceptibilidad baja y el 3% o 181,63Ha presentan muy baja susceptibilidad (pendientes <7%).

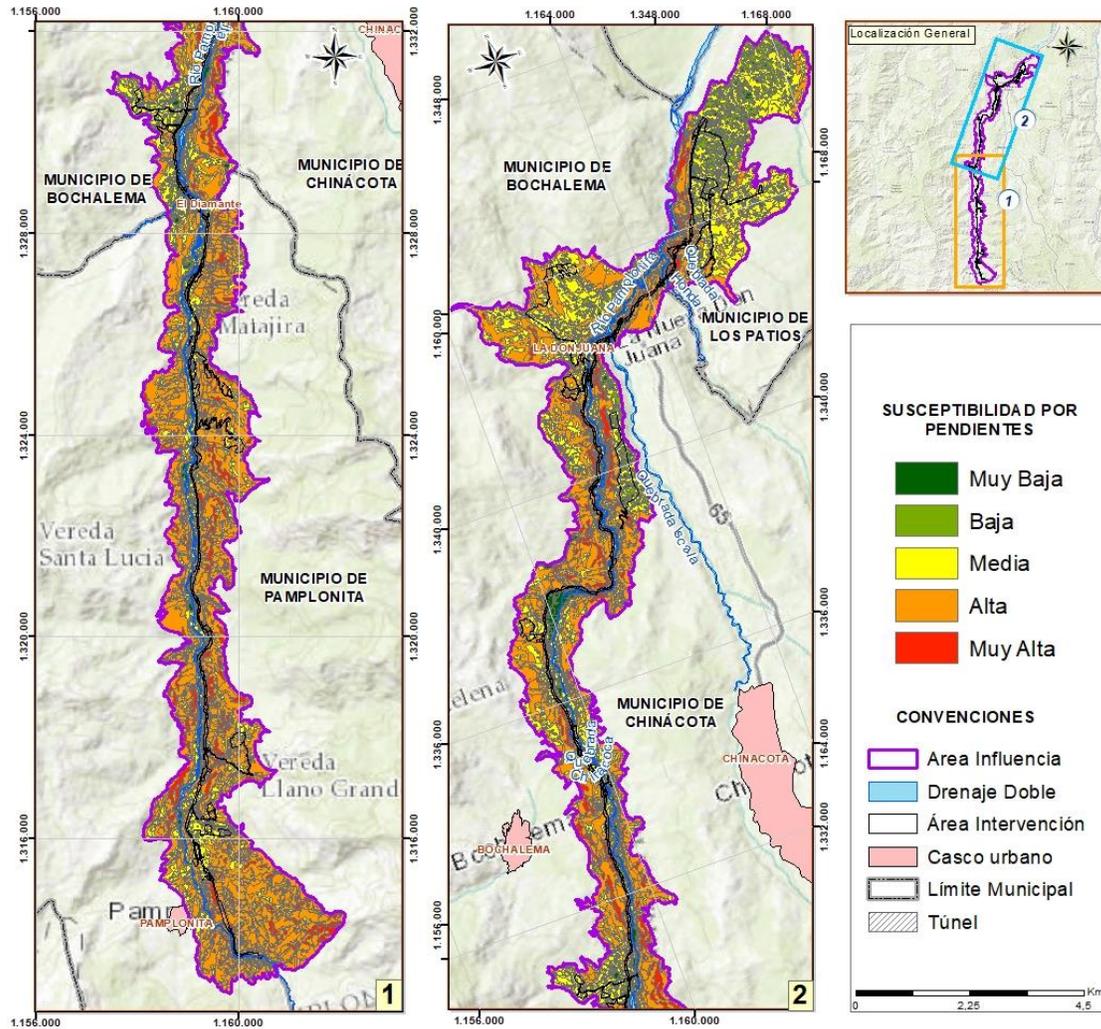
Figura 11.1.11-32 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno



Fuente: (ECOGERENCIA, UVRP, 2019, 2019)

En la **Figura 11.1.11-33** se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.

Figura 11.1.11-33 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Morfodinámica (SE)

Mediante la interpretación de imágenes y trabajo de campo se realizó la cartografía de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; esto permitió establecer áreas y tipos de procesos erosivos que caracterizan el área de influencia; las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 se trabajaron con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017) y de Bing, contrastadas con fotografías aéreas del año 1984, 1990 y 1992, suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Para la evaluación de la morfodinámica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Interpretación de imágenes georreferenciadas y fotografías aéreas.

Trabajo de campo. Se hicieron recorridos de campo en el área de influencia y se obtuvo un inventario de procesos morfodinámicos, debidamente georreferenciados.

Para la cartografía de los procesos asociados a deslizamientos activos e inactivos se obtuvieron unidades de área.

Se identificaron procesos morfodinámicos asociados a deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados con obras de contención, flujos de tierra, campos aterrazados, desprendimientos de rocas, socavación lateral, erosión, y explotación de canteras; delimitando aproximadamente las áreas que encierran dichos procesos mediante polígonos y resaltando con líneas los escarpes y cicatrices de deslizamiento.

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos y flujos de tierra, consideradas de susceptibilidad muy alta. En segundo lugar, de acuerdo con la susceptibilidad del terreno se encuentran los deslizamientos inactivos, los procesos de socavación lateral y la caída de rocas, cuya susceptibilidad es alta. Las áreas estabilizadas con obras civiles, que corresponden a sitios con deslizamientos estabilizados con obras como muros de concreto y anclajes, se consideran de susceptibilidad moderada, al igual que las canteras y los campos aterrazados que presentan microdeslizamientos o creep superficial. Las áreas de erosión en cárcavas, socavación estabilizada, campo aterrazado y de depósito minero; se clasifican como de susceptibilidad baja. Las áreas con erosión laminar se consideran de susceptibilidad muy baja. (Ver **Tabla 11.1.11-25**).

Tabla 11.1.11-25 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos

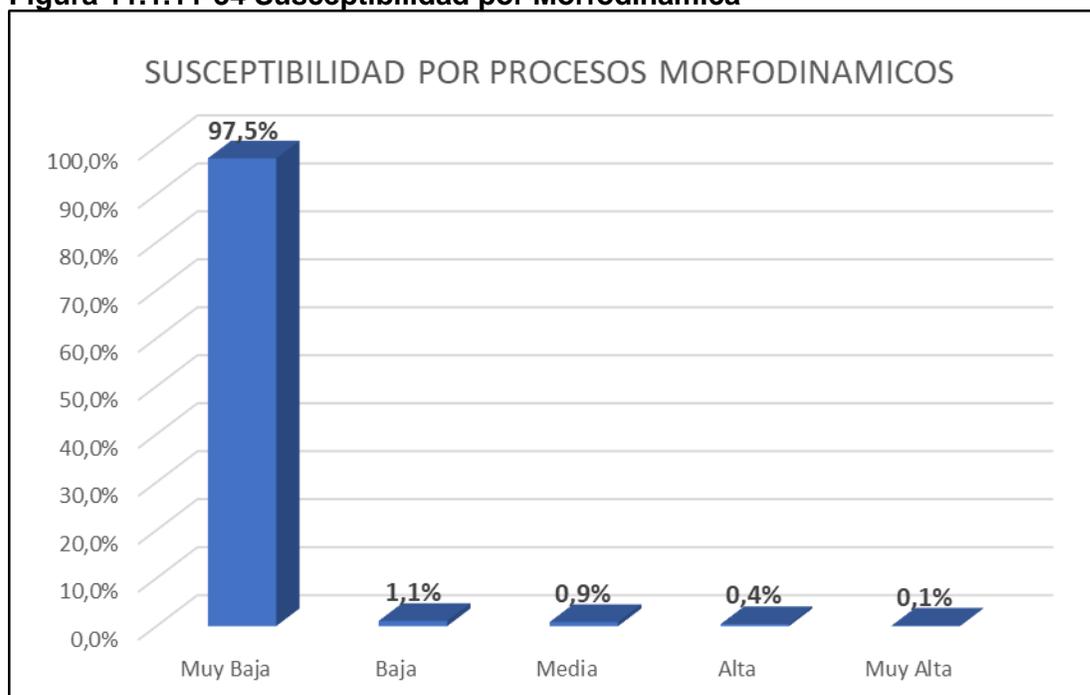
Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Deslizamiento activo	5
Flujo de tierra	5
Deslizamiento inactivo	4
Socavación lateral	4
Caída	4
Campo aterrazado, con microdeslizamientos o creep superficial	3
Cantera	3
Deslizamiento estabilizado	3
Erosión en cárcavas	2
Socavación estabilizada	2
Campo aterrazado	2
Depósito minero	2
Erosión laminar	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la siguiente figura se muestra que la mayor parte del área, con un 97.5% del total es de muy baja susceptibilidad debido a que no presentan ningún proceso erosivo relevante o de

remoción en masa. A penas el 0.1% del área presenta susceptibilidad muy alta, relacionada con deslizamientos activos y flujos de tierra; el 0.4% del área de influencia presenta susceptibilidad alta; debida a áreas con deslizamientos inactivos, socavación lateral o caída de rocas. el 0.9% del área de influencia presenta susceptibilidad moderada, relacionada con áreas de deslizamientos estabilizados, canteras, campos aterrizados con presencia de microdeslizamientos o creep superficial. El 1.1% del área presenta susceptibilidad baja a procesos denudativos relacionada con zonas con erosión en cárcavas, de socavación estabilizada, campos aterrizados o depósitos mineros.

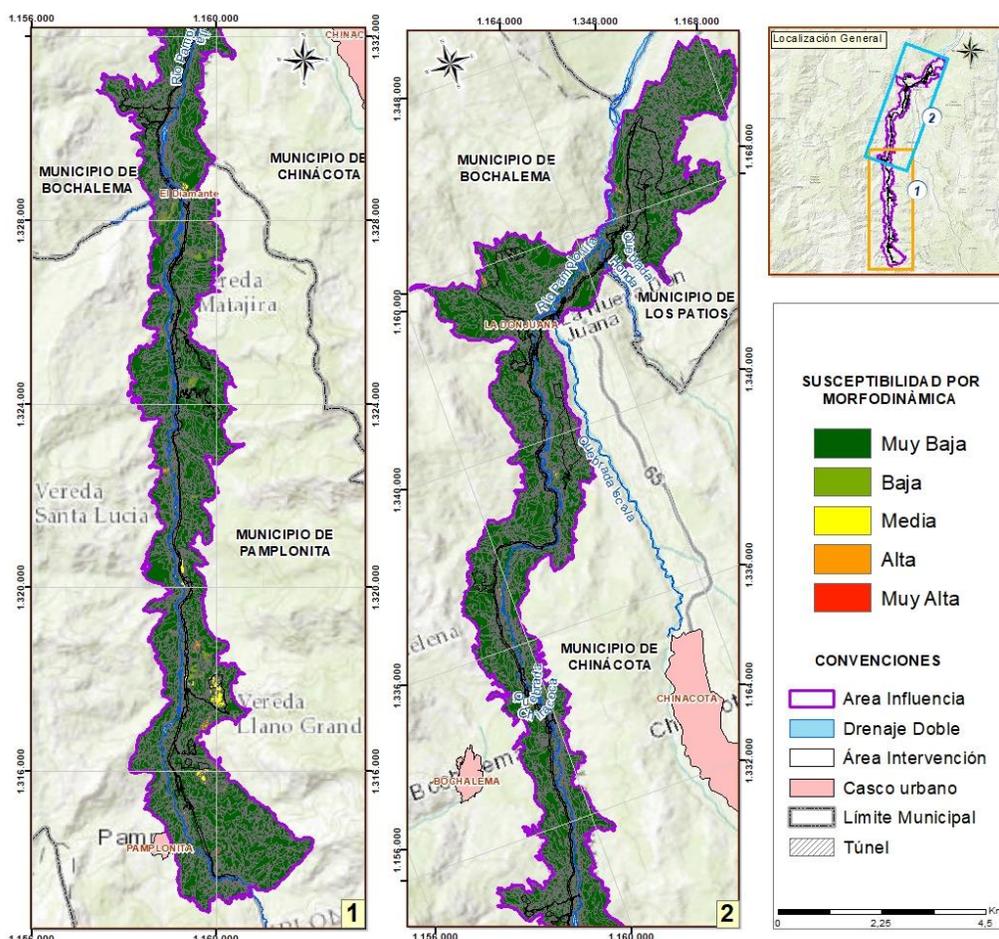
Figura 11.1.11-34 Susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

En la siguiente figura se presenta el mapa del área de influencia de las Unidades Funcionales 3, 4 y 5; en el que se muestran las áreas con procesos erosivos o de remoción en masa resaltadas con colores según el grado de susceptibilidad.

Figura 11.1.11-35 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Susceptibilidad General del Terreno (ST)

El mapa de susceptibilidad general del terreno se elaboró mediante análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), sumando digitalmente los ocho mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de procesos de erosión y remoción en masa. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, así:

$$ST = SL + SG + SH + SC + SD + SF + SP + SE$$

Dónde:

ST = Susceptibilidad del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.

SL = Susceptibilidad del parámetro litología.

SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.

SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.

SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.
 SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.
 SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.
 SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.
 SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 11 y 36. Se establecen los intervalos para la categorización del mapa de susceptibilidad general del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa, como se muestra a continuación en la **Tabla 11.1.11-26**

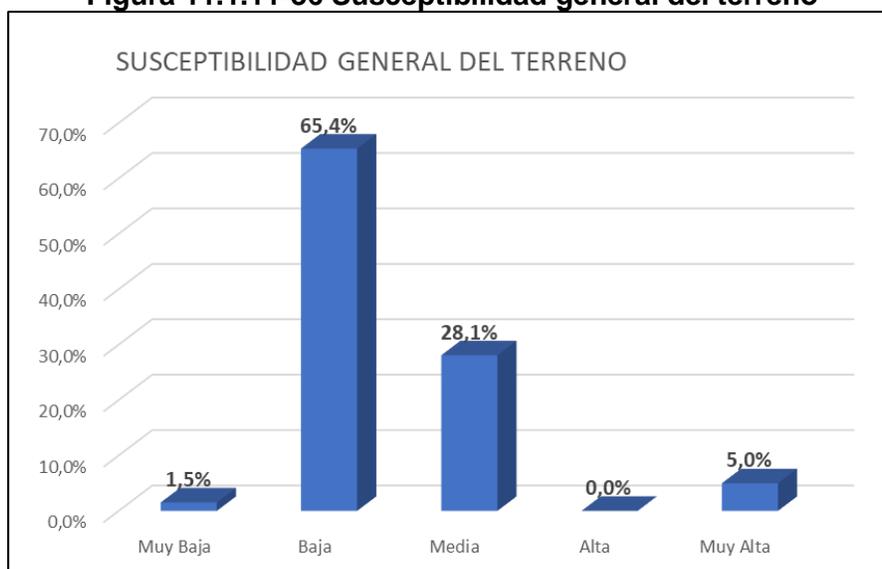
Tabla 11.1.11-26 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno

Intervalos	Peso	Categorías de susceptibilidad
1 – 15	1	Muy Baja
16 – 21	2	Baja
22 – 27	3	Moderada
28 – 32	4	Alta
> 32	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la figura a continuación se observa la distribución de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de influencia.

Figura 11.1.11-36 Susceptibilidad general del terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El 65.4% o 3783.46 Ha del área presenta baja susceptibilidad; relacionada con zonas que presentan escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en

donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica haciendo poco susceptible el terreno a procesos denudativos. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.

El 28.1 % o 1625.32 Ha del área de influencia es de moderada susceptibilidad a procesos denudativos, relacionada con zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos o de cobertura vegetal. Estas zonas por lo general incluyen tanto parámetros favorables como desfavorables que al interactuar generan una susceptibilidad moderada. Las condiciones favorables regularmente están relacionadas con litologías resistentes, poco fracturamiento del macizo rocoso y coberturas vegetales boscosas; mientras que las condiciones desfavorables están relacionadas con depósitos cuaternarios, macizos de rocas blandas muy fracturados, o coberturas vegetales escasas que facilitan la generación de procesos erosivos y de remoción en masa.

El 1.5% o 88.25 Ha del área de influencia presenta muy baja susceptibilidad; correspondiente a relieves planos no expuestos a socavación fluvial o a laderas con litología resistente, poco fracturada y con buena cobertura conformada principalmente por vegetación boscosa, donde no se encuentran procesos erosivos o de remoción en masa

El 0.0% o 0.61Ha del área de influencia tienen alta susceptibilidad correspondiente a zonas afectadas por procesos erosivos o de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósitos coluviales o aluviales recientes, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos erosivos severos o de remoción en masa.

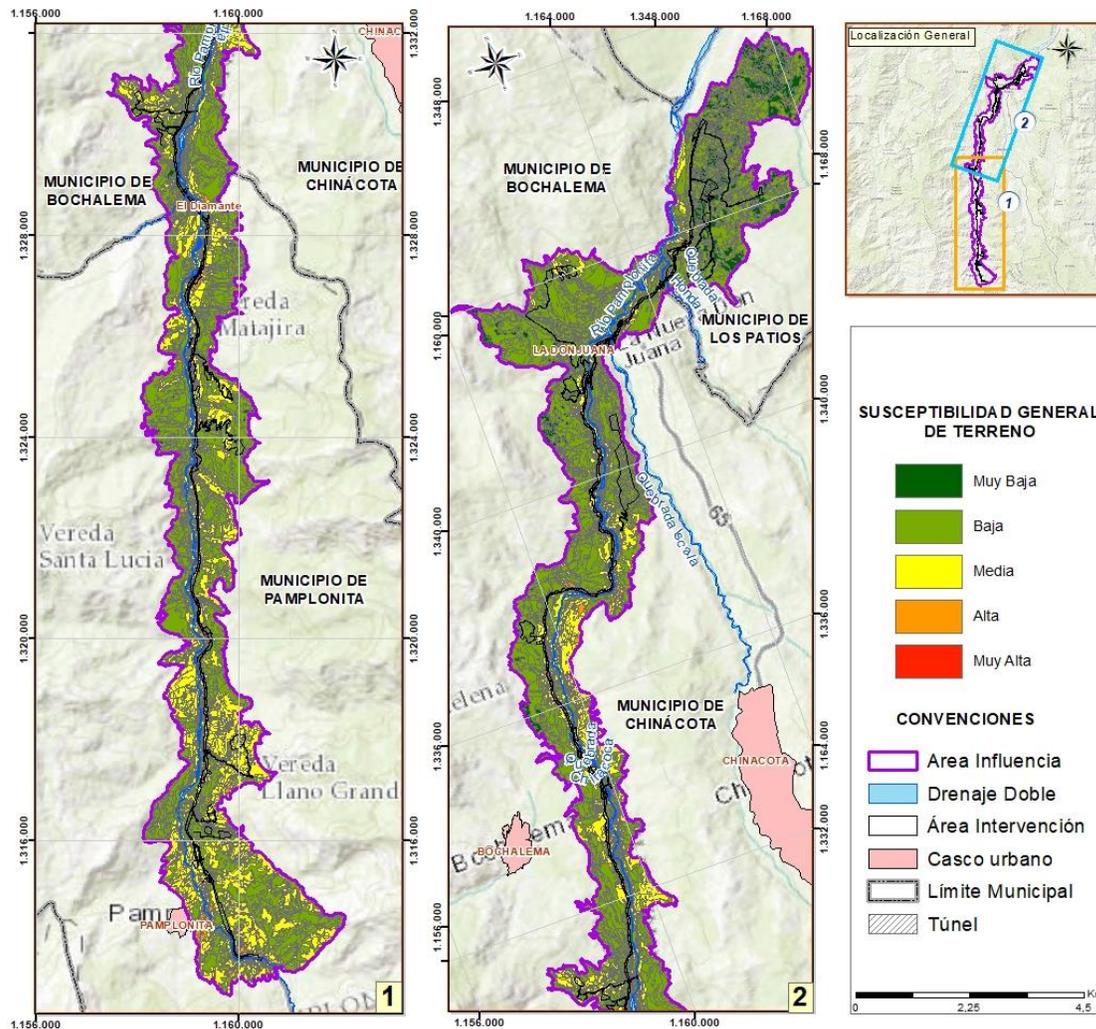
Finalmente, el 5.0% o 288.75ha del área de influencia presentan muy alta susceptibilidad a la generación de denudativos, correspondiente a zonas afectadas por fenómenos de remoción en masa o con suelos no consolidados de origen coluvial muy susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica.

En la **Figura 11.1.11-37** se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.

- Factores detonantes

Los factores desencadenantes o detonantes que se contemplaron en la ejecución del modelo son precipitación y sismicidad.

Figura 11.1.11-37 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Precipitación (FP)

La precipitación, principalmente en periodos invernales, se define por su intensidad, duración y distribución espacial. La relación lluvia-deslizamiento varía de un sitio a otro dependiendo de las condiciones locales de la zona, como la humedad, el tipo y uso del suelo, y topografía, entre otros.

El componente de escorrentía de la precipitación, usualmente es considerado un agente de erosión superficial o de erosión lineal con formación de surcos y cárcavas. La escorrentía tiene un efecto importante en la movilización de los materiales arrancados por los deslizamientos someros y profundos y en la generación de deslizamientos en las márgenes de las corrientes, por erosión lateral y socavación de orillas, que aumenta el valor de sus pendientes hasta hacerlas inestables. En la siguiente tabla se presentan los rangos de

precipitación y su calificación asociados como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa.

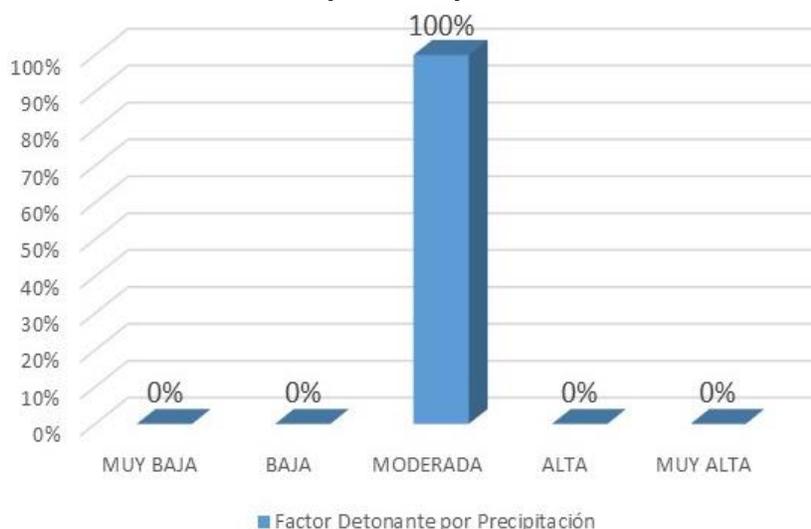
Tabla 11.1.11-27 Intervalos de categoría de precipitación

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
0 a 200	Muy Baja	1
200 – 800	Baja	2
800 – 1500	Moderada	3
1500 – 2500	Alta	4
>2500	Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

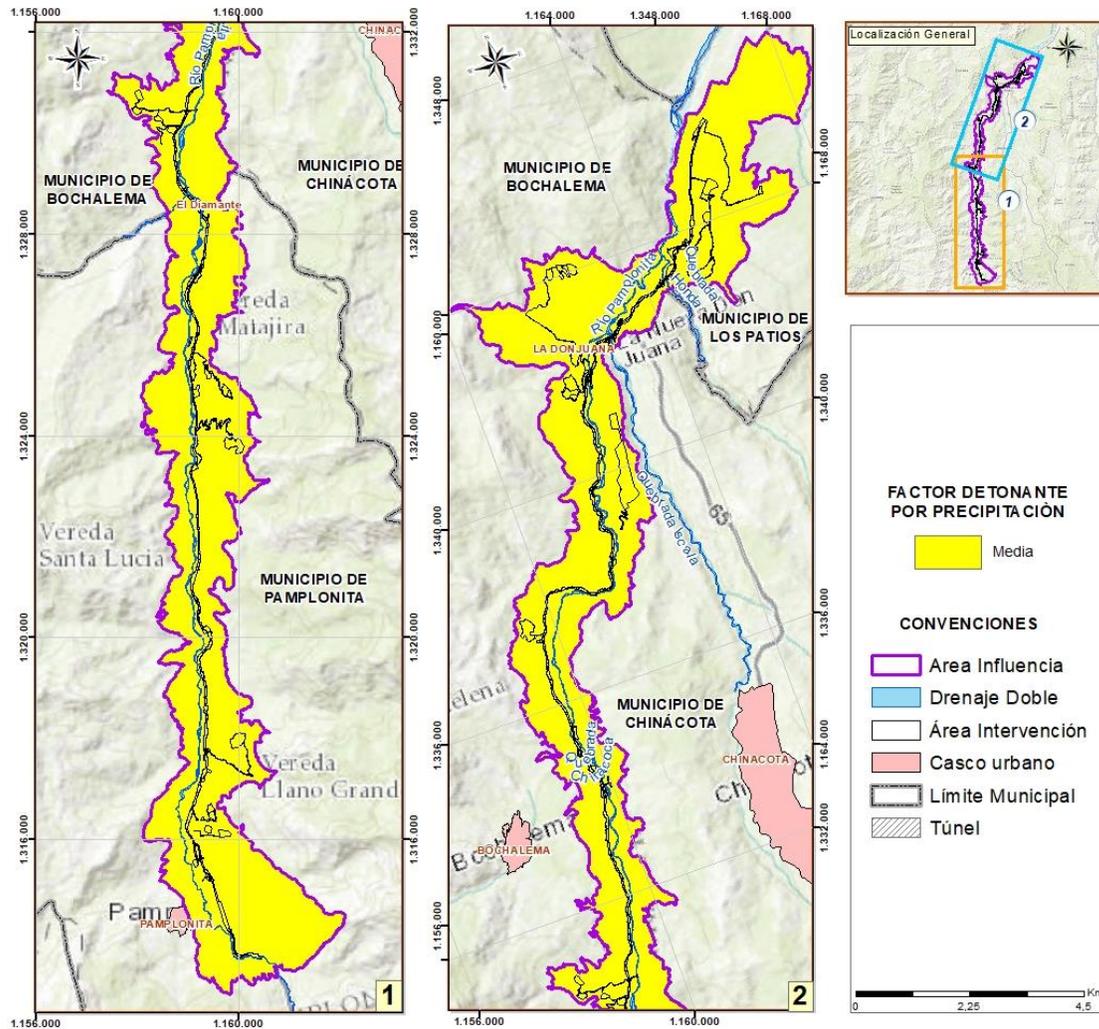
La **Figura 11.1.11-38** y **Figura 11.1.11-39** muestran la influencia de la precipitación como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa en las Unidades Funcionales 3, 4 y 5; con el 100% del área con factor detonante moderado.

Figura 11.1.11-38 Factor detonante por Precipitación



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 11.1.11-39 Factor detonante por precipitación



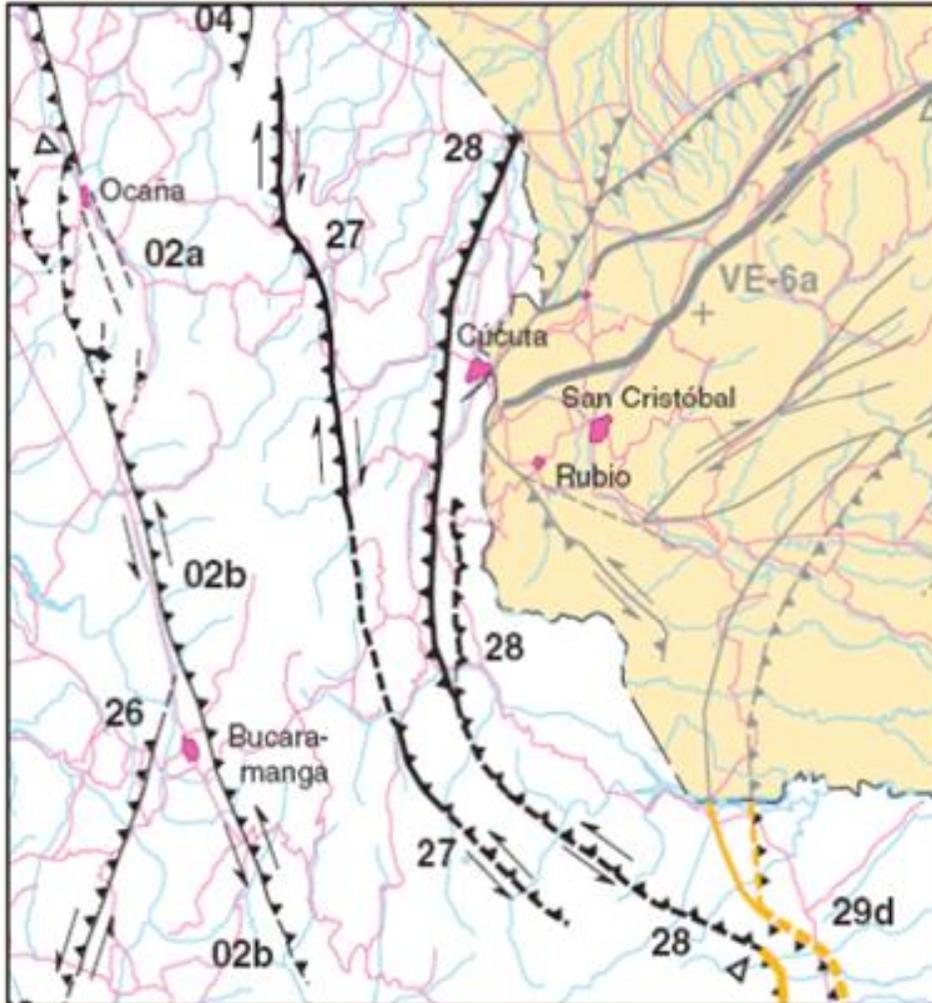
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Sismicidad (FS)

El área de Influencia de las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 se encuentra dentro de una región geográfica afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica, con la consecuente generación de eventos sísmicos. El área de influencia se encuentra dentro de una zona con fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N-S, que conforman bloques y pliegues en dirección NNE-SSW. Esta área, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectonoestratigráfica de dicho departamento, considerada subprovincia geológica de la cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Terciario-Paleoceno. A continuación se puede observar el fallamiento geológico de la zona, notándose que el área de estudio es cruzada por el sistema de fallas Pamplona –

Chitagá.

Figura 11.1.11-40 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)



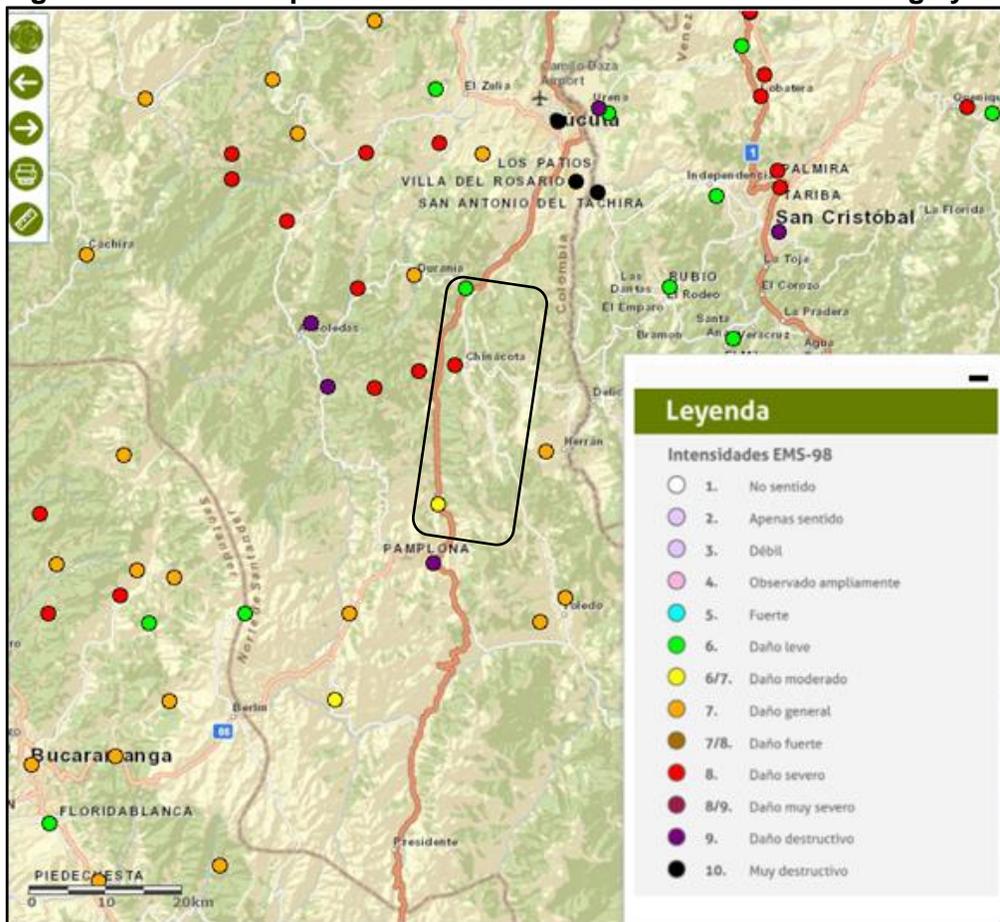
Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

La historia de Colombia registra más de un centenar de sismos destructores, ubicados principalmente en la región andina, el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y el Océano Pacífico, y con menor frecuencia en el Caribe. Las extensas fallas que delimitan las cadenas montañosas, y las zonas de convergencia de placas litosféricas que se hallan en el territorio colombiano, muestran también evidencias de actividad sísmica en el pasado geológico reciente, sugiriendo posibles zonas de generación de sismos.

La **Figura 11.1.11-41** muestra el mapa de sismicidad histórica en Colombia suministrado en su página Web por el Servicio Geológico Colombiano, en la región que cubre la zona entre Bucaramanga y Cúcuta. Las zonas de intervención quedarán emplazadas en el sector cercano a la actual vía Cúcuta Pamplona entre los municipios de Pamplonita y Los Patios.

Se destaca el registro histórico de sismos con intensidades de daño general, severo y destructivo en la región.

Figura 11.1.11-41 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta



Fuente: Mapa sismicidad histórica de Colombia – Servicio Geológico Colombiano

El Servicio Geológico Colombiano en el mapa nacional de amenaza sísmica integra los avances en el conocimiento de la tectónica regional, de la actividad de las estructuras sísmogénicas en Colombia, y de los efectos de la atenuación en la transmisión de ondas sísmicas. Estos conocimientos provienen de las nuevas fuentes locales de información instrumental, de los estudios de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, de la información más completa de los efectos de sismos históricos y de la disponibilidad de bases de datos globales estandarizadas y, en general, de los avances en el conocimiento en el tema de la amenaza sísmica.

Para este estudio de impacto ambiental el factor detonante por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), el cual presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal

máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA (cm/s^2) en un rango desde 50 hasta 450 PGA, como se ilustra en la siguiente tabla.

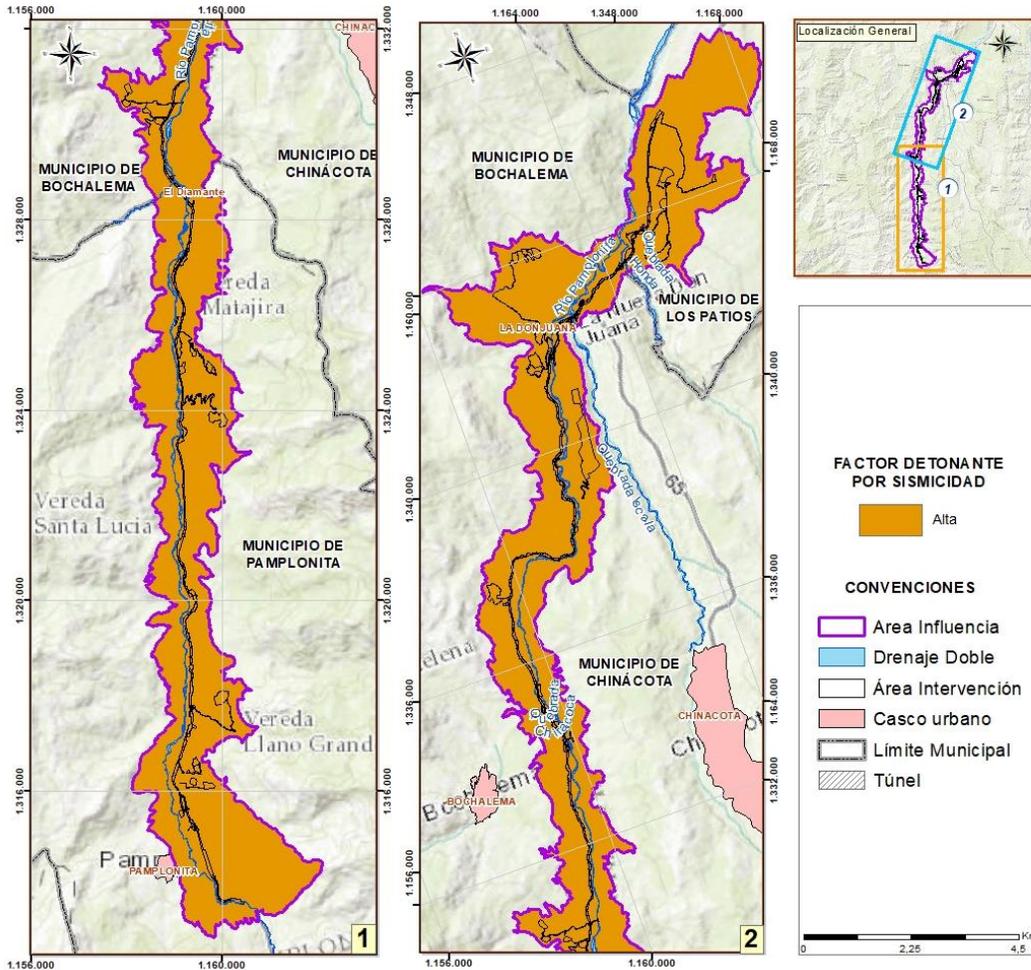
Tabla 11.1.11-28 Intervalos de categorías de sismicidad

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Susceptibilidad
0 – 50 PGA (cm/s^2)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s^2)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s^2)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s^2)	4	Alta
>350 PGA (cm/s^2)	5	Muy alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El área de influencia de las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 se ubica en una región con PGA entre 250 a 350 cm/s^2 ; que corresponde a amenaza sísmica alta. (Ver Figura 11.1.11-42), Esto va en línea con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, que cataloga los municipios de Pamplonita, Cúcuta, Bochalema y Los Patios como de amenaza sísmica alta (determinada entre un rango de amenaza sísmica baja, intermedia y alta), con coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva para diseño Aa de 0.35.

Figura 11.1.11-42 Mapa de factor detonante por sismicidad



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Amenaza geotécnica del terreno (ZG)

La amenaza relativa del terreno se establece considerando la interacción de los factores intrínsecos y los factores desencadenantes o detonantes que intervienen en la generación de procesos de remoción en masa y erosivos. Para la elaboración del mapa de amenaza relativa se emplearon como factores detonantes la precipitación y la amenaza sísmica, empleando el siguiente algoritmo:

$$ZG = ST * (FP + FS)$$

Donde:

ZG = Zonificación Geotécnica (Amenaza relativa del terreno por procesos erosivos y de remoción en masa).

ST = Susceptibilidad total del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.
FP = Factor detonante por precipitación.
FS = Factor detonante por sismicidad.

La zonificación geotécnica del área de estudio se dividió en cinco categorías de amenaza como se observa en la siguiente tabla. Esta zonificación va desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

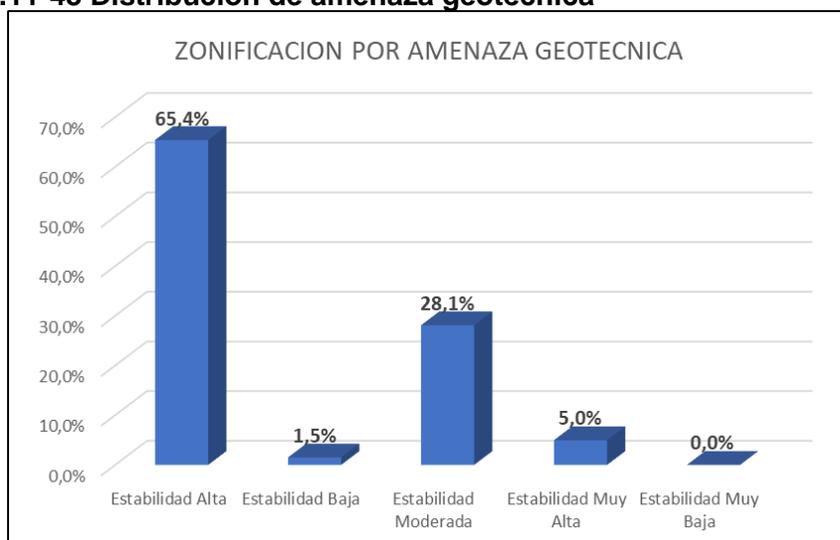
Tabla 11.1.11-29 Categorías para la zonificación geotécnica

Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 6	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
7 – 12	IIIA	Baja	Alta	2
13 – 18	II	Moderada	Moderada	3
19 – 24	IB	Alta	Baja	4
>24	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

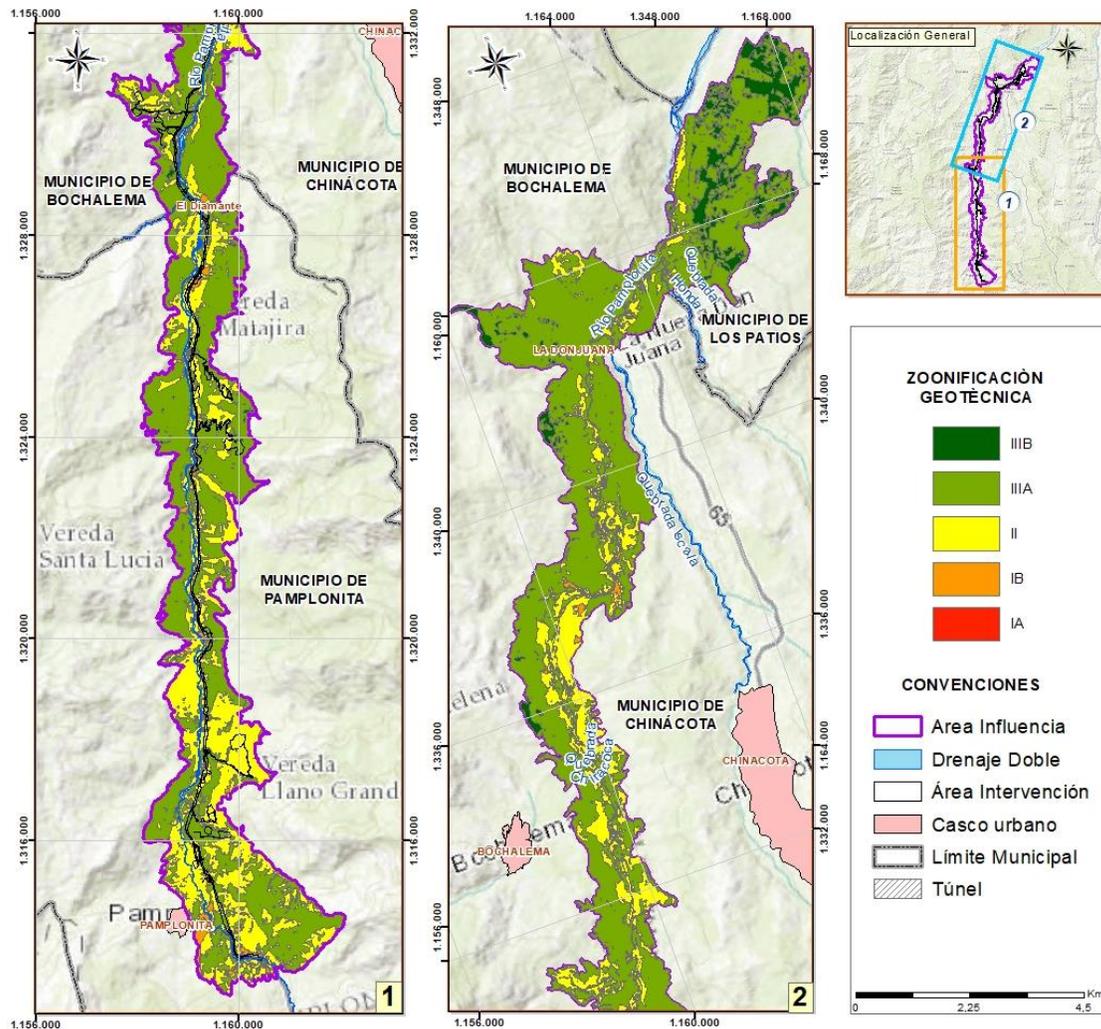
En la **Figura 11.1.11-43** y la **Figura 11.1.11-44** se observa la distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del área de influencia, donde el 65.4% es de amenaza baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); el 28.1% amenaza relativa moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 5% presenta amenaza relativa muy baja y estabilidad geotécnica muy alta; y el 1.5% presenta amenaza relativa alta y estabilidad geotécnica baja (IB).

Figura 11.1.11-43 Distribución de amenaza geotécnica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-44 Mapa amenaza geotécnica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las características de las áreas resultantes en la clasificación de zonificación geotécnica por procesos erosivos y de remoción en masa.

Tabla 11.1.11-30 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
III B	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa. Relieves planos no expuestos a socavación fluvial o laderas con litología resistente, poco fracturada y con buena cobertura conformada principalmente por	287.97

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
			vegetación boscosa, donde no se encuentran procesos erosivos o de remoción en masa.	
IIIA	Baja	Alta	Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorece la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	3784.15
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos o de cobertura vegetal. Estas zonas por lo general incluyen tanto parámetros favorables como desfavorables que al interactuar generan una condición de amenaza relativa moderada. Las condiciones favorables regularmente están relacionadas con litologías resistentes, poco fracturamiento del macizo rocoso y coberturas vegetales boscosas; mientras que las condiciones desfavorables están relacionadas con depósitos cuaternarios, macizos de rocas blandas muy fracturados, o coberturas vegetales escasas que facilitan la generación de procesos erosivos y de remoción en masa.	1626.44
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por procesos erosivos o de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo	87.26

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
			no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósitos coluviales o aluviales recientes, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos erosivos severos o de remoción en masa.	
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas afectadas por procesos de remoción en masa o con suelos no consolidados de origen coluvial muy susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Generalmente destacan las áreas más susceptibles dentro de zonas inestables que se enmarcan en la categoría de estabilidad geotécnica baja (IB).	0.57

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Descripción geotécnica del corredor vial

La descripción geotécnica del corredor vial considera una subdivisión según los materiales predominantes a intervenir y los resultados de la zonificación geotécnica a partir del procesamiento de datos en SIG relacionados con parámetros cartográficos por litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas geológicas, pendientes del terreno, precipitación en la zona y amenaza sísmica.

Sector del K10+300 al K 13+760

Tramo con expresión geomorfológica de terraza aluvial donde el corredor avanza cerca del borde oriental de la terraza entre el K10+300 y el K13+760 (en el sector de cambio de pendiente entre la zona plana y la ladera escarpada), y por la ladera de la terraza entre el K13+000 y el K13+760. Dicha terraza aluvial está conformada por materiales detríticos heterométricos; correspondientes a gravas, cantos y bloques polimícticos, redondeados a subredondeados, embebidos en una matriz arcillolimososa de color habano y consolidación media a alta. La estabilidad geotécnica se ve favorecida en la zona plana principalmente por su topografía y la zona de ladera por el carácter de material consolidado de los suelos que constituyen la terraza y por la cobertura vegetal. Este sector presenta estabilidad geotécnica alta a muy alta (Zonas geotécnicas IIIA y IIIB)

- Sector del K 13+760 al K14+600

En este sector el corredor intervendrá laderas con macizos rocosos de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, ligeramente conglomeráticas, carbonosas y con algunos intraclastos lodolíticos. En menor grado se intervendrán depósitos coluviales matrizsoportados y materiales de terraza aluvial que en pequeños sectores se encuentran suprayaciendo el macizo rocoso. Este sector presenta en general amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA) relacionada con los materiales de litología arenosa de la formación Mirador; con sectores de amenaza relativa y estabilidad geotécnica moderadas (Zona II), en los pequeños tramos con materiales coluviales o aluviales.

- Sector del K14+600 al K15+900

Tramo donde el corredor avanza por una ladera de topografía moderadamente escarpada; con sectores de macizos rocosos arcillosos parcialmente limosos, con escasas capas de areniscas arcillosas, que presentan amenaza baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y sectores con materiales de depósitos cuaternarios de coluvión conformados por gravas, cantos y bloques angulares a subredondeados en matriz limo-arcillosa, que presentan amenaza relativa moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II).

- Sector del K15+900 al K17+120

Sector con predominio de depósitos de terraza conformados por materiales detríticos, heterométricos y muy consolidados, donde el corredor se proyecta en laderas con pendiente escarpada favorecidas por coberturas vegetales principalmente de bosques densos; donde la amenaza relativa es baja y la estabilidad geotécnica es alta (Zona IIIA). Presenta tramos aislados cubiertos por depósitos aluviales recientes caracterizados por ser materiales inconsolidados asociados a corrientes de agua recientes y depósitos coluviales conformados por gravas, cantos y bloques angulares a subredondeados en matriz limo-arcillosa; donde la amenaza relativa y la estabilidad son moderadas (Zona II).

A la altura del K16+850 se presenta un deslizamiento estabilizado, donde la actual vía Cúcuta Pamplona fue estabilizada en su margen occidental con pantalla y anclajes ante la socavación del río Pamplonita y deslizamiento de la ladera. La doble calzada se construirá por el costado interno, interviniendo parte de las obras de estabilización.

- Sector del K17+120 al K19+740

En este sector la segunda calzada se proyecta avanzando por la parte inferior de la ladera del costado occidental del río Pamplonita interviniendo principalmente suelos heterogéneos matrizsoportados de depósito coluvial y ocasionalmente macizos rocosos muy fracturados conformados por calizas grises en capas delgadas fosilíferas, lodolitas calcáreas, capas plano paralelas de chert, lodolitas silíceas y capas fosfáticas, o lutitas grises oscuras a negras, con calizas grises, masivas y fosilíferas. En general este tramo presenta amenaza relativa moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II), a excepción de pequeños tramos de amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA) y del sector entre el K19+240 y el K19+420, donde se observa un deslizamiento activo, que presenta amenaza relativa alta y estabilidad geotécnica baja (Zona IB).

Entre el K17+650 y el K17+850 ladera arriba del eje de la vía se presentan taludes naturales escarpados afectados por erosión en surcos y cárcavas, desde los cuales se desprenden materiales de la superficie a manera de caídas de detritos.

Entre el K19+300 y el K19+460 el trazado de la nueva calzada cruzará un deslizamiento activo con suelos de depósito coluvial y saprolito del substrato rocoso, influenciado por fallamiento geológico y afectado por socavación lateral del río Pamplonita.

- Sector del K19+740 al K21+260

Entre el K19+740 y el K21+260 la doble calzada se proyecta paralela al río Pamplonita en su costado occidental, interviniendo generalmente un terreno con expresión geomorfológica de terraza aluvial, conformado por suelos granulares con cantos, gravas, arenas y bloques. Ocasionalmente se proyecta la intervención de suelos heterogéneos de depósito coluvial que suprayacen los suelos granulares. La zonificación geotécnica del tramo presenta sectores con amenaza relativa moderada y estabilidad moderada (Zona II) y sectores con amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA); perteneciendo a Zona II los sectores de topografía desfavorable al intervenir áreas escarpadas, o los sitios donde se intervendrán suelos coluviales; y correspondiendo a Zona IIIA los tramos de topografía plana.

- Sector del K21+260 al K25+600

Desde el K21+260 hasta el K25+600 el trazado discurre paralelo al río Pamplonita por el sector de contacto geomorfológico entre la parte inferior de la ladera con materiales rocosos o suelos coluviales y zonas de topografía suave con materiales de origen aluvial. Este sitio presenta sectores de cobertura boscosa y sectores con pastos arbolados.

En este sector la doble calzada intervendrá macizos rocosos fracturados conformados por areniscas compactas en los tramos del K21+360 al K21+560, del K21+820 al K21+860, del K21+890 al K21+980, y del K22+030 al K22+180; suelos heterogéneos matrizsoportados en los tramos del K21+260 al K21+360, del K21+560 al K21+820, del K21+860 al K21+890, del K21+980 al K22+030, del K22+180 al K22+30, y del K22+700 al K22+920; suelos residuales de textura arenosa gruesa y macizos meteorizados de origen ígneo entre el K22+440 y el K22+700; y depósitos de suelos granulares en los sectores del K22+300 al K22+440 y del K22+920 al K25+600.

La zonificación geotécnica en general indica amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA) para los sectores de intervención en macizo rocoso, de suelo residual o de depósitos aluviales; y amenaza relativa moderada y estabilidad moderada (Zona II) para los sectores que intervienen suelos de depósito coluvial.

- Sector del K25+600 al K26+520

Entre el K25+600 y el K26+520 la segunda calzada intervendrá un sector de topografía

plana con materiales granulares de origen aluvial (gravas, cantos, arenas y bloques), que presenta amenaza relativa entre baja a moderada y estabilidad geotécnica entre moderada y alta (Entre Zona II y IIIA). En este sector la vía cruzará el río Pamplonita en dos oportunidades (en el K25+620 y en el K25+870).

- Sector del K26+520 al K30+380

En este tramo va vía intervendrá la parte inferior de una ladera de pendiente escarpada y cobertura vegetal arbórea, conformada por un macizo rocoso de areniscas compactas que en general presentan amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA); y por depósitos coluviales con suelos heterométricos matrizsoportados, que presentan amenaza relativa moderada y estabilidad moderada (Zona II).

- Sector del K30+380 al K31+480

Entre el K30+380 y el K31+480 el trazado va sobre un terreno plano, cobertura principal de pastos y expresión geomorfológica de abanico aluvial, con suelos granulares (gravas, arenas, cantos y bloques). En este tramo la estabilidad geotécnica es alta (Zona IIIA).

- Sector del K31+480 al K32+040

Entre el K31+480 y el K32+040 la doble calzada tendrá lugar en una ladera de pendiente moderadamente escarpada, de macizo de areniscas estratificadas y escasos sectores de depósitos coluviales heterométricos matrizsoportados. La zonificación geotécnica para este tramo es variable entre estabilidad moderada (Zona II) y muy alta (Zona IIIB); siendo moderada en los sectores de depósitos coluviales y alta a muy alta en los tramos donde la intervención tendrá lugar en macizo rocoso.

- Sector del K32+040 al K33+060

En este tramo el trazado tendrá lugar por un terreno plano con cobertura principal de pastos y expresiones geomorfológicas de terraza aluvial y de abanico aluvial, conformado por suelos granulares (gravas, arenas, cantos y bloques); donde la estabilidad geotécnica es alta (Zona IIIA).

- Sector del K33+060 al K34+160

Del K33+060 al K33+240 la doble calzada se conformará interviniendo un macizo rocoso de estratificación centimétrica conformado por lutitas y calizas, donde la zonificación geotécnica corresponde a Zona II (de amenaza relativa y estabilidad moderadas).

A partir del K33+240 hasta el K34+160 el alineamiento se proyecta por zonas de topografía suave con áreas escarpadas y de cobertura vegetal de pastos, correspondiente a geoformas de terrazas y abanicos aluviales; la vía cruzará el río Pamplonita en el K33+250. La litología de este tramo corresponde a suelos granulares de origen aluvial (gravas, arenas, cantos y bloques). La zonificación geotécnica de este sector corresponde a zonas

de estabilidad moderada (Zona II) a alta (Zona IIIA).

- Sector del K34+160 al K45+020

Tramo en el que la vía avanza paralela al río Pamplonita por su costado oriental, localizada en proximidades a la zona de contacto entre unidades geomorfológicas de laderas montañosas y áreas de topografía suave de origen aluvial; proyectándose ocasionalmente sobre laderas rocosas o con depósitos coluviales y ocasionalmente sobre terrenos aluviales.

La zonificación geotécnica en este tramo es variable entre zonas de estabilidad alta y zonas de estabilidad baja. En primer lugar, presenta zonas de amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA) en sectores conformados por suelos granulares de origen aluvial (gravas, arenas, cantos y bloques), que regularmente exhiben topografías suaves; o zonas de topografía ligeramente escarpada conformadas por macizos con predominancia de arenisca en unos casos y de lutita en otros, regularmente con buena cobertura vegetal; que no presentan procesos erosivos importantes ni de remoción en masa.

En segundo lugar, presenta zonas de estabilidad geotécnica moderada y estabilidad moderada (Zona II) relacionadas principalmente con suelos heterogéneos matrizsoportados de origen coluvial. En tercer lugar, presenta zonas que de acuerdo con el análisis de unidades cartográficas de parámetros realizado en SIG son de amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB), influenciadas en algunos casos por parámetros relacionados con la existencia de procesos denudativos que han tenido que ser atendidos por el concesionario mediante la implementación de obras de contención para la estabilización de procesos de remoción en masa en la ladera o por la pérdida de la banca de la vía actual por socavación lateral del río Pamplonita; las zonas clasificadas como de estabilidad geotécnica baja (Zona IB) están entre los tramos del K34+260 al K34+720, del K34+920 al K35+080 (Sitio donde se presentó socavación del río Pamplonita), del K35+640 al K35+690, del K37+380 al K37+440, del K37+900 al K38+000 y del 38+440 al K38+530, del K39+880 al K40+180, del K40+360 al K40+460, del K41+120 al K41+760, K42+370 al K42+440 y del K43+450 al K43+390.

- Sector del K45+020 al K47+100

En este sector la segunda calzada se proyecta interviniendo principalmente materiales granulares (gravas, arenas, cantos y bloques) que conforman una zona de topografía suave a ondulada con cobertura por lo general de pastos y cultivos. La combinación de parámetros evaluados determina que este tramo presenta amenaza relativa baja y estabilidad alta (Zona IIIA), con sitios puntuales que presentan amenaza y estabilidad moderada (Zona II).

- Sector del K47+100 al K49+040

Entre el K47+100 y el K48+940 el alineamiento se proyecta interviniendo un macizo rocoso con paquetes intercalados de areniscas y arcillolitas, suprayacido en algunos tramos por

suelos heterogéneos matrizsoportados de origen coluvial; en un sector montañoso con laderas de pendiente ligeramente escarpada a ligeramente empinada y con cobertura boscosa; que presenta estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA) a moderada (Zona II), a excepción de los sectores con suelos coluviales donde la amenaza relativa aumenta afectando la estabilidad geotécnica y haciéndola baja (Zona IB) a moderada (Zona II).

En el tramo final entre el K48+940 y el K49+040, el alineamiento tendrá lugar interviniendo suelos granulares de origen aluvial (gravas, arenas, cantos y bloques) y un depósito coluvial con suelos heterogéneos matrizsoportados. Este sector presenta amenaza relativa y estabilidad moderadas (Zona II), a excepción de un sitio puntual en el K49+010 donde la doble calzada cruzará el río Pamplonita con lecho de materiales sueltos expuestos permanentemente a la corriente del río, que presenta estabilidad baja (Zona IB).

Conclusiones

La sectorización geotécnica del túnel consideró la alternancia litológica del terreno con tramos en areniscas y tramos en arcillolitas de la formación Barco; dichos tramos litológicos se subdividieron según la caracterización del macizo de acuerdo con el “Rock Mass Ratio - RMR” considerando además en la subdivisión parámetros geomecánicos que incluyen análisis al macizo y a la roca intacta según el Índice de Resistencia Geológica GSI.

La clasificación generalizada del túnel considerando únicamente la calidad del macizo rocosos según el RMR, sin discriminar por litología entre areniscas y arcillolitas, indica que un 54% de la longitud del túnel, correspondiente a 575.9 m, clasifica como macizo rocoso de calidad media; un 36% de la longitud, 383.5 m, presentan buena calidad en el macizo; y el restante 10%, equivalente a 100.6m, presenta mala calidad.

Los tramos de túnel en rocas arcillosas presentan subsectores con RMR corregido que van desde 20 hasta 70. El 52% de la longitud en tramos de este litotipo, con longitudes que suman los 141.8m, clasifica como de media calidad (Clase III); el 27% (73.8m) clasifica como de buena calidad (Clase II) y el restante 21%, correspondiente a 59.4m, presentan mala calidad geotécnica (Clase IV).

Los tramos de túnel en arenisca presentan subsectores con RMR corregido que van desde 20 hasta 70. El 44% de la longitud en tramos de este litotipo, con longitudes que suman los 309.7 m, clasifica como de media calidad (Clase III); el 50% (354.1 m) clasifica como de buena calidad (Clase II) y el restante 6%, correspondiente a 41.2 m, presentan mala calidad geotécnica (Clase IV)

La zonificación geotécnica del área de Influencia se desarrolló siguiendo la metodología de Vargas modificada, considerando en el análisis la susceptibilidad general del terreno determinada a partir de parámetros de susceptibilidad a la generación de procesos erosivos y de remoción en masa por litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes del terreno y morfodinámica; y considerando la precipitación y la sismicidad como factores detonantes de procesos de remoción en masa.

La zonificación geotécnica del área de influencia se dividió en cinco categorías de amenaza relativa y estabilidad geotécnica, que van desde muy alta a muy baja estabilidad (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

La Zona IA, de estabilidad muy baja y amenaza muy alta, corresponde a terrenos afectados por procesos de remoción en masa o con suelos no consolidados de origen coluvial muy susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Generalmente destacan las áreas más susceptibles dentro de zonas inestables que se enmarcan en la categoría de estabilidad geotécnica baja (IB).

La Zona IB, de estabilidad baja y amenaza alta, corresponde a áreas afectadas por procesos erosivos o de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósitos coluviales o aluviales recientes, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos erosivos severos o de remoción en masa.

La Zona II, de estabilidad moderada y amenaza moderada, corresponde a zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos o de cobertura vegetal. Estas zonas por lo general incluyen tanto parámetros favorables como desfavorables que al interactuar generan una condición de amenaza relativa moderada. Las condiciones favorables regularmente están relacionadas con litologías resistentes, poco fracturamiento del macizo rocoso y coberturas vegetales boscosas; mientras que las condiciones desfavorables están relacionadas con depósitos cuaternarios, macizos de rocas blandas muy fracturados, o coberturas vegetales escasas que facilitan la generación de procesos erosivos y de remoción en masa.

La Zona IIIA, de estabilidad alta y amenaza baja, corresponde a Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.

La Zona IIIB, de estabilidad muy alta y amenaza muy baja; corresponde a áreas no sujetas a movimientos en masa. Relieves planos no expuestos a socavación fluvial o laderas con litología resistente, poco fracturada y con buena cobertura conformada principalmente por vegetación boscosa, donde no se encuentran procesos erosivos o de remoción en masa.

La distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del Área de Influencia

indica que el 66% del área presenta amenaza baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); el 22% exhibe amenaza relativa moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 10% presenta amenaza relativa muy baja y estabilidad geotécnica muy alta (Zona IIIB); y el 2% registra amenaza relativa alta y estabilidad geotécnica baja (IB).

- Inundación (IH)

Las inundaciones son fenómenos producidos por el aumento de caudales con desborde del cauce normal de los cuerpos de agua, ocurren en época de invierno y afecta especialmente las zonas de bajas topográficas y planicies, tienen una dinámica específica en el año de acuerdo con el comportamiento hidrológico de la zona, de acuerdo a los análisis realizados de los caudales máximos y medios suele ser en el periodo comprendido entre los meses de marzo a mayo y el segundo periodo entre octubre y noviembre, caracterizándose por el aumento del nivel del agua, llegando en algunos casos al desborde e inundación de la zona aledaña a la ribera del río.

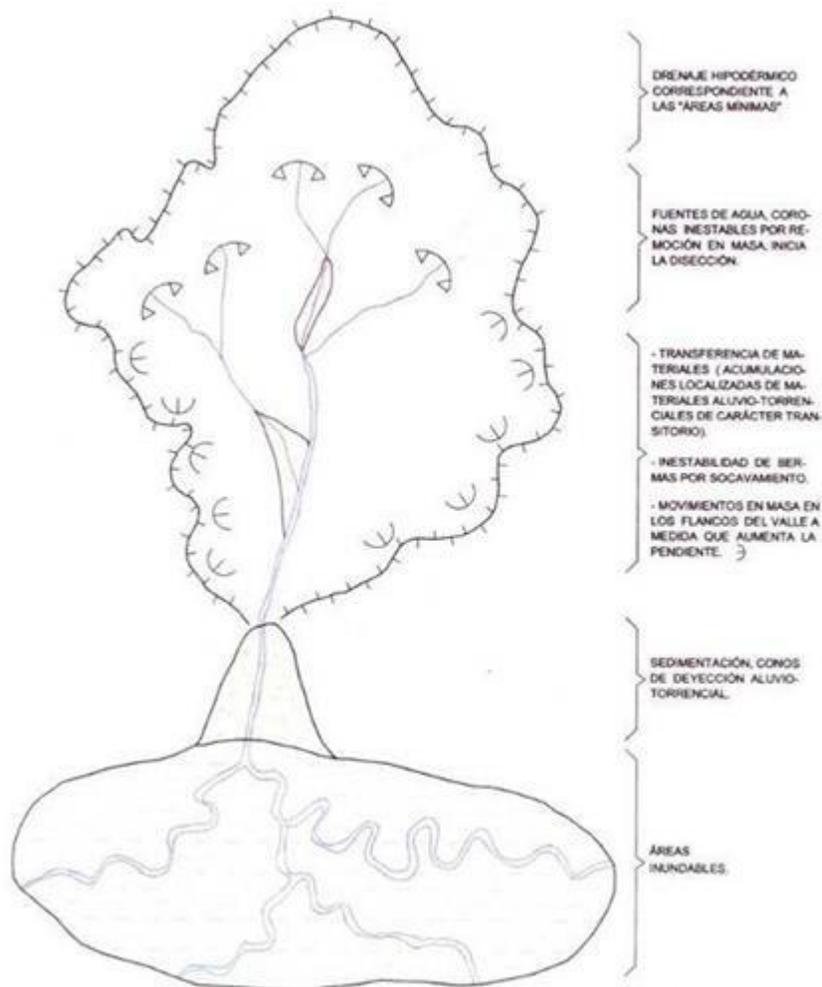
El estudio referente a nivel nacional y de mayor relevancia fue realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, para evaluar la susceptibilidad a inundación en todo el territorio nacional a escala 1:100.000. Para esto, el instituto tomó como línea base los meses de octubre y diciembre de 2001 (condiciones meteorológicas normales) para realizar los análisis espaciales, acompañados de fotointerpretación para zonificar el territorio nacional en zonas inundables periódicamente (por recurrencia de eventos), zonas inundadas (cota alcanzada durante el fenómeno de la Niña 2010 – 2011) y zonas susceptibles a inundación (extraídas con base en el análisis de sistemas morfológicos del territorio nacional en el año 2010 (IDEAM 2012).

Según Flórez (2003), los modelados aluviales³ resultan de la dinámica fluvial de las corrientes de agua. Un sistema fluvial se entiende bajo el concepto de sistema de transferencia que corresponde con una cuenca hidrográfica en la que se diferencian áreas de la cuenca o sectores del cauce del drenaje llamados básicamente “área de aporte”, “transporte” y “sedimentación”, elementos que conforman una cadena

Área de aporte: Las partes altas de una cuenca reciben el agua lluvia, la concentran, y por escurrimiento y disección, el caudal y los sedimentos van a los ejes de drenaje.

- Área de transporte. El proceso es básicamente el transporte, aunque por disección hay también arranque de materiales en el fondo y márgenes, que se incorporan como sedimentos a las corrientes.
- Área de sedimentación. En las partes bajas (piedemontes o bordes de llanuras) disminuye su competencia y capacidad de carga, con la pérdida notable de su pendiente longitudinal, y ocurre sedimentación en conos aluviales o aluvio-torrenciales. Por la baja profundidad del cauce, sus aguas se desbordan durante el periodo lluvioso, formando áreas de inundación y desborde de las corrientes de agua en la llanura aluvial (partes bajas o depresionales).

Figura 11.1.11-45 Sistema de Transferencia



Fuente: (Arango, 2001)

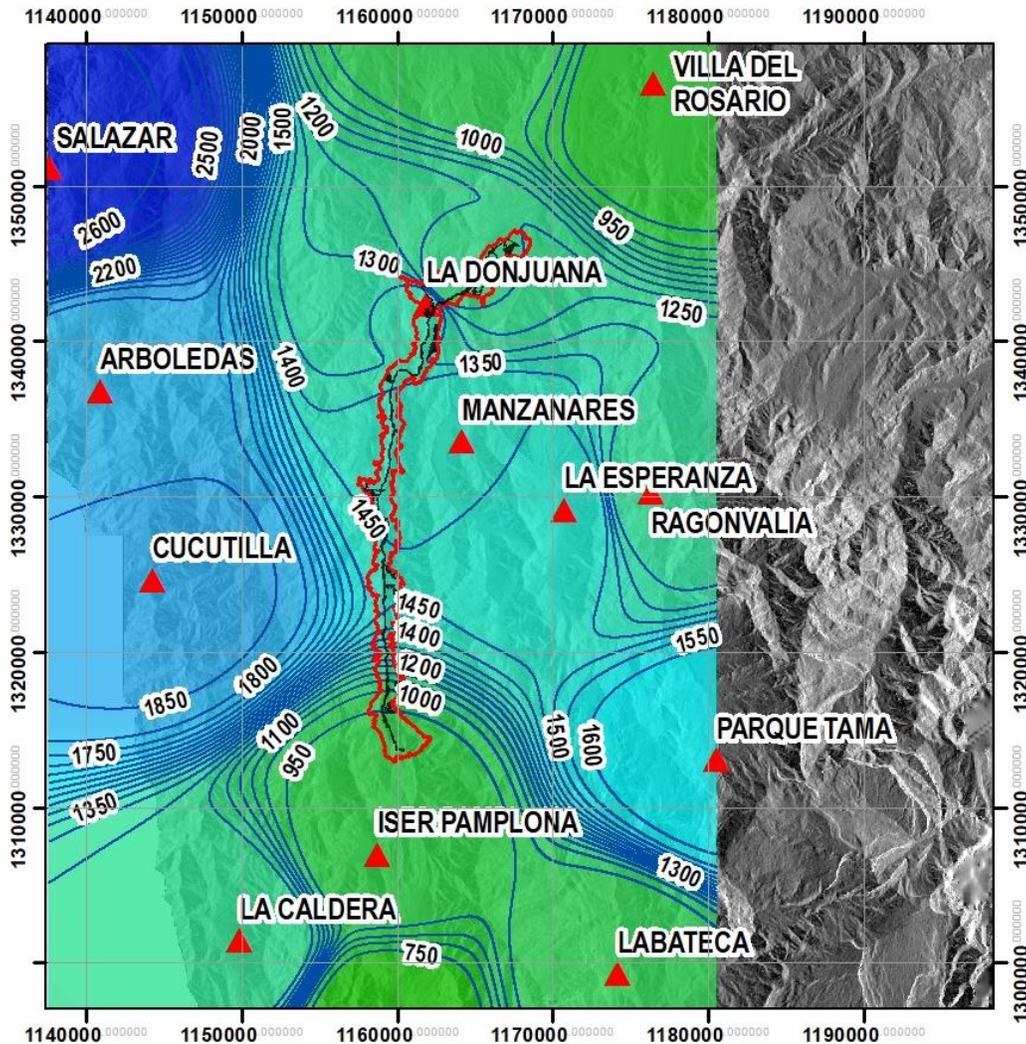
La zonificación por inundación se realizó utilizando un sistema semicuantitativo, siguiendo los procedimientos de zonificación del sistema de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación, descritos por Varnes y Van Westeen.

De acuerdo con lo anterior, para el estudio de zonificación de amenazas se tuvieron en cuenta dos aspectos relacionados con la geomorfología de los terrenos del área de influencia del proyecto, que corresponden al paisaje y las unidades geomorfológicas.

Se definió como factor detonante de las inundaciones a la precipitación, la razón es que su ocurrencia siempre está asociada al incremento de los caudales superficiales de las fuentes de agua y la posibilidad de desbordamiento de los cauces, trayendo como consecuencia dicho fenómeno natural.

La precipitación en el caso de la UF 3-5 se categorizó con base en un solo escenario de precipitación debido que el área de influencia e incluso las cuencas transversales a esta se encuentran dentro de la influencia de una sola estación, ISER Pamplona, además tras la definición de las isoyetas y zonificación de la precipitación no hay importantes cambios en el régimen de lluvias (ver Figura 11.1.11-46).

Figura 11.1.11-46 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La evaluación de la amenaza por inundación se definió así:

$$A_i = (0,7 * SG) + (0,3 * P)$$

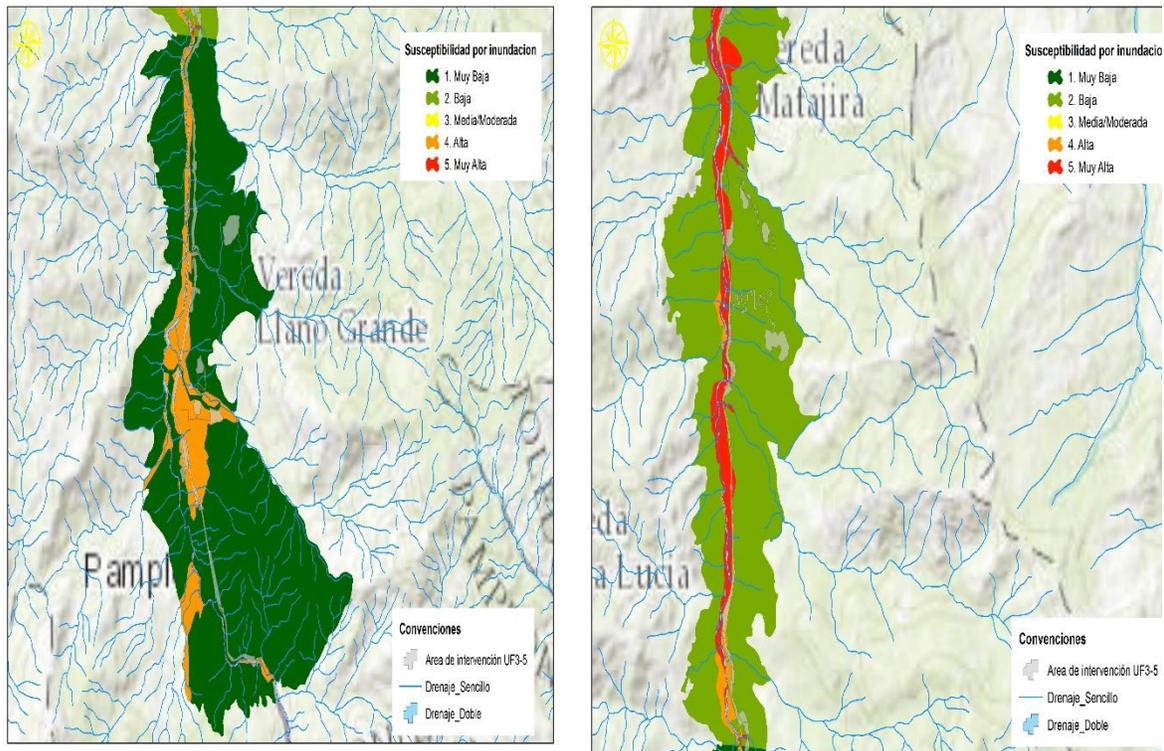
Donde:

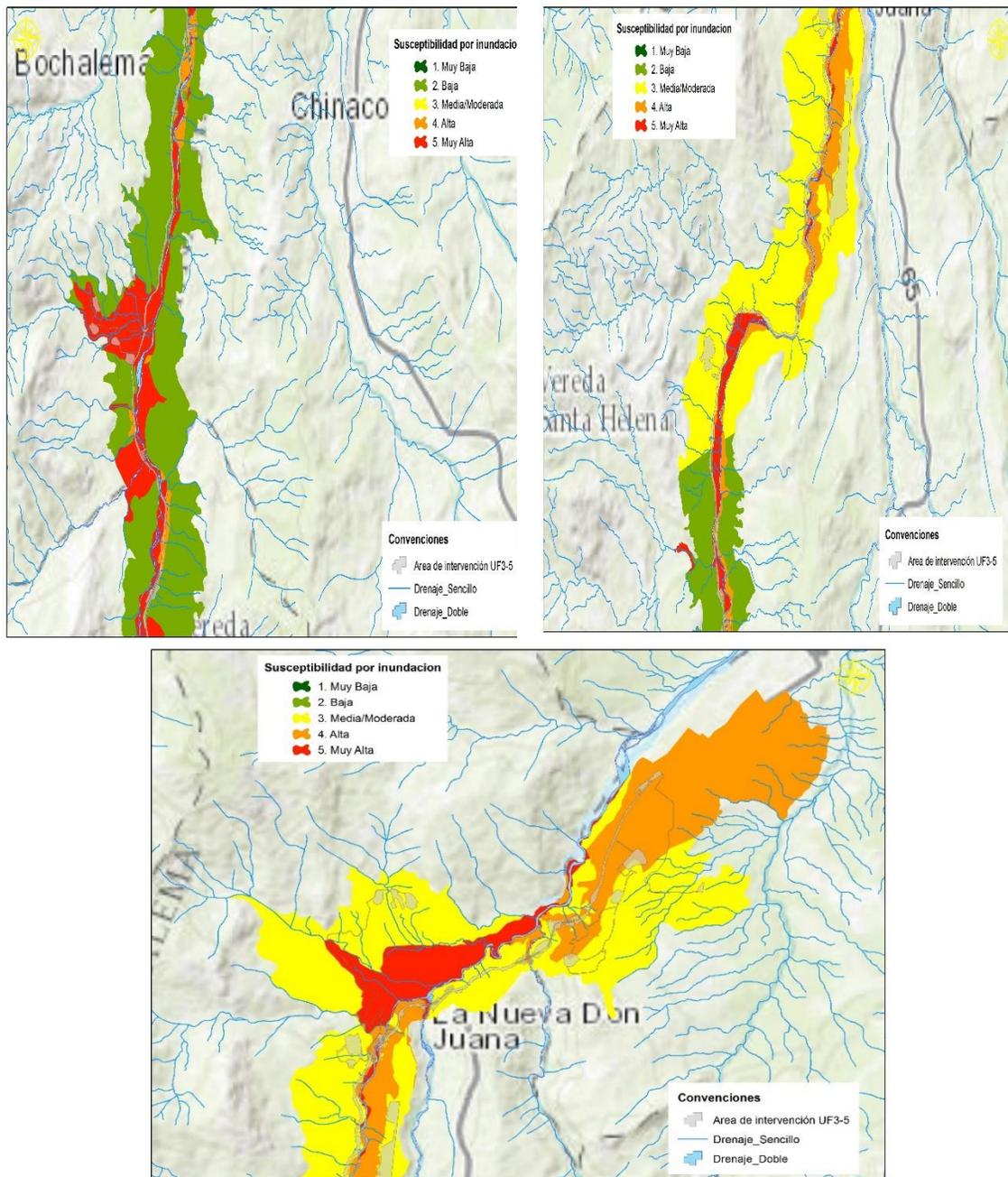
- Ai* Susceptibilidad por inundación
- SG* Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve
- P* Precipitación

Aplicando la evaluación anterior, a las condiciones geomorfológicas y la categorización de la precipitación, para el área de influencia del proyecto, se encontró la distribución espacial de las zonas con tendencia a inundaciones, las cuales se pueden observar en la figura.

En el área de influencia las áreas que presentan susceptibilidad a inundación corresponden a las planicies y llanuras de inundación que se encuentran en las laderas del río Pamplonita; debido a las altas pendientes montañosas que convergen en las márgenes del río, hay zonas que se pueden considerar de acuerdo con la amenaza de inundación como muy bajas.

Figura 11.1.11-47 Zonificación Susceptibilidad por inundación





Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Avenidas torrenciales

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2017) avenida torrencial corresponde a lo siguiente: *las avenidas torrenciales son procesos tipo flujo que incluyen*

eventos generados sobre ríos y quebradas de alta montaña y en cuencas con características geomorfológicas que favorecen una alta acumulación de sedimentos sobre el cauce, cambios drásticos en el gradiente del afluente, alta densidad de drenaje y eventos de precipitación. Sus daños a la población y a la infraestructura son de magnitud mayor, al igual que el tiempo necesario para recuperación de las cuencas después de un desastre ocasionado por este fenómeno.

El análisis de amenaza por avenida torrencial partió de definir cualitativamente la posible torrencialidad de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF3-5. El grado de torrencialidad fue determinado con base en a) coeficiente de compacidad de Gravelius (K_c) (Arango, 2001) e índice de Melton (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009)

- Coeficiente de compacidad de Gravelius (K_c)

Dicho coeficiente relaciona el perímetro de la cuenca (P) con el perímetro de un círculo (P_c) que tiene la misma área de la cuenca (A). La ecuación es la siguiente:

$$K_c = \frac{P}{P_c} \quad \rightarrow \quad K_c = 0,2821 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

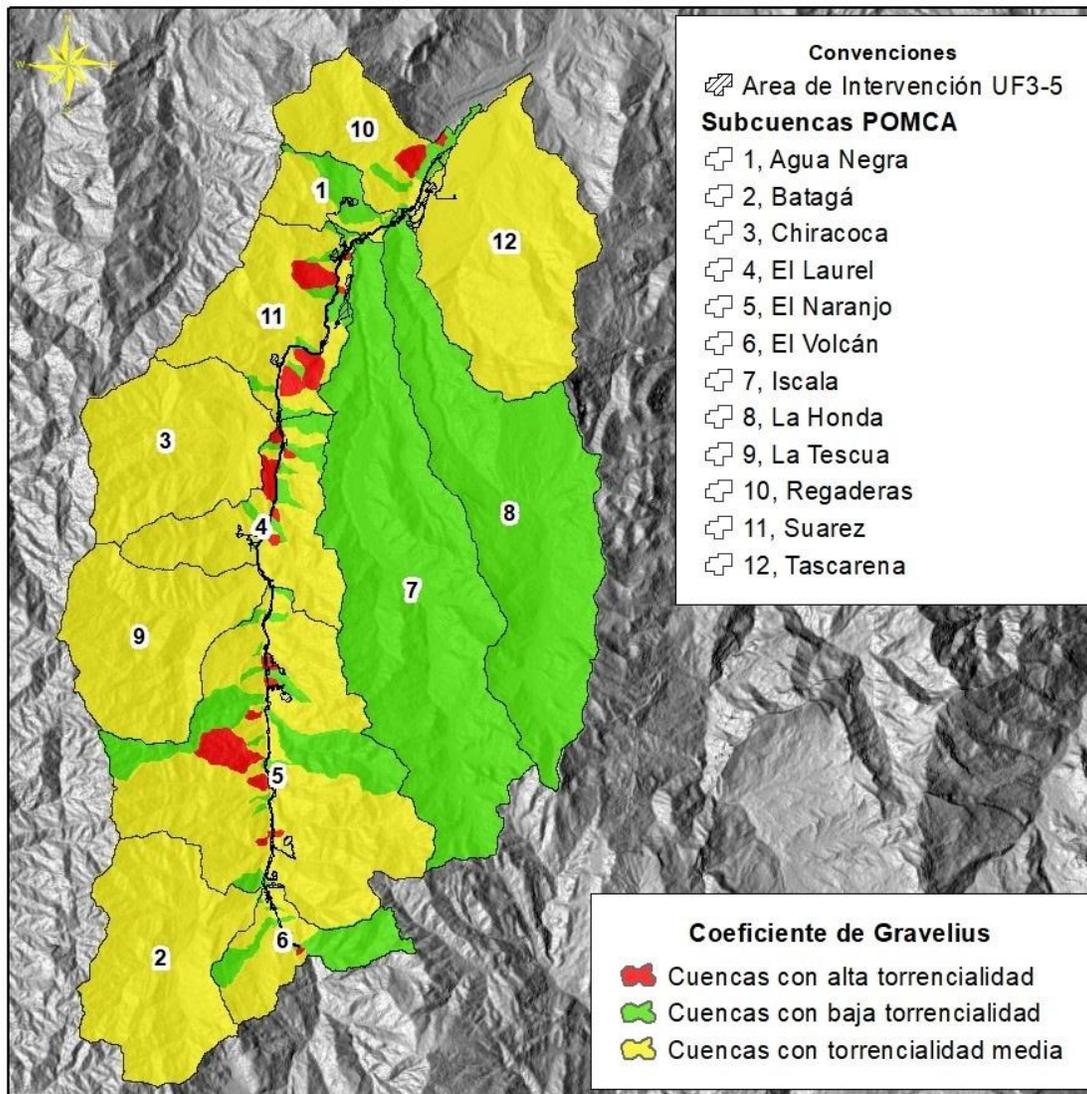
Tabla 11.1.11-31 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad

VALORES DE K_c	FORMA	CARACTERÍSTICAS	VALOR
1,00 – 1,25	Compacta o redonda a oval redondeada	Cuenca torrencial peligrosa	5
1,25 – 1,50	Oval redonda a oval oblonga	Presenta peligros torrenciales, pero no iguales a la anterior	3
1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	Son las cuencas que tienen menos torrencialidad	1

Fuente: (Arango, 2001)

El índice de compacidad de las cuencas asociadas a la UF3-5 es el siguiente:

Figura 11.1.11-48 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF3-5



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

– Índice de Melton

El índice fue determinado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{índice de Melton} = (H_{max} - H_{min}) \times S^{-0,5}$$

Donde:

- H_{max} Cota de la altura máxima de la microcuenca (km)
- H_{min} Cota de la altura mínima de la microcuenca (km)
- S Área total de la microcuenca (km²)

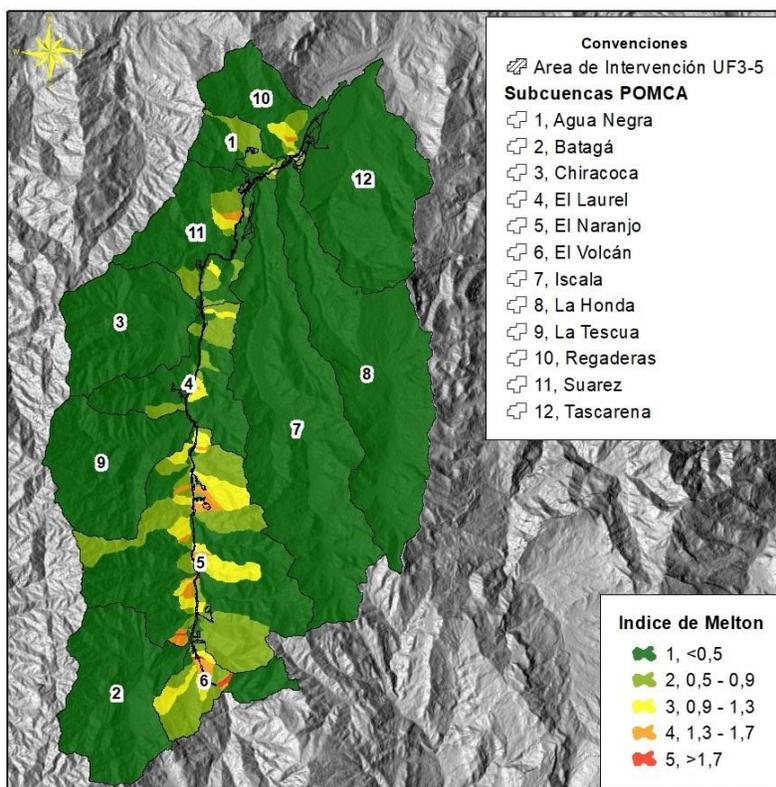
Figura 11.1.11-49 Categorías Índice de Melton

ÍNDICE DE MELTON	VALORES
<0,5	1
0,5 – 0,9	2
0,9 – 1,3	3
1,3 – 1,7	4
>1,7	5

Fuente: (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009)

La primicia sobre los resultados es que cuando los valores del índice son superiores a 0,5 la microcuenca presenta torrencialidad (Montoya Jaramillo, Silva Arroyave, & González, 2009). El índice de Melton de las cuencas son los siguientes:

Figura 11.1.11-50 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la F3-5



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

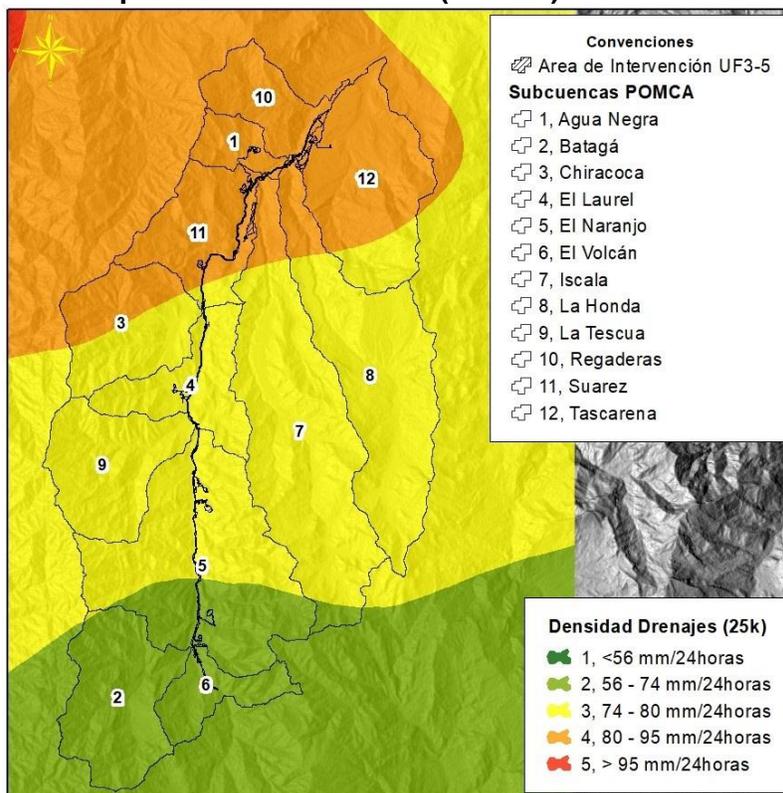
- Nivel de amenaza por precipitación máxima en 24 horas

Se evaluó para escenarios con eventos de precipitación máxima en 24 horas en condiciones antecedentes de humedad o AMC III (Chow, Mays, & Maidment, 1994), es decir bajo el mayor potencial de escorrentía, con la hoya hidrográfica prácticamente saturada de precipitaciones anteriores (INVIAS, 2009).

De acuerdo con polígonos de Thiessen, mediante los cuales se definió el área de influencia de las estaciones climáticas donde la estación IDEAM ISER Pamplona cubre el área de influencia y cuencas asociadas a la UF3-5; los registros diarios van desde el año 1972 hasta la actualidad; la calidad de información fue evaluada mediante la distribución de Gumbel y Pearson Tipo III, la distribución que mejor se ajustó fue la de Gumbel. El procesamiento de la información puede consultarse en los capítulos de línea base o demanda de recursos del presente estudio.

Para el análisis de amenaza por precipitación se determinaron precipitaciones diseño para diferentes periodos de retorno los cuales representan la probabilidad de ocurrencia de ese evento. Las categorías mediante las cuales se evaluó la precipitación máxima en 24 horas para dichos periodos de retorno son las siguientes:

Tabla 11.1.11-32 Precipitación máxima en 24 (mm/día)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Nivel de amenaza por densidad de drenajes

La densidad de drenaje fue definida por Horton (1.932) como la longitud de los canales (L) por unidad de área (A). Se reconoce que la densidad de drenaje es un valioso indicador de las relaciones entre clima, vegetación y la resistencia del substrato rocoso o edáfico a la erosión.

Según (Arango, 2001) a) *En sitios donde los materiales del suelo son resistentes a la erosión o muy permeables, y donde el relieve es suave, se presentan densidades de drenaje bajas. Los valores altos de la densidad de drenaje reflejan, generalmente, áreas con suelos fácilmente erosionables o relativamente impermeables, con pendientes fuertes, y escasa cobertura vegetal...b)...los valores grandes de la densidad de drenaje indican mayor abundancia de escurrimiento y valores importantes de erosión...c)...Un aspecto específico se nota en la relación de la densidad de drenaje con los caudales máximos y las avenidas. A grandes valores de densidad de la red hidrográfica, corresponden velocidades mayores de desplazamiento de las aguas y un mejor drenaje, lo que se refleja en valores mayores de caudales máximos, subidas rápidas y duraciones totales de las avenidas, generalmente más reducidas...*

La red de drenajes fue definida con base en cartografía IGAC 1:25.000 y ajustada de acuerdo con los recorridos en campo y la ortofoto Lidar con una resolución proporcional a la escala 1:2.000. En la Universidad del Tolima se estudiaron 1283 cuencas hidrográficas a escala 1:25.000 lo cual les permitió definir la siguiente escala de valores para la calificación de la densidad de drenaje, las categorías son las siguientes:

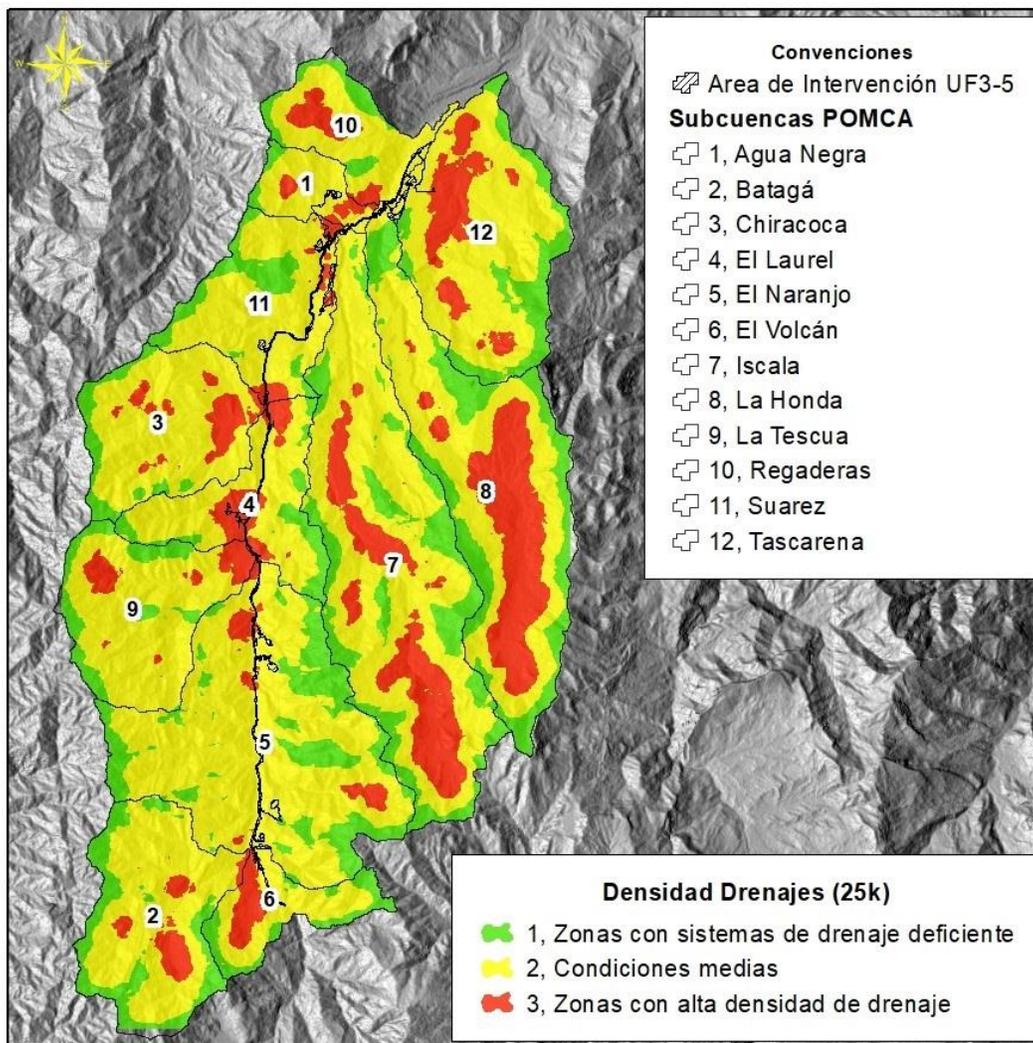
Tabla 11.1.11-33 Categorización y características de la densidad de drenaje

DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM ²)	CARACTERÍSTICA	VALORES	
<1,5	Zonas con sistemas de drenaje deficiente	1	
1,5 – 3,0	Condiciones medias	3	
>3,0	Zonas con alta densidad de drenajes	5	

Fuente: (Arango, 2001)

De acuerdo con lo anterior se definió y categorizó la densidad de drenaje en el área de influencia de la UF3-5 y cuencas asociadas, los resultados fueron los siguientes:

Figura 11.1.11-51 Densidad de drenaje (km/km²) en el área de influencia de la UF3-5 y cuencas asociadas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

– Pendiente media (%)

De acuerdo con (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014) las clases de *pendientes en un área determinada no solo se presentan de manera simple, sino en combinación de pendientes, de acuerdo con la morfología del terreno*. Con base dichas clases se categorizaron las pendientes de la siguiente manera:

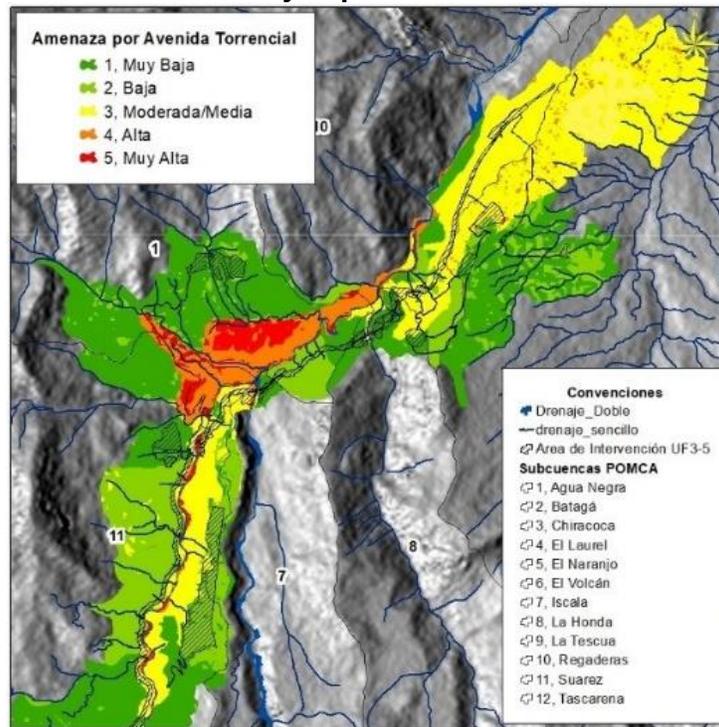
Tabla 11.1.11-34 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito

CATEGORÍA (CLASE)	%	VALORES DE CLASIFICACIÓN (ZONA DE TRÁNSITO)	VALORES DE CLASIFICACIÓN (ZONA DE DEPÓSITO)
Plana	0 – 3	1	7
Ligeramente inclinada	3 – 7	2	6
Moderadamente inclinada	7 – 12	3	5
Fuertemente inclinada	12 – 25	4	4
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25 – 50	5	3
Moderadamente escarpada o Moderadamente empinada	50 – 75	6	2
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada.	>75	7	1

Fuente: Adaptado de (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014)

La variación en la clasificación pretende evaluar de manera diferencial los escenarios de una avenida torrencial los cuales según el (Servicio Geológico Colombiano, 2017) son: a) Zona de tránsito y b) Zona de depósito. El manejo diferencial se debe que en la zona de tránsito ocurre la propagación del material desplazado y los posibles represamientos; en la zona de depósito es el sector receptor donde yace el material transportado por la avenida (lodo, rocas, material vegetal, entre otros).

Figura 11.1.11-52 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial

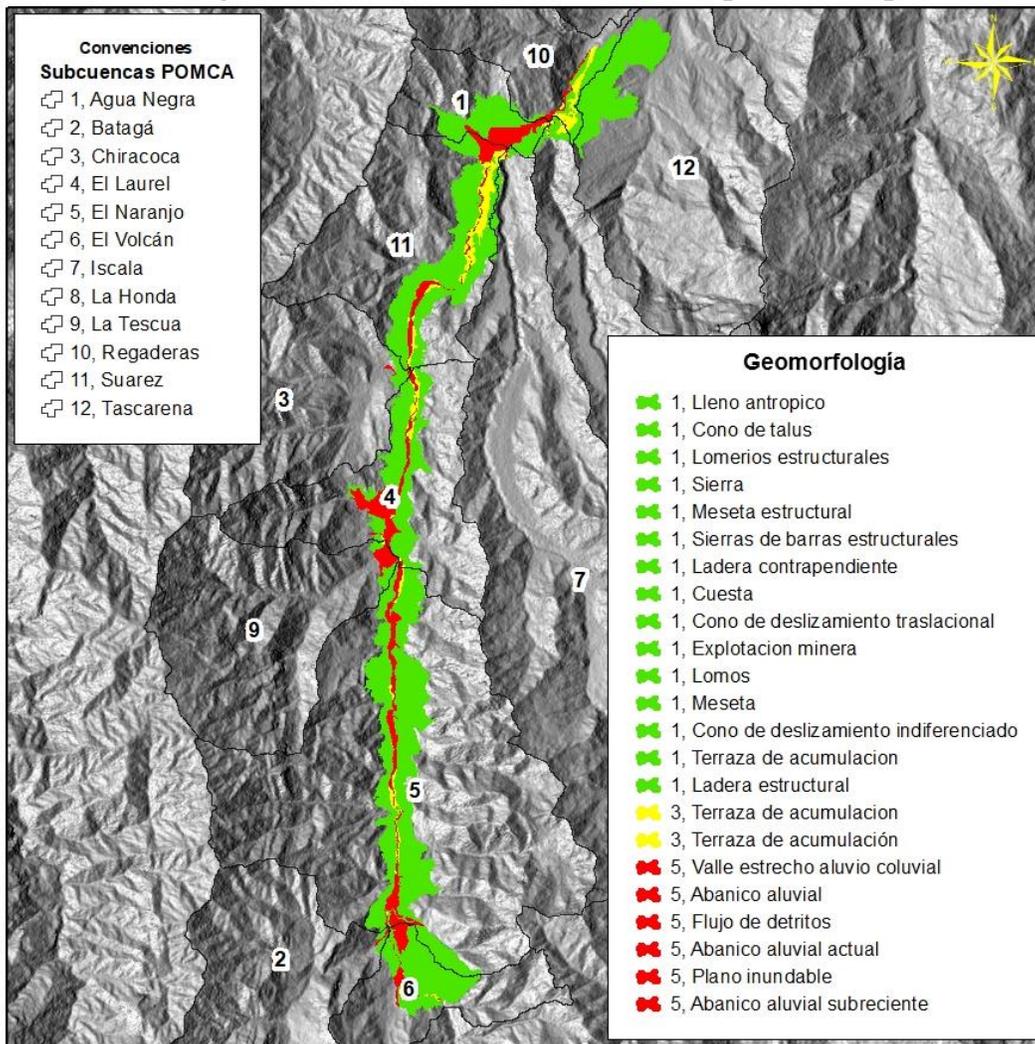


Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Zonificación por unidades geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas fueron una importante variable, su calificación varió de acuerdo con su relación con huellas de eventos donde hubo depositación de materiales aluviales (ver Figura 11.1.11-53), los resultados fueron los siguientes:

Figura 11.1.11-53 Importancia de acuerdo con unidades geomorfológicas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

– Zonificación de la amenaza por Avenida Torrencial

El procedimiento consistió en espacializar todas las variables antes mencionadas, transformarlas de data set ráster a vectores, asignar los valores de importancia definidos a cada unidad de área (cuena o polígono) y posteriormente realizar la superposición multiplicando dichos valores de importancia para generar nuevas unidades de área (polígonos) los cuales definirán espacialmente los sectores con mayor amenaza por torrencialidad (en valores numéricos) en función del elemento detonante, que para este caso es la precipitación máxima en 24 horas en diferentes periodos de retorno, la ecuación mediante la cual fueron relacionadas las variables son las siguientes:

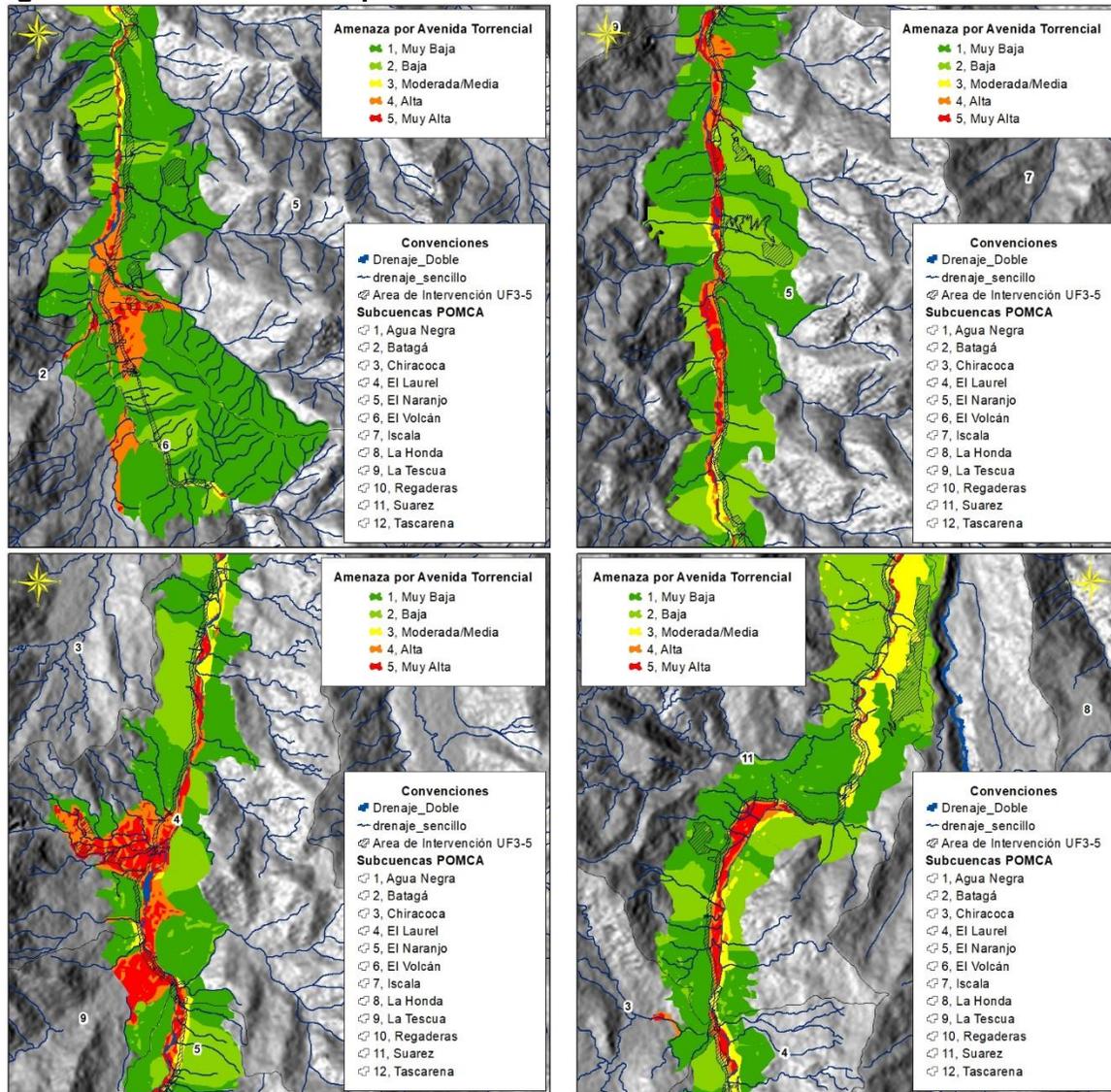
- Zonificación de la amenaza por avenida torrencial

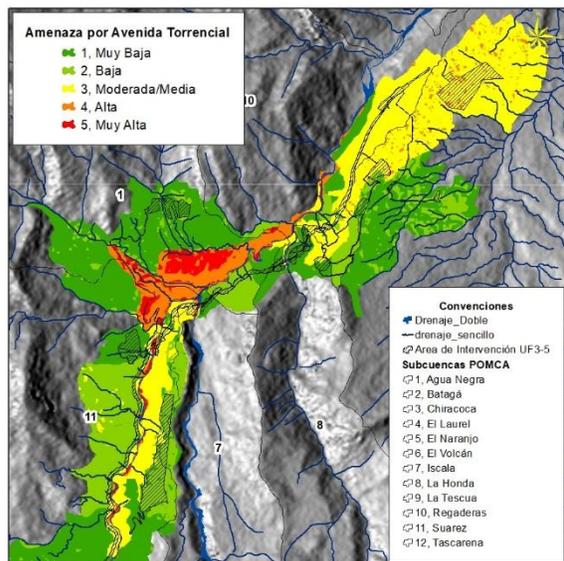
Amenaza AvTzt

$$= K_c * \text{índice de Melton} * P_{max24h} * \text{DensidadDrenaje} * S_{Zt} * S_{Zd} * \text{Geomorfología}$$

Los resultados fueron los siguientes:

Figura 11.1.11-54 Amenaza por avenida torrencial





Fuente: AECOM - ConCol., 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

○ Vendavales

El viento es el movimiento del aire. La velocidad del viento en superficie se refiere a la velocidad que alcanza esta variable meteorológica a 10 metros de altura, que es la norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento³.

Para la evaluación de la velocidad y dirección de viento se tiene en cuenta los valores suministrados por la estación Iser Pamplona, la cual tiene registros de datos del periodo de 1988 a 1994, con unas mediciones intermitentes que datan del periodo 2007 a 2010.

En la tabla a continuación y en la Figura 11.1.11-55 se muestran los valores medios mensuales multianuales de velocidad de viento para la estación Iser Pamplona, asociada a la Unidad Funcional 1.

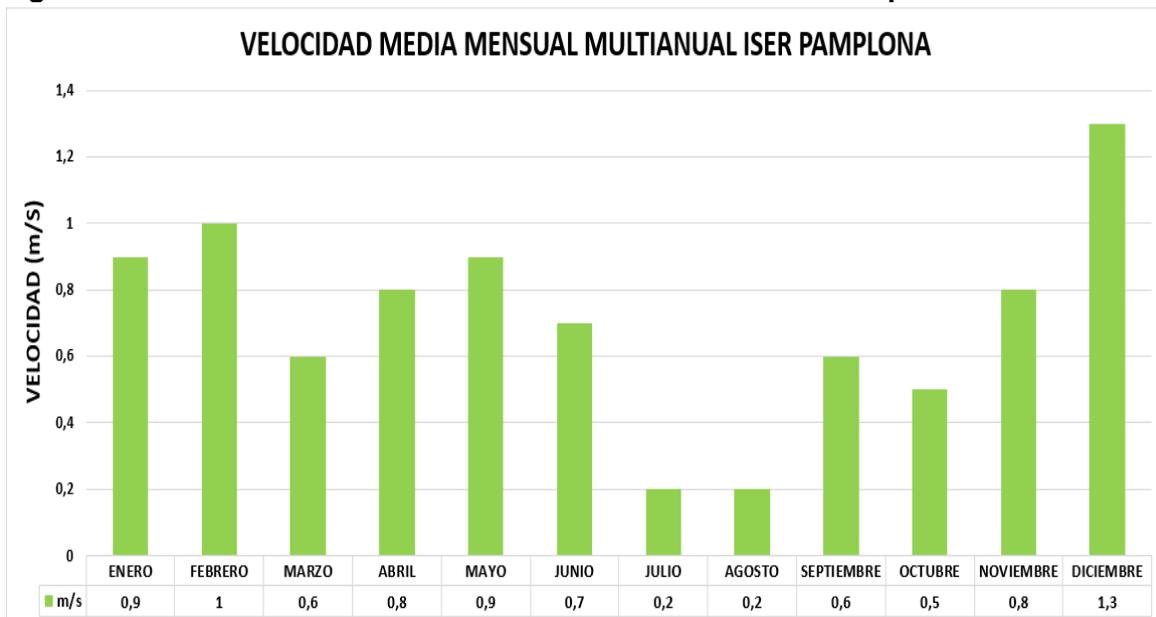
Tabla 11.1.11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
0.9	1	0.6	0.8	0.9	0.7	0.2	0.2	0.6	0.5	0.8	1.3	0.71

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

³ Capítulo 1. Velocidad del viento en superficie. Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia. Ministerio de Minas y energías -UPME – IDEAM. (pág. 19)

Figura 11.1.11-55 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona

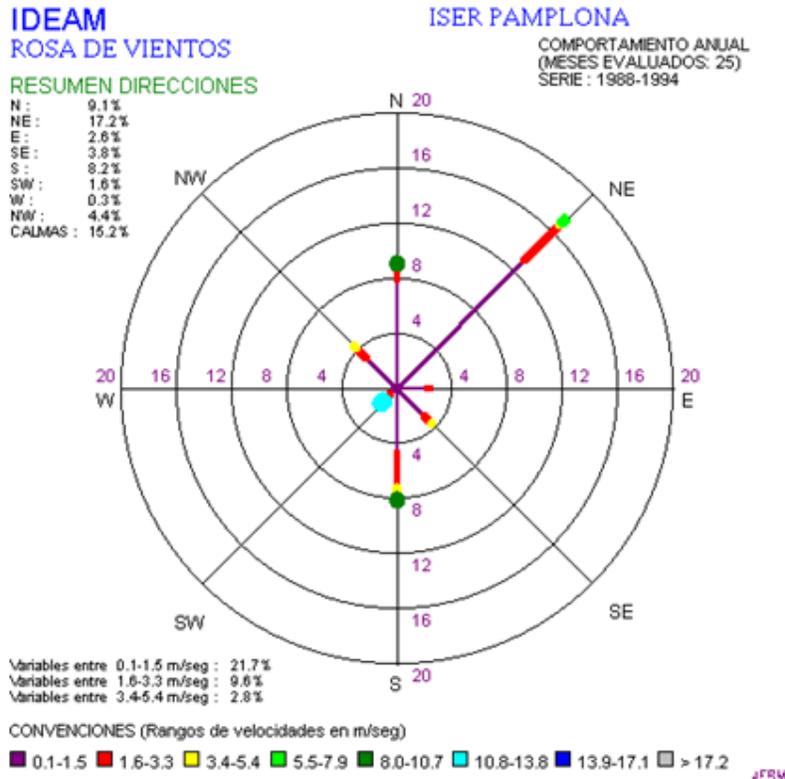


Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.1.11-55 se muestra que la máxima velocidad de viento se registra en el mes de diciembre con una velocidad de 1.3 m/s, y la mínima en los meses de junio y agosto con un valor de 0.2 m/s.

De acuerdo con los datos de dirección del viento suministrados por la estación Iser Pamplona, se cuenta con datos con un periodo de 25 meses evaluados entre 1988 – 1994, donde la dirección predominante del viento es noreste tal como se muestra en la rosa de vientos en la Figura 11.1.11-56.

Figura 11.1.11-56 Rosa de vientos estación Iser Pamplona

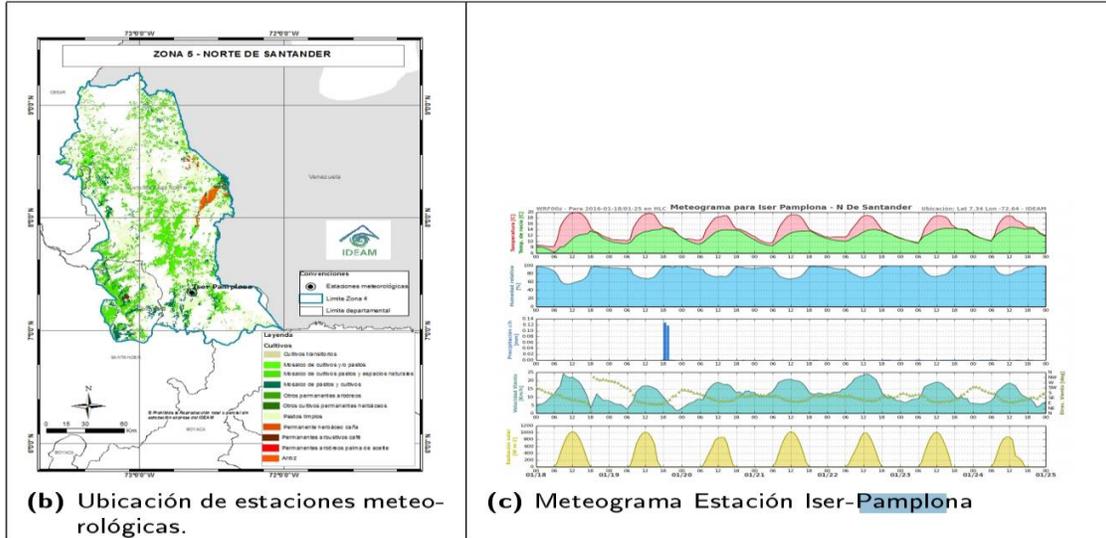


Fuente: IDEAM, (Aecom - ConCol , 2017)

La velocidad máxima registrada se encuentra dentro del rango de 5.5 a 7.9 m/s en dirección noreste, a lo largo del valle del río Pamplonita.

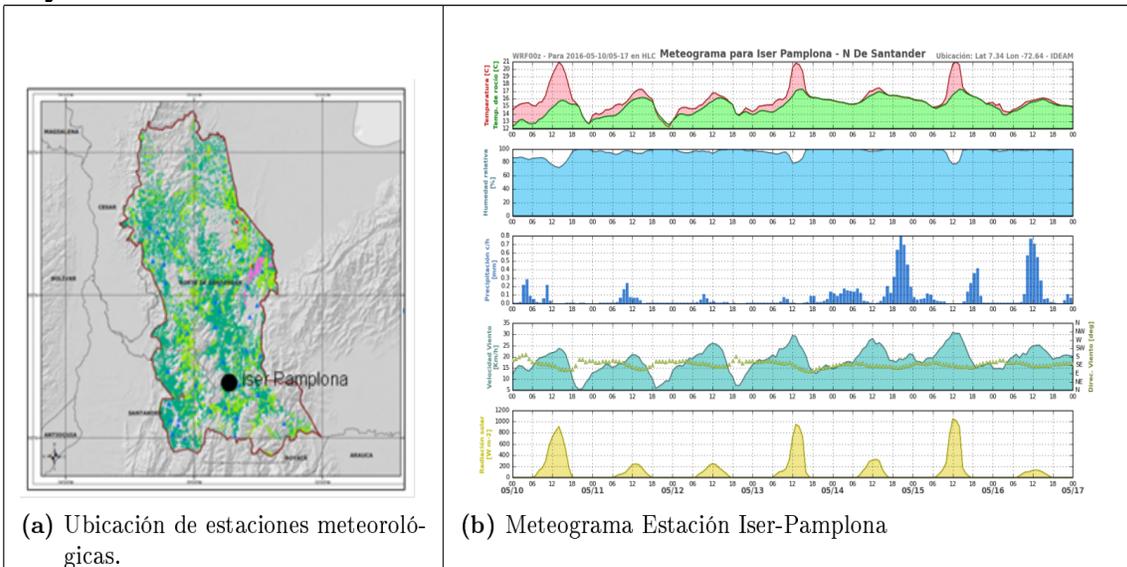
Adicional, al analizar la información consignada y al considerar el periodo registrado para la rosa de vientos (1988-1994) de la estación Iser Pamplona, se muestra a continuación en la Figura 11.1.11-57 y la Figura 11.1.11-58 la velocidad de viento registrada en el Meteograma de la misma estación en el periodo del 18 de enero al 25 de enero y del 10 de mayo al 17 de mayo del año 2016.

Figura 11.1.11-57 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero



Fuente: (IDEAM, 2016)

Figura 11.1.11-58 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo



Fuente: (IDEAM, 2016)

Para el mes de enero la velocidad máxima registrada es de 25 km/h (6,9 m/s) y para el mes mayo es de 31 km/h (8,6 ms). De esta manera se puede inferir que el comportamiento de la velocidad del viento para la zona no ha presentado mayor variación de acuerdo con los diferentes reportes del boletín agrometeorológico presentado por el IDEAM, con respecto a

la información reportada en la rosa de vientos (Figura 11.1.11-64); por lo cual se considera que la probabilidad de manifestación de esta amenaza es remota.

- Tormentas eléctricas (CRT)

Según Torres Sánchez⁴, la principal influencia del nivel cerámico y de la actividad eléctrica atmosférica en Colombia depende del estrechamiento de las cadenas montañosas, principalmente en las cordilleras Oriental (noroeste de Cundinamarca y sudoeste de Boyacá) y Central (noreste de Caldas, sudeste de Meta), y de los vientos que se aproximan a estas. La probabilidad de la amenaza de tormentas eléctricas tiene en cuenta dos (2) variables, estas son el Nivel Cerámico (NC) y la Densidad de Descargas (rayos) a Tierra (DDT) en la zona de estudio, como se presentan a continuación:

i. Nivel Cerámico

El mapa de niveles cerámicos de Colombia elaborado por la Universidad nacional de Colombia, se establecen las líneas isoyetas, las cuales delimitan las áreas territoriales con un mismo nivel. El área de estudio se encuentra delimitada por un Nivel Cerámico que se denota en 40 días tormentosos al año.

De acuerdo con lo anterior y los criterios de la siguiente tabla, la probabilidad de amenaza por tormentas eléctricas, según el Nivel Cerámico es Muy Baja.

Tabla 11.1.11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel cerámico

Rango de NC (días/año)	Probabilidad
≤ 60	Muy baja
61-120	Baja
121-180	Media
181-240	Alta
≥ 241	Muy alta

Fuente: Unión Vial Río Pamplonita. 2017.

ii. Densidad de Descargas a Tierra

Es el número de rayos a tierra por kilómetro cuadrado al año, se determina por mediciones directas y ecuaciones en función del nivel cerámico. Para determinar la densidad de descargas a tierra se tienen en cuenta la siguiente ecuación:

$$DDT = 0,0017NC^{1,56}$$

Dónde:

DDT: Densidad de rayos a tierra (descargas/Km²-año)

NC: Nivel Cerámico (días/año)

⁴ TORRES, Horacio. ¿Qué rayos sabemos? Revista Académica Colombiana de Ciencias. 34 (131); 193 -208, 2010. ISSN 0370-3908.

Los valores 0,0017 y 1,56 son constantes obtenidas a partir de datos de los sistemas de medición y localización de rayos en Colombia. Al aplicar la fórmula para el área de influencia se toma el valor 40 días/año; con el cual se obtiene un valor de 0,53 descargas/km²-año. Este valor se compara con lo dispuesto en la siguiente tabla y teniendo en cuenta que el valor es menor que 9, la amenaza de tormentas para el área del proyecto es muy baja.

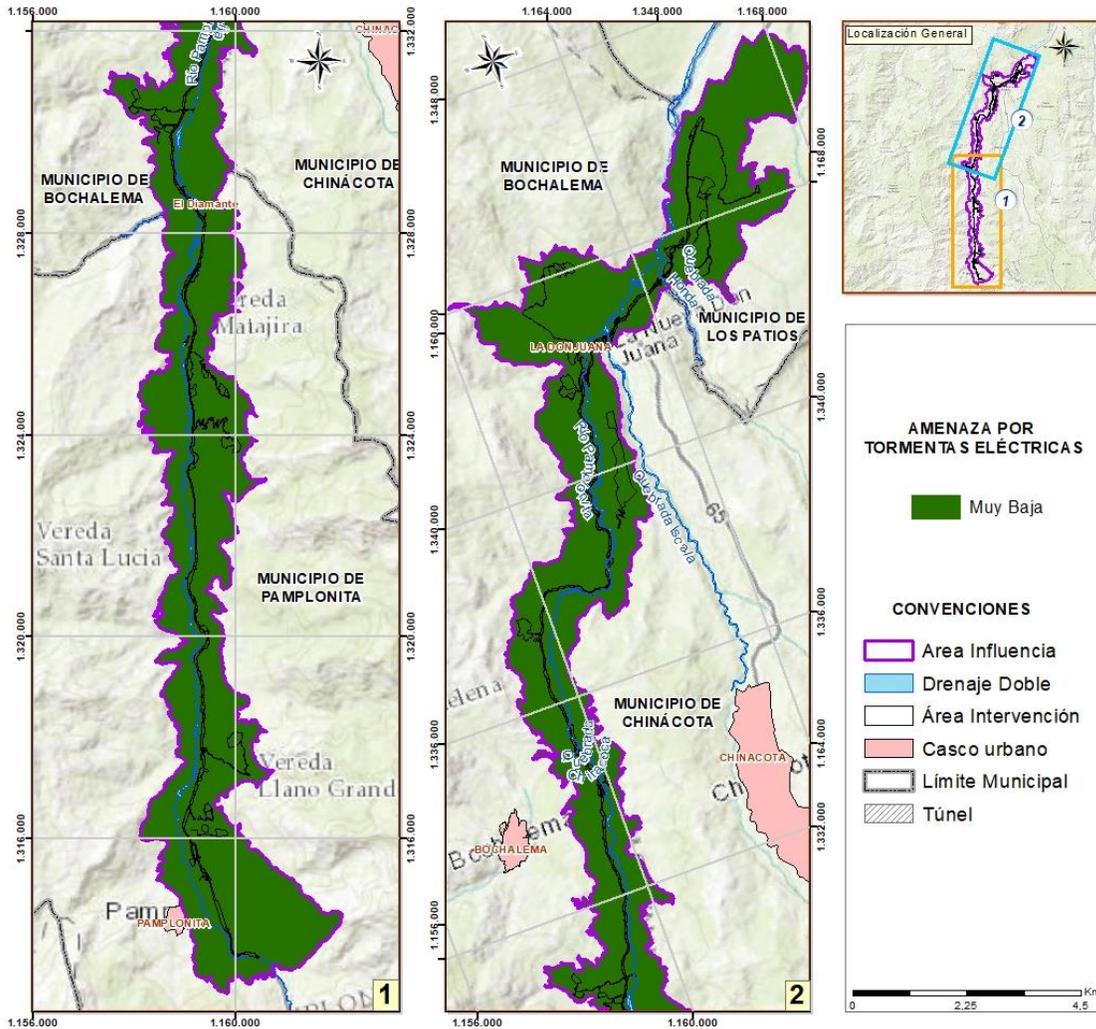
Tabla 11.1.11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT

Rango de DDT (descargas/km ² -año)	Probabilidad
≤ 9	Muy baja
10-18	Baja
19-27	Media
28-44	Alta
≥ 45	Muy alta

Fuente: GIICO⁵. Adaptado (Aecom - ConCol , 2017).

⁵ GESTIÓN DE INFORMACIÓN, INGENIERÍA Y CONOCIMIENTO S.A. GIICO. Protección de edificaciones [diapositivas]. Medellín: GIICO, 2009. 158 diapositivas.

Figura 11.1.11-59 Amenaza por tormentas eléctricas



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Incendios forestales

Según Parra, (2011) los Incendios de la Cobertura Vegetal pueden ser considerados como perturbaciones ecológicas de efectos discretos o difusos, graves o destructivos, producidos por fuego de origen natural o antrópico, cuya dinámica responde fundamentalmente a la concurrencia simultánea de tres o más condiciones en un mismo sitio, los cuales se desarrollan sin control ni límites preestablecidos sobre terrenos con alguna clase de cobertura vegetal (nativa, cultivada o inducida), utilizando como fuente de combustible la vegetación viva o muerta.

De acuerdo con los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión Del Riesgo de Desastres-Colombia (UNGRD), se registran en los municipios que hacen parte del área de influencia de la unidad funcional 3-4-5, entre los años del 2010 al 2017, un total de 26

incendios forestales con un área afectada de 493,02 hectáreas, el municipio con mayor número de reportes durante estos años es Chinácota con 10 emergencias de incendios forestales reportadas. El año con mayor número de incendios está dado por el 2016 con 8 reportes y 7 incendios forestales para el año 2014, causados principalmente por las fuertes temperaturas, mientras que el año que presenta menor número de incendios es el 2012, con 2 reportes para el municipio de Bochalema, no se registran incendios en los años 2010, 2011 y 2017.

Tabla 11.1.11-38 Incendio forestales reportados por el UNGRD

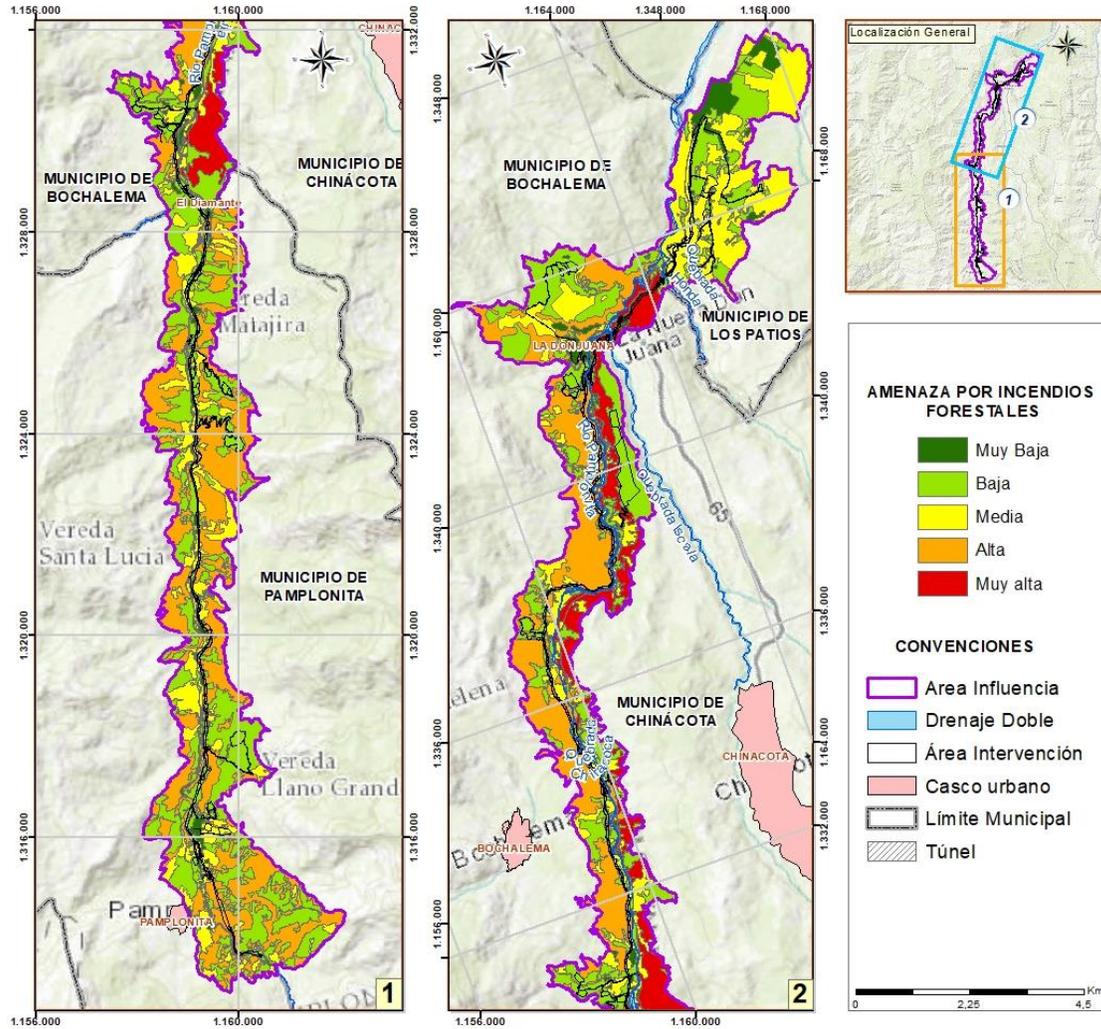
AÑO	ÁREA AFECTADA (HA)	INCENDIOS REPORTADOS				
		BOCHALEMA	CHINACOTA	LOS PATIOS	PAMPLONITA	TOTAL
2010	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	65	2	-	-	-	2
2013	97	2	2	1	-	5
2014	118	2	4	1	-	7
2015	24,02	-	3	-	1	4
2016	189	2	1	-	5	8
2017	-	-	-	-	-	-
Total general	493,02	8	10	2	6	26

Fuente: adaptado por Aecom - ConCol, 2018; a partir del Consolidado Anual de Emergencias reportadas por el SNGRD de 2010 a 2017.

En el sistema de Alertas reportados en la página del IDEAM actualmente, no se reportan amenazas de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal en zonas de bosques, cultivos y pastos, localizados en los municipios del área de estudio. Así mismo, en los planes de ordenamiento territorial de los municipios que hacen parte del área de influencia no se reporta susceptibilidades, amenazas y/o vulnerabilidades frente a eventos naturales como los incendios forestales.

Sin embargo, los incendios forestales son una amenaza que en caso de presentarse pueden ocasionar la pérdida de coberturas naturales presentes dentro del área de influencia del proyecto tales como el bosque de galería, bosque denso, bosque fragmentado, vegetación secundaria y arbustales; la transformación del ecosistema involucrando; la pérdida de biodiversidad debido al ingreso de nuevas especies “amigables” del fuego hecho que vuelve la cobertura vegetal altamente inflamable. Figura 11.1.11-60 se puede ver la probabilidad de amenaza por incendios forestales.

Figura 11.1.11-60 amenaza por incendios forestales



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

De acuerdo con las coberturas de la tierra del Área de Influencia y de acuerdo con los criterios de susceptibilidad, en la tabla se presentan las calificaciones para cada una de las unidades de cobertura de acuerdo con su susceptibilidad a incendios forestales.

Tabla 11.1.11-39 Unidades de cobertura de acuerdo con su susceptibilidad a incendios forestales

MUNICIPIO	COD	COBERTURA	AREA	
BOCHALEMA	111	Tejido urbano continuo	21,7	Muy baja
	112	Tejido urbano discontinuo	5,76	Muy baja
	113	Construcciones Rurales	7,14	Muy baja
	211	Otros cultivos transitorios	17,27	Baja
	231	Pastos limpios	120,35	Baja
	232	Pastos arbolados	295,55	Baja
	233	Pastos enmalezados	56,13	Baja
	241	Mosaico de cultivos	23,9	Media
	242	Mosaico de pastos y cultivos	99,75	Media
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	49,79	Media
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	51,93	Media
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	4,49	Media
	314	Bosque de galería y/o ripario	126,77	Alta
	331	Zonas arenosas naturales	1,85	Muy baja
	332	Afloramientos rocosos	3,38	Baja
	333	Tierras desnudas y degradadas	0,4	Muy baja
	511	Ríos (50 m)	71,67	Muy baja
	514	Cuerpos de agua artificiales	6,31	Muy baja
	1211	Zonas Industriales	1,71	Muy baja
	1313	Explotación de carbón	1,75	Muy baja
	1315	Explotación de materiales de construcción	1,65	Media
	2122	Maíz	0,25	Alta
	2233	Cítricos	12,84	Alta
	3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	58,5	Alta
	3231	Vegetación secundaria alta	40,33	Baja
	12211	Red Vial	38,78	Baja
14231	Área turistical	2,79	Media	

MUNICIPIO	COD	COBERTURA	AREA	
	14232	Área turistical	1,91	Alta
	22221	Café con sombríol	6,61	Alta
	31121	Bosque denso bajo de tierra firme	395,51	Alta
	32211	Arbustal denso alto	281,34	Muy baja
	121112	Avicultura	5,39	Muy baja
CHINÁCOTA	112	Tejido urbano discontinuo	7,91	Muy baja
	113	Construcciones Rurales	6,8	Baja
	211	Otros cultivos transitorios	16,86	Baja
	231	Pastos limpios	86,8	Baja
	232	Pastos arbolados	119,34	Baja
	233	Pastos enmalezados	24,17	Media
	241	Mosaico de cultivos	7,04	Media
	242	Mosaico de pastos y cultivos	22,1	Media
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	50,64	Media
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	36	Media
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	1,15	Muy alta
	314	Bosque de galería y/o ripario	34,3	Muy baja
	331	Zonas arenosas naturales	0,06	Alta
	333	Tierras desnudas y degradadas	0,21	Muy baja
	511	Ríos (50 m)	0,35	Muy baja
	1212	Zonas Comerciales	1,53	Muy baja
	1313	Explotación de carbón	4,16	Muy baja
	1315	Explotación de materiales de construcción	1,65	Baja
	2211	Otros cultivos permanentes herbáceos	8,97	Alta
	2233	Cítricos	3,11	Muy alta
	3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	46,22	Muy alta
	3231	Vegetación secundaria alta	7,95	Muy baja
22221	Café con sombríol	11,24	Alta	

MUNICIPIO	COD	COBERTURA	AREA	
	31121	Bosque denso bajo de tierra firme	268,26	Muy alta
	32211	Arbustal denso alto	33,12	Muy alta
LOS PATIOS	111	Tejido urbano continuo	64,16	Muy baja
	112	Tejido urbano discontinuo	14,44	Muy baja
	231	Pastos limpios	12,48	Baja
	232	Pastos arbolados	129,42	Baja
	233	Pastos enmalezados	83,97	Baja
	241	Mosaico de cultivos	70,51	Baja
	242	Mosaico de pastos y cultivos	5,32	Media
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,14	Media
	314	Bosque de galería y/o ripario	1,06	Media
	333	Tierras desnudas y degradadas	4,46	Media
	511	Ríos (50 m)	0,48	Media
	514	Cuerpos de agua artificiales	3,48	Baja
	1211	Zonas Industriales	2,06	Muy baja
	2233	Cítricos	5,62	Muy baja
	3232	Vegetación secundaria alta	5,6	Media
	12211	Red Vial	0,67	Media
	31121	Bosque denso bajo de tierra firme	42,51	Media
	32211	Arbustal denso alto	316,91	Muy baja
PAMPLONITA	112	Tejido urbano discontinuo	33,76	Media
	113	Construcciones Rurales	9,52	Media
	125	Obras hidráulicas	0,25	Muy baja
	142	Instalaciones recreativas	0,14	Muy baja
	211	Otros cultivos transitorios	9,57	Muy baja
	222	Cultivos permanentes arbustivos	1,06	Baja
	225	Cultivos confinados	0,66	Baja
	231	Pastos limpios	279,33	Media
	232	Pastos arbolados	525,54	Muy baja

MUNICIPIO	COD	COBERTURA	AREA	
	233	Pastos enmalezados	126,86	Baja
	241	Mosaico de cultivos	53,26	Baja
	242	Mosaico de pastos y cultivos	116,96	Baja
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	92,51	Media
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	91,94	Media
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	37,88	Media
	314	Bosque de galería y/o ripario	142,68	Media
	331	Zonas arenosas naturales	0,02	Media
	511	Ríos (50 m)	1,72	Alta
	1212	Zonas Comerciales	0,77	Muy baja
	1313	Explotación de carbón	0,27	Muy baja
	1315	Explotación de materiales de construcción	1,25	Muy baja
	2221	Otros cultivos permanentes arbustivos	9,3	Muy baja
	3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	81,58	Muy baja
	3231	Vegetación secundaria alta	18,39	Alta
	12211	Red Vial	0,92	Alta
	14232	Área turistical	8,69	Alta
	22221	Café con sombríol	0,44	Muy baja
	31121	Bosque denso bajo de tierra firme	265,76	Baja
	32211	Arbustal denso alto	491,93	Alta
	32212	Arbustal denso alto	6,71	Alta
TOTAL			5786,39	

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

En las siguientes fotografías se muestran algunos eventos ocurridos en los municipios de Chinacota y Bochalema.

Fotografía 11.1.11-1 Incendio forestal 17 enero de 2016. Municipio de Chinacota



Fuente: Corponor, 2016

Fotografía 11.1.11-2 Incendio forestal 17 enero de 2016. Municipio de Chinacota



Fuente: Diario La Opinión, 2016

Fotografía 11.1.11-3 Incendio forestal 19 agosto de 2016. Municipio de Bochlema



Fuente: Caracol Radio, 2016

- Riesgo biológico (RB)

El riesgo biológico hace referencia a la probabilidad de que el personal expuesto sufra picaduras o mordeduras por el encuentro y/o perturbación de animales venenosos y/o ponzoñosos que pueden estar presentes en el lugar de trabajo.

En la zona en donde se encuentra la vía se reporta la presencia probable de invertebrados y vertebrados que pueden ocasionar este tipo de accidentes.

Dentro del grupo de invertebrados, se incluyen a las arañas, escorpiones, ácaros e insectos que pueden picar e inyectar veneno a través de determinadas partes de su boca o con un aguijón (MSD, 2012) y a través de los cuales inyectan toxinas que pueden ocasionar graves alergias en los humanos, potencialmente mortales si no se brinda el tratamiento médico oportuno y adecuado. Por otro lado, se puede contraer enfermedades como el dengue y chikungunya, causada por un virus transmitido por mosquitos como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, insectos muy comunes en los países tropicales.

Adicionalmente, en el área de influencia del proyecto es probable tener contacto con serpientes venenosas de la familia Viperidae (*Bothrops asper*, ver Tabla 11.1.11-40) y la familia Elapidae (*Micrurus dumerilii* (Tabla 11.1.11-41) y *Micrurus dissoleucus* (Tabla 11.1.11-42) ya que el área se encuentra en sus rangos de distribución. En general, esas especies habitan en climas cálidos, templados y fríos (pero se encuentran principalmente en los bosques húmedos tropicales); y provocan entre el 90 y el 95% de los accidentes ofídicos en el país.

Norte de Santander está entre los tres primeros departamentos con mayor número de casos (por procedencia) de mordeduras de serpientes en el país, después de Antioquia. Según la Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, en el país fueron notificados 4.367 casos de accidentes ofídicos y de ellos el 9,52% ocurrieron en el departamento.

El veneno de las serpientes de la Familia Viperidae se caracteriza por provocar trastornos de la coagulación a nivel local, edema, necrosis, cuadro hemorrágico sistémico, choque y daño en órganos internos. Los colmillos retráctiles y grandes, le permite a este tipo de serpiente inocular el veneno profundamente, subcutáneo y muscularmente, dejando huellas de los mismos fácilmente visible en los lugares de la mordida (Instituto Clodomiro Picado, 2009).

Por otra parte, las serpientes corales (Familia Elapidae) depositan el veneno a nivel subcutáneo, debido a que sus colmillos son pequeños y no retractiles. El veneno se distribuye vía linfática y hemática llegando a las uniones neuromusculares donde las neurotoxinas se unen fuertemente al receptor colinérgico de la placa motora, en la cadena alfa del receptor, cercano al sitio receptor de la acetilcolina. Esto provoca parálisis flácida de la musculatura afectada. También es referido un efecto de inhibición de la liberación presináptica del neurotransmisor, mediado por la fosfolipasa A2. Las manifestaciones clínicas se desarrollan en las primeras 6 a 8 horas, pudiendo llegar a presentar el paro respiratorio en este corto período de tiempo (Instituto Clodomiro Picado, 2009).

El tratamiento médico para contrarrestar los efectos tóxicos de los diferentes venenos es el uso del suero antiofídico, tratamiento que solo puede ser administrado por un médico, en un centro de atención médica, por lo tanto, se debe concentrar el esfuerzo en el traslado inmediato del paciente, una vez ocurrido el accidente.

Tabla 11.1.11-40 Talla equis (*Bothrops asper*)

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Viperidae
ESPECIE: <i>Bothrops asper</i>	Nombre común: Talla equis, pudradora rabidorada, barba amarilla, rabiseca.	Altitud: <1800
<p>Hábitat: Bosques húmedos montano bajos, sabanas, bosques de galería, bosques tropicales deciduos y bosques lluviosos; prefieren ambientes húmedos y están asociados a arroyos, lagos o cursos de ríos; pero también, en áreas cultivadas, campos húmedos, en áreas de crecimiento vegetal secundario.</p>		
		

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2015

Tabla 11.1.11-41 Coral o rabo de ají (*Micrurus dumerilii*)

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Elapidae
ESPECIE: <i>Micrurus dumerilii</i>	Nombre común: Coral montaña, rabo de ají, coral cabeza de chocho.	Altitud: 600 -1000 m
<p>Hábitat: Bosques húmedos montano bajos, Se distribuye en una variedad amplia de ambientes entre los que destacan la selva tropical lluviosa, bosque de niebla, selva tropical seca y matorral espinoso.</p>		
		 <p>male, adult Marco Sotoca Alvarado Ministerio del Ambiente Venezuela</p>

Tabla 11.1.11-42 Coral o Candelilla (*Micrurus dissoleucus*)

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Elapidae
ESPECIE: <i>Micrurus dissoleucus</i>	Nombre común: Candelilla, coral	Altitud: 0-1000 m
<p>Hábitat: Selva seca tropical, selva caducifolia, matorral espinoso, matorral costero, bosque montañoso bajo, bosques húmedos, llanos y sabanas. La mayor parte de los registros ha sido en zonas secas, xéricas y estacionales</p>		
		 <p>© W. Wüster</p>

Durante la caracterización de la fauna silvestre para el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF3-4-5 sector Pamplonita – Los Acacios, se registró la especie de serpiente Talla equis (*Bothrops asper*) en el municipio de Pamplonita, vereda La Palmita (E:1159078; N: 1321015), las dos especies de corales no se registraron durante la caracterización, pero se han registrado en la zona durante otros estudios (Armesto et al,2011), lo que podría generar accidentes ofídicos con estas especies.

De acuerdo con el Informe del Evento Accidente Ofídico hasta el Periodo Epidemiológico

XI Colombia, 2017 (Instituto Nacional de Salud, 2017) en el Departamento de Norte de Santander se presentaron 265 casos para el año 2017; con una incidencia de 19.2 casos por cada 100,000 habitantes. En la siguiente tabla se presentan los datos utilizados para el cálculo de la probabilidad.

Tabla 11.1.11-43 Cálculo de probabilidad por accidente ofídico en el área de influencia del proyecto

DP	DPNOM	DPMP	MPIO	2014	2015	2016	2017
54	Norte de Santander	54099	Bochalema	6.934	6.973	7.020	7.060
		54172	Chinácota	16.180	16.348	16.513	16.686
		54405	Los Patios	75.581	76.524	77.477	78.421
		54520	Pamplonita	4.919	4.932	4.945	4.958
TOTAL POBLACIÓN				103.614	104.777	105.955	107.125
INCIDENCIA (INS) * 100,000 habitantes				18,38	20*	22,2	19,2
CASOS ESPERADOS DE ACCIDENTE OFÍDICO DE ACUERDO CON LA INCIDENCIA ESTABLECIDA POR EL INS (2017)				19	21	24	21
PROBABILIDAD ANUAL				0,02	0,02	0,02	0,02

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019) con base en datos del DANE y del Instituto Nacional de Salud.* Dato promediado con base en los años 2014, 2016 y 2017.

Teniendo en cuenta lo anterior, a pesar de que en la zona haya presencia de animales que pueden representar riesgo a los operarios del proyecto, la probabilidad de manifestación de esta amenaza se considera muy baja.

- Amenazas Antrópicas

El área de influencia del proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 3, 4 y 5", se integra por los municipios de Pamplonita, Bochalema, Chinácota y Los Patios, localizados en el departamento de Norte de Santander.

En ese escenario y teniendo en cuenta que las amenazas antrópicas son aquellas relacionadas con el peligro latente generado por la actividad humana en el deterioro de los ecosistemas, la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios, así como la construcción y el uso de edificaciones (Programa DELNET-ONU, 2008); se definen y describen las amenazas consideradas para el área de influencia del proyecto.

- Problemas de orden público (SOP)

Se define cómo acciones mediante las cuales personas violan la Ley, cometen delitos que afectan a la población civil (fundamentalmente) y, en consecuencia, contribuyen a la formación de una percepción de inseguridad generalizada. Cabe señalar que por las actividades a realizar para la construcción de la "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 3, 4, y 5", relacionadas entre otras con el traslado de maquinaria, materiales y trabajadores, se pueden configurar hechos delictivos como extorsión, hurto simple, hurto de materiales o maquinarias, acciones vandálicas y eventualmente secuestros extorsivos. A continuación,

se presenta el resultado de una revisión relacionada con actos de delincuencia común en los municipios del área de influencia del proyecto.

En el municipio de Pamplonita se identificó un hecho aislado de sicariato, registrado en zona rural. El autor material del asesinato de una mujer fue capturado antes de ingresar a una banda criminal, tras su intento fallido de fuga, pues pretendía viajar al Catatumbo para insertarse en las filas de un grupo armado al margen de la ley. Siete días después de que las autoridades conocieran el homicidio de Omaira Villamizar Ramírez, de 52 años, la Policía Metropolitana de Cúcuta capturó a José Wilson Maldonado Romero, de 21 años, señalado de ser el autor material del asesinato (Vanguardia.com, 2015).

En Bochalema la situación es un tanto más preocupante. Los medios de comunicación informan que los hechos que tiene que ver con delincuencia común se vienen presentando de manera reiterada, y para la muestra está el caso sucedido en marzo de 2016, donde ocurrió el secuestro de un minero de 50 años, en un sector denominado La Selva de Donjuana y cuyo caso está en manos del Grupo Gaula y el Ejército Nacional. (Diario el Universal, 2016)

Otro de los casos sucedidos en Bochalema es el difundido en agosto de 2016 por el diario La Opinión, donde afirma que fue capturado un presunto ladrón denominado con el alias de “Patas Agrias”, quien tenía azotado el municipio con robos constantes a las viviendas y locales comerciales (La Opinión, 2016). Según este diario, en lo corrido de este año van 132 personas capturadas por este delito en la región.

Por otro lado, el municipio de Chinácota tiene graves dificultades con el tema de la delincuencia, así lo expresa la alcaldesa de ese municipio, la señora Nubia Rosa Romero Contreras, quien en una entrevista publicada en enero de 2018 por la página Web de HSB Noticias, dice que la delincuencia tiene azotado al municipio y que el fenómeno de inmigración masiva de venezolanos tiene mucho que ver en la situación actual de seguridad en su territorio (HSBNoticias.com, 2018)

En cuanto al municipio de Los Patios, la información consultada indica que la administración municipal trabaja para mantener los índices de inseguridad, que son muy bajos comparados con el resto de los municipios del área metropolitana. La información fue publicada en octubre de 2017 en la página Web de Caracol Radio, donde se registra la opinión del Secretario de Gobierno del municipio, quien afirma que en el municipio se han presentado cuatro muertes violentas y que se busca aliviar un poco la problemática con la integración de frentes de seguridad. (Caracol Radio, 2017)

Según el funcionario de Los Patios, normalmente se manejan delitos de bajo impacto, como es el caso del robo de celulares, pero que como estrategia se vienen implementado la instalación de 30 cámaras de seguridad, que tienen un alcance de 600 metros y un giro de 360 grados.

Otra es la percepción que tienen los habitantes de este municipio, pues según el Diario La Opinión, los habitantes están denunciando el aumento de robos en sus sectores y se

muestran temerosos ante la ola de atracos que se vienen sucediendo. El Diario entrevistó a líderes comunitarios, quienes dicen que los robos ocurren a cualquier hora del día y que los más frecuentes los cometen jóvenes en motocicletas con placas venezolanas. Ante ese fenómeno, los líderes solicitan más pie de fuerza que ayude al control de este tipo de delincuencia. (La Opinión, 2017)

En respuesta a lo anterior, el alcalde manifestó a ese mismo Diario, que hay una reducción del 70% de los delitos y que seguirá insistiendo con el Gobierno Nacional para que envíe más policías a la zona.

Con base lo reportado por los medios de comunicación, se observa que en los municipios del área de influencia actualmente no se presentan hechos criminales provenientes de estructuras originadas en la delincuencia común y que procedan bajo un modus operandi específico, con una frecuencia de consideración o cuyas acciones representen un peligro inminente para el proyecto; no obstante, no se desestima su eventual ocurrencia. Por tanto, se establece que la probabilidad de ocurrencia de la delincuencia común es baja.

- Acciones de grupos armados al margen de la Ley (G)

En primera instancia, cabe mencionar que de acuerdo con la Ley 782 de 2002, un grupo armado al margen de la ley es “[...] aquel que, bajo la dirección de un mando responsable, ejerza sobre una parte del territorio un control tal que le permita realizar operaciones militares sostenidas y concertadas” (Alcaldía de Bogotá, 2002). Por tanto, las acciones perpetradas por grupos armados al margen de la ley son aquellas generadas en escenarios de conflicto y que atentan contra el bienestar de la población.

Actualmente, en el departamento de Norte de Santander, se registra presencia de las Autodefensas Gaitanistas de Colombia, conocidas también como Los Urabeños o el Clan Úsuga, Los Pelusos (disidentes del EPL) y Los Rastrojos (La Opinión, 2017).

Asimismo, en el territorio se identifica la presencia de bandas criminales, grupos que han retomado la experiencia delictiva de quienes no se acogieron al proceso de desmovilización de las AUC, para mantenerse en el control del negocio del narcotráfico sin dejar de lado su vínculo con la estructura política del país.

A través de la Tabla 11.1.11-44, se presentan las cifras con relación a las acciones de conflicto armado y el total de homicidios registrados en los cuatro municipios estudiados, en el periodo transcurrido entre 1990 – 2013. Asimismo, se tiene en cuenta la tipología del conflicto armado interno definida por el Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos – CERAC-, con base en datos sobre la presencia de grupos armados y el número de eventos del conflicto en los municipios. A partir de ello, CERAC presenta distintas categorías para calificar la presencia y la intensidad del conflicto en los municipios de Colombia.

Tabla 11.1.11-44 Características del conflicto en las Unidades Territoriales Mayores, años 1990 - 2013

Municipio	Acciones del conflicto armado	Total homicidios	Presencia	Intensidad ⁶
Pamplonita	3	38	Interrumpido	Baja
Bochalema	8	68	Pacificado	Baja
Chinácota	3	115	Interrumpido	Baja
Los Patios	6	850	Interrumpido	Baja

Fuente: (Observatorio de la Consejería Presidencial para los Derechos Humanos, 2013), (Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos, 2014), *consultado y organizado por Aecom – Concol, 2017*

De acuerdo con la información de la Tabla 11.1.11-44, se observa que los cuatro municipios, considerados como Unidades Territoriales Mayores, cuentan con una baja intensidad del conflicto, dado que la dinámica armada se ha concentrado en otras zonas del departamento. Llama la atención el municipio de Bochalema, pues es el que mayor número de acciones armadas presenta en el periodo estudiado, pero el CERAC considera que en este territorio se ha logrado superar el conflicto y lo clasifica como “Pacificado”, con una intensidad baja.

Por otra parte, cabe mencionar que, con base en los reportes de los medios de comunicación, se identifica que el departamento ha sido azotado por ataques a la infraestructura, perpetrados por grupos armados al margen de la ley. Dentro de la infraestructura más afectada está el Oleoducto Caño Limón Coveñas, cuya operación se interrumpe de manera constante.

Tal como lo reportan los medios de comunicación, en 2017 el Ejército evitó el ataque del ELN a las vías que permiten el acceso al municipio de Tibú: “... terroristas del autodenominado frente Juan Fernando Porras Martínez del ELN, habían sembrado en la vía que conduce del municipio de Cúcuta a Tibú, a la altura del sector conocido como San Miguel, las trampas mortales con las que pretendían atentar contra la población que a diario se desplazaba por esta carretera. Uno de los cilindros, se encontraba enterrado en la mitad de la vía, y el otro hacia uno de los costados (HSBNoticias.com, 2016)

⁶ Se categorizan los municipios a partir del promedio de eventos del conflicto armado en cada municipio durante el periodo de estudio respecto a la media nacional.

Fotografía 11.1.11-4 Infraestructura vial objetivo de ataque del ELN



Fuente: (HSBNoticias.com, 2018)

Con base en el análisis anterior y teniendo en cuenta la presencia de bandas criminales en gran parte del territorio departamental además de que el ELN de manera reciente ha atentado contra la población civil pese a sus negociaciones con el Gobierno Nacional, se establece que la probabilidad de ocurrencia de acciones de grupos al margen de la ley que afecten el proyecto es moderada.

- Acciones de protesta social (H)

Las acciones de protesta social obedecen a inconformidades que surgen al interior de las poblaciones o de organizaciones que reaccionan frente a situaciones, proyectos o actividades que consideran como amenazas.

En consultas realizadas en los medios de comunicación, no se encuentran antecedentes de protestas que se hayan realizado en ninguno de los cuatro municipios en los últimos años. Sin embargo, sí se puede ver que uno de los motivos por los que la comunidad podría estar dispuesta a la confrontación, es el tema de la delimitación del páramo de San Turbán, el cual involucra a tres de los cuatro municipios del presente estudio (Pamplonita, Bochalema y Chinácota).

Según la página Web de la Revista Semana Sostenible: "... uno de los principales problemas de estos ecosistemas en Colombia es que existen un gran número de asentamientos humanos que llevan siglos viviendo allí y basan todo su sustento económico en el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias y de minería. 30 municipios de los departamentos de Santander y Norte de Santander tienen por lo menos una parte de su territorio dentro del páramo" (Semana Sostenible, 2018).

En cuanto a las organizaciones sociales que pueden tener injerencia en los municipios, se identifican varias que tienen que ver productos alimenticios y actividades agrícolas. La Tabla 11.1.11-45 muestra cuales son estas organizaciones. El listado es publicado por el ICBF en el año 2017, según la base de datos de la Unidad Administrativa Especial de Organizaciones Solidarias (UAEOS) adscrita al Ministerio del Trabajo, como las principales sugerencias para la compra de sus respectivos productos.

Tabla 11.1.11-45 Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de las Unidades Territoriales Mayores

Municipio	Organización
Pamplonita	<ul style="list-style-type: none"> Asociación de Productores y Comercializadores de Caña Panelera y Sus Derivados en la Hoya del Río Pamplonita Asociación Departamental Productora, Comercializadora, Transformadora y Exportadora de Caducifolios Asociación Empresarial de Productores Agropecuarios del Municipio de Pamplonita Asociación Productora Agropecuaria Forestal Ecológica
Bochalema	<ul style="list-style-type: none"> Productores Agroambientales del Municipio de Bochalema Asociación de Productores Agropecuarios y de Turismo Granja La Palmita
Chinácota	<ul style="list-style-type: none"> Asociación de Productores Comercializadores y Prestadores del Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria de Chinácota

Fuente: Instituto de Bienestar Familiar. En línea: https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/norte_de_santander_asociaciones_productoras.pdf

En el anterior listado no se encontraron organizaciones para el municipio de Los Patios. Las organizaciones de la tabla son aquellas con las que se tendría que tener todas las precauciones posibles, pues las afectaciones a los cultivos siempre son críticas en este tipo de proyectos y pueden terminar en conflictos con los cultivadores y productores agrícolas. Son organizaciones con las que se deben llegar a conciliaciones y posibles negociaciones, y con las que se recomienda hacer los respectivos contactos antes de iniciar el proyecto.

Según lo identificado en la tabla anterior, estas organizaciones sociales podrían ser las llamadas a luchar por la garantía de los derechos de las comunidades, por lo que se considera que las acciones de protesta social pueden presentarse, afectando de manera directa las actividades del proyecto.

Otros posibles generadores de protesta pueden estar asociados a dos factores principalmente. El primero, por las falsas expectativas que en muchas ocasiones generan los proyectos de infraestructura en la población vecina, ya sea por las actividades de gestión predial, el trazado del proyecto que conviene o no a una comunidad específica o las afectaciones a los accesos de las comunidades aledañas.

El segundo, se vincula a la migración de población venezolana que llega con el propósito de garantizar su subsistencia en Colombia. La cercanía de las Unidades Territoriales Mayores con la frontera con Venezuela facilita el arribo de personas que buscan el acceso a servicios públicos y sociales, y a una fuente de empleo que les garantice los ingresos para mantener a sus familias. En ese escenario, los criterios de selección de la contratación de mano de obra del proyecto pueden generar conflictos entre la población oriunda y la que viene de afuera, en contra de la Unión Vial Río Pamplonita. De acuerdo al análisis anterior, se establece que la probabilidad de ocurrencia de acciones de protesta social es alta.

- Probabilidad de Ocurrencia de las amenazas endógenas y antrópicas

Para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas para el

proyecto, se utilizaron los conceptos técnicos elaborados en el marco del estudio e información secundaria (cómo el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Córdoba, 2012 y estadísticas de eventos consignadas en el Sistema de inventario de efectos de desastres - *DESINVENTAR*) y se aplicaron las categorías planteadas en la Tabla 11.1.11-46. Adicionalmente, se tuvo en cuenta para dicha valoración la información recopilada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

A las amenazas identificadas se les asignó un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más alta sea la calificación de la probabilidad, mayor será la posibilidad de que se materialice el evento amenazante y se vean afectados los elementos vulnerables (Tabla 11.1.11-46). Para las amenazas naturales se tiene la cartografía presentada con anterioridad donde se reflejan los polígonos con sus diferentes categorías.

Tabla 11.1.11-46 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas

ID*	AMENAZA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	OBSERVACIONES*
AMENAZAS ENDÓGENAS				
A	Incendios / Explosiones	1	Muy Baja	Análisis espacial y matricial
B	Derrames	3	Media	Análisis espacial y matricial
C	Accidentes laborales*	4	Alta	Análisis matricial
D	Accidentes de tránsito*	4	Alta	Análisis matricial
AMENAZAS NATURALES				
J	Sismicidad	4	Alta	Análisis espacial
K	Amenaza geotécnica	3	Media	Análisis espacial
L	Inundación	4	Alta	Análisis espacial
M	Avenidas torrenciales	4	Alta	Análisis espacial
E	Vendavales	2	Baja	Análisis matricial
N	Tormentas eléctricas	1	Muy Baja	Análisis espacial
O	Incendios forestales	4	Alta	Análisis espacial
F	Riesgo Biológico	1	Muy Baja	Análisis matricial
AMENAZAS ANTRÓPICAS				
G	Delincuencia Común	2	Baja	Análisis matricial
H	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	Media	Análisis matricial
I	Acciones de protesta social	4	Alta	Análisis matricial

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019). Las amenazas que pueden ser espacializadas no se incluyen en el análisis matricial. Las amenazas endógenas se asociaron a las áreas de intervención del proyecto. * Contempladas dentro de la gestión HSEQ de la compañía.

- Identificación de elementos vulnerables

Para desarrollar el análisis de riesgos se identificaron de acuerdo con las etapas del

proyecto los procesos, la infraestructura asociada y la que se construirá en el área de influencia del proyecto. Así mismo se identificaron elementos expuestos en el ámbito ambiental y sociocultural.

Dichos elementos se agruparon y clasificaron en los diferentes componentes vulnerables que podrían llegar a ser afectados en caso de manifestarse algunos de los eventos amenazantes. A continuación, en la Tabla 11.1.11-47, se listan los elementos en riesgo involucrados en el análisis y se muestran espacialmente entre la Figura 11.1.11-61 a la Figura 11.1.11-64.

Tabla 11.1.11-47 Componentes vulnerables

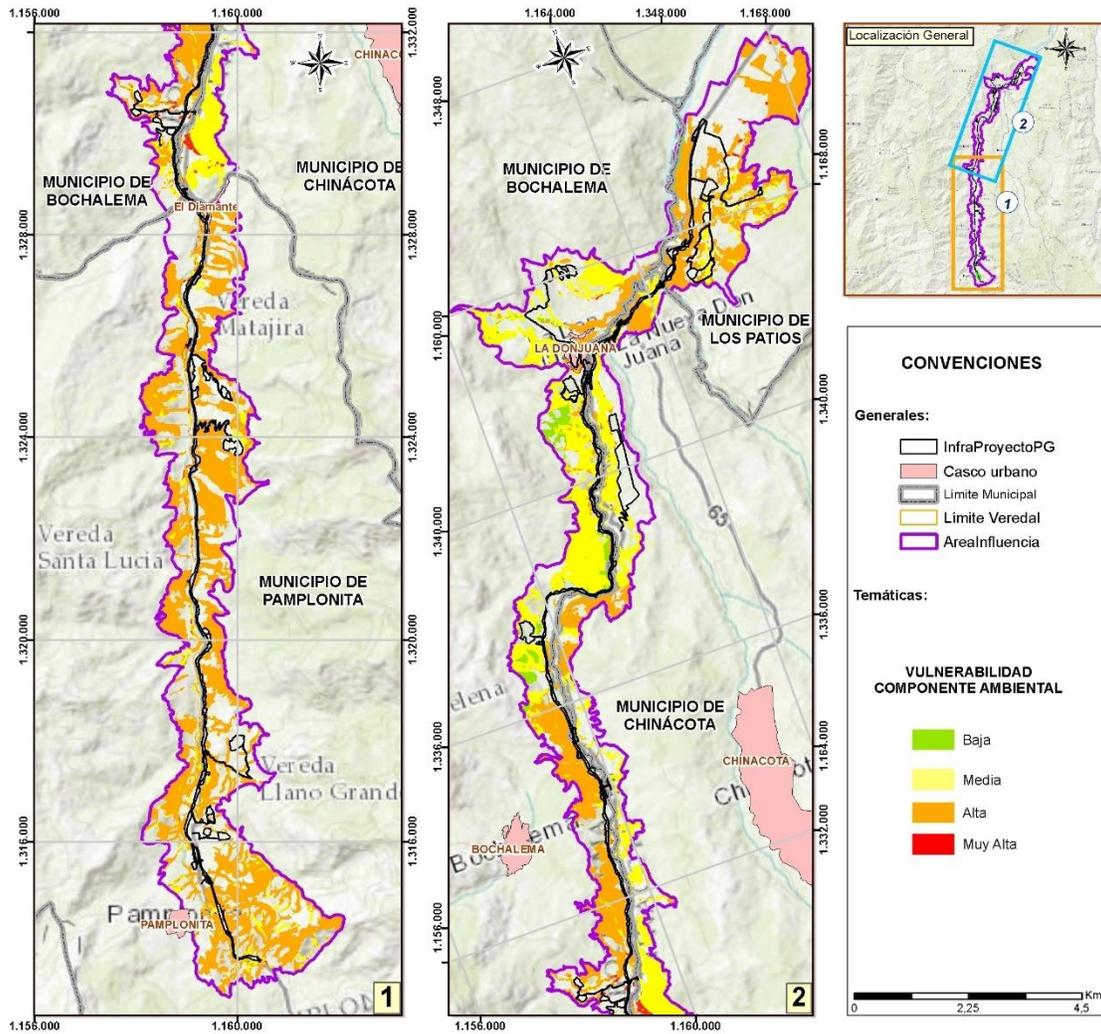
COMPONENTES		DESCRIPCIÓN		
Ambiental	Áreas sensibles	Rondas Protección	30 metros de rondas hídricas	
		Otras áreas	314	Bosque de galería y ripario
			511	Río
			514	Cuerpos de agua artificiales
			3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
			3231	Vegetación secundaria alta
			32211	Arbustal denso alto
			3232	Vegetación secundaria baja
			31121	Bosque denso bajo de tierra firme
Social	Asentamientos humanos	111	Tejido urbano continuo	
		112	Tejido urbano discontinuo	
		113	Construcciones Rurales	
		14231	Condominios	
		14232	Fincas recreativas	
Socioeconómico y cultural	Infraestructura pública	142	Instalaciones recreativas	
		12211	Red vial	
		125	Obras hidráulicas	
	Infraestructura productiva	211	Otros cultivos transitorios	
		222	Cultivos permanentes arbustivos	
		225	Cultivos confinados	
		241	Mosaico de cultivos	
		242	Mosaico de pastos y cultivos	
		243	Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales	
		244	Mosaico de pastos con espacios naturales	
		245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	
		1211	Zonas industriales	
		1212	Zonas comerciales	
		1313	Explotación de carbón	
		1315	Explotación de materiales de construcción	
2122	Maíz			

COMPONENTES		DESCRIPCIÓN	
		2211	Otros cultivos permanentes herbáceos
		2221	Otros cultivos permanentes arbustivos
		2233	Cítricos
		22221	Café con sombrío
		121112	Avicultura
Individual	Áreas de intervención del proyecto		Área de giro
			Área de Servicio
			Área de Lavado
			Áreas de trabajo Túnel
			Acceso Veredal
			Acceso ZODME
			Accesos Polvorín
			Bascula
			Captación
			Diseño vía
			Peaje
			Plataforma Túnel
			Polvorines
			Pontón
			Portal Túnel
			Puente
	Retorno		
	Sobre Ancho		
	Túnel		
	Vía Industrial		
	ZODME		
Otras coberturas	231		Pastos limpios
	232		Pastos arbolados
	233		Pastos enmalezados
	331		Zonas arenosas naturales
	332		Afloramientos rocosos
	333		Tierras desnudas y degradadas
	32212		Arbustal denso bajo

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

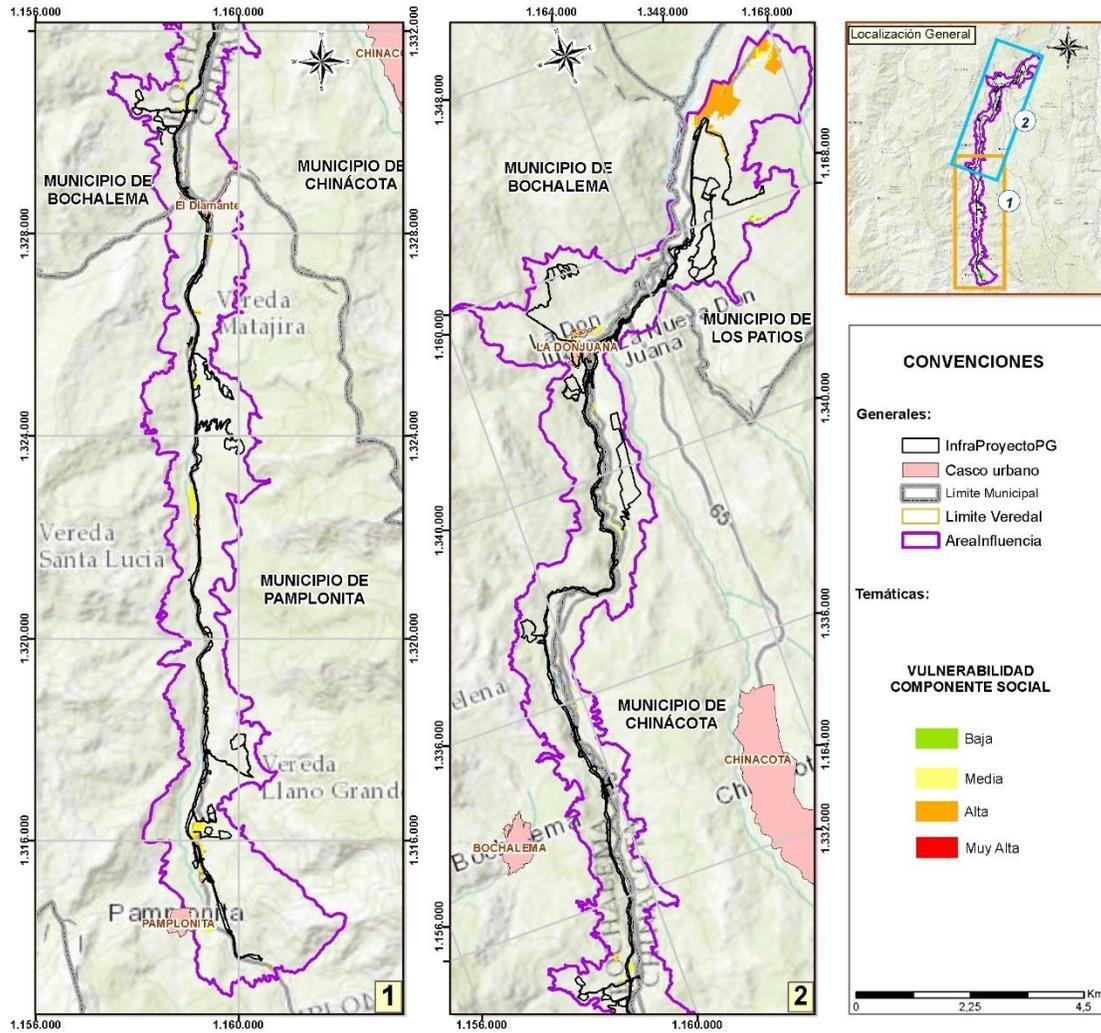
Posteriormente, a dichos elementos se les asignó los valores de sensibilidad obtenidos en la zonificación ambiental, de esta forma se obtuvieron las Figura 11.1.11-61 a la Figura 11.1.11-64. .

Figura 11.1.11-61 Vulnerabilidad Componente Ambiental



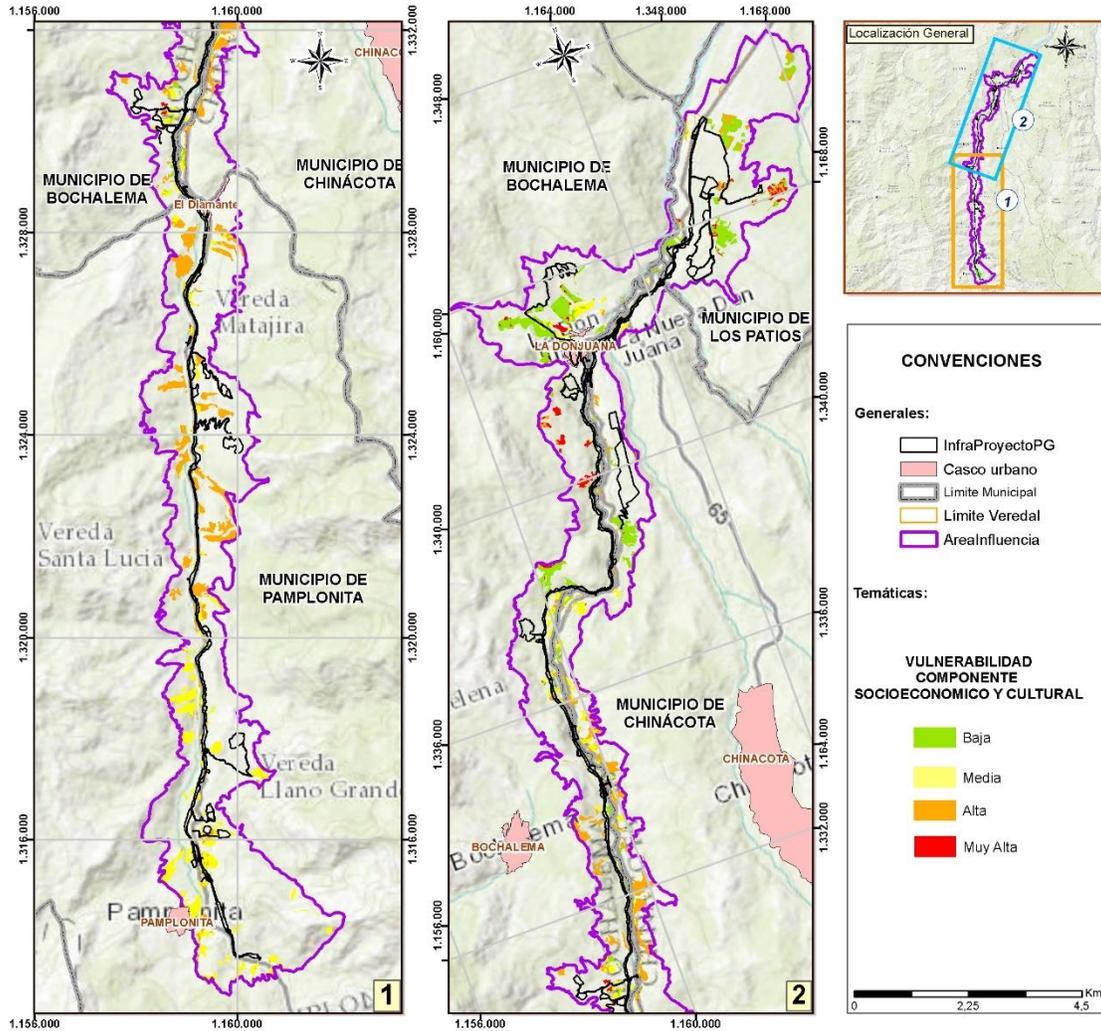
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-62 Vulnerabilidad Componente Social



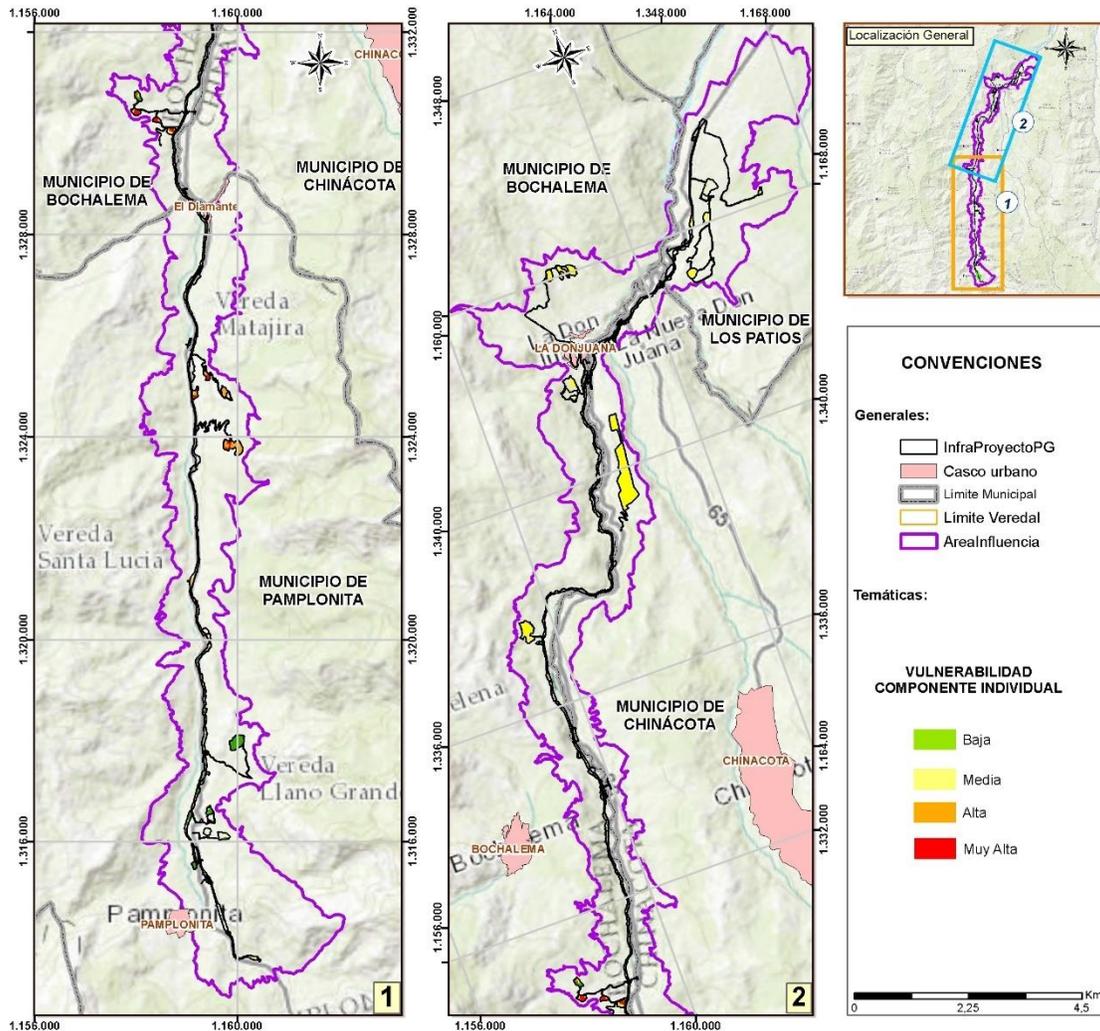
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-63 Vulnerabilidad Componente Socioeconómico y cultural



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Figura 11.1.11-64 Vulnerabilidad Componente Individual



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

De acuerdo con la amenaza endógena de explosión espacializada, no se identificaron áreas de alta consecuencia correspondiente a áreas pobladas de más de 50,000 habitantes⁷, vías fluviales, industriales y de transporte y vías férreas, que puedan verse afectadas en el fortuito caso de la explosión del polvorín.

En el área de influencia se identificaron con base en bibliografía secundaria y la información

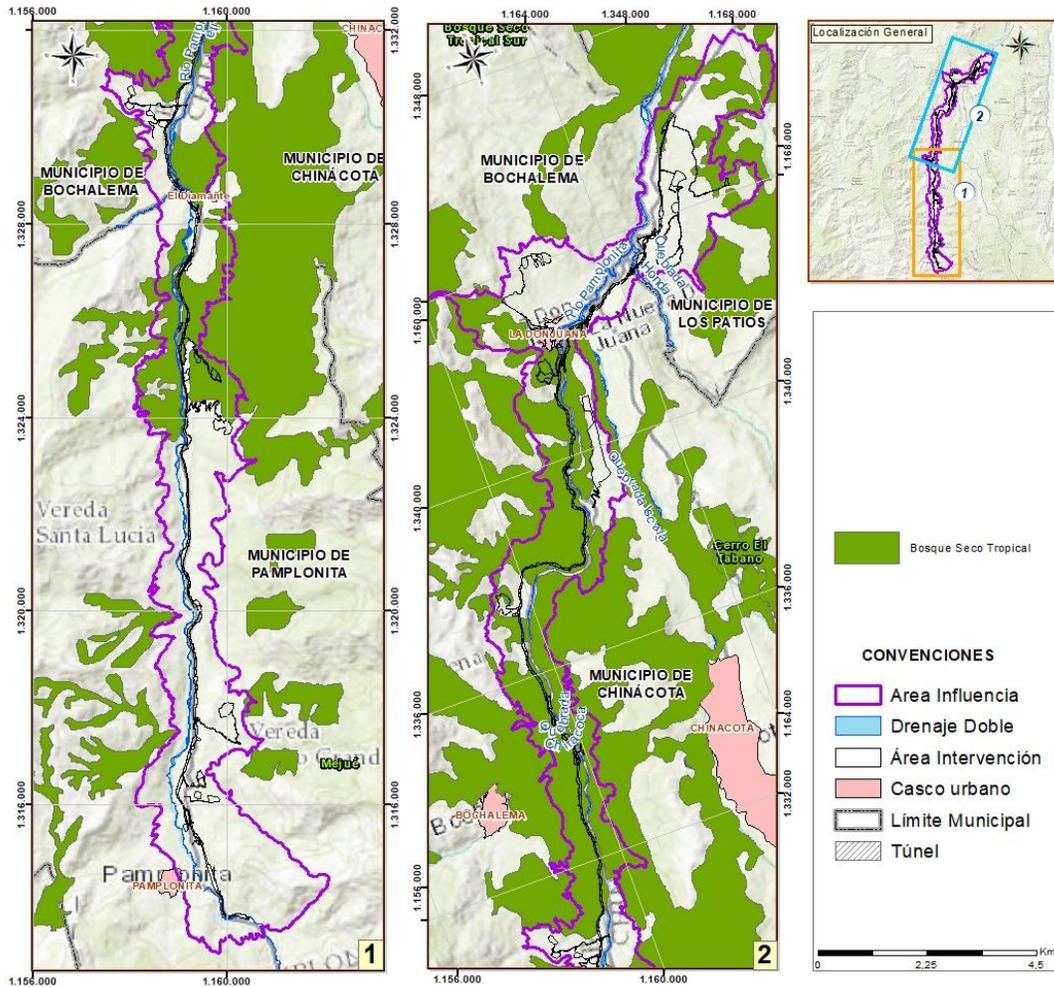
⁷ Un área densamente poblada es considerada de acuerdo con el Título 49, Subtítulo B, Capítulo I, Subcapítulo D, Parte 195, Sub parte F, Sección 195 (450CFR 195.450) como un área urbanizada, que contiene 50,000 personas o más y tiene una densidad de población de al menos 1,000 personas por milla cuadrada (equivalente a 2.589km²).

primaria las siguientes áreas de alta consecuencia:

- Ecosistemas sensibles y áreas protegidas

Uno de los elementos sensibles identificados en el marco de los ecosistemas sensibles y áreas protegidas corresponde al bosque seco tropical; en la Figura 11.1.11-65 se presenta su relación espacial para el área de influencia.

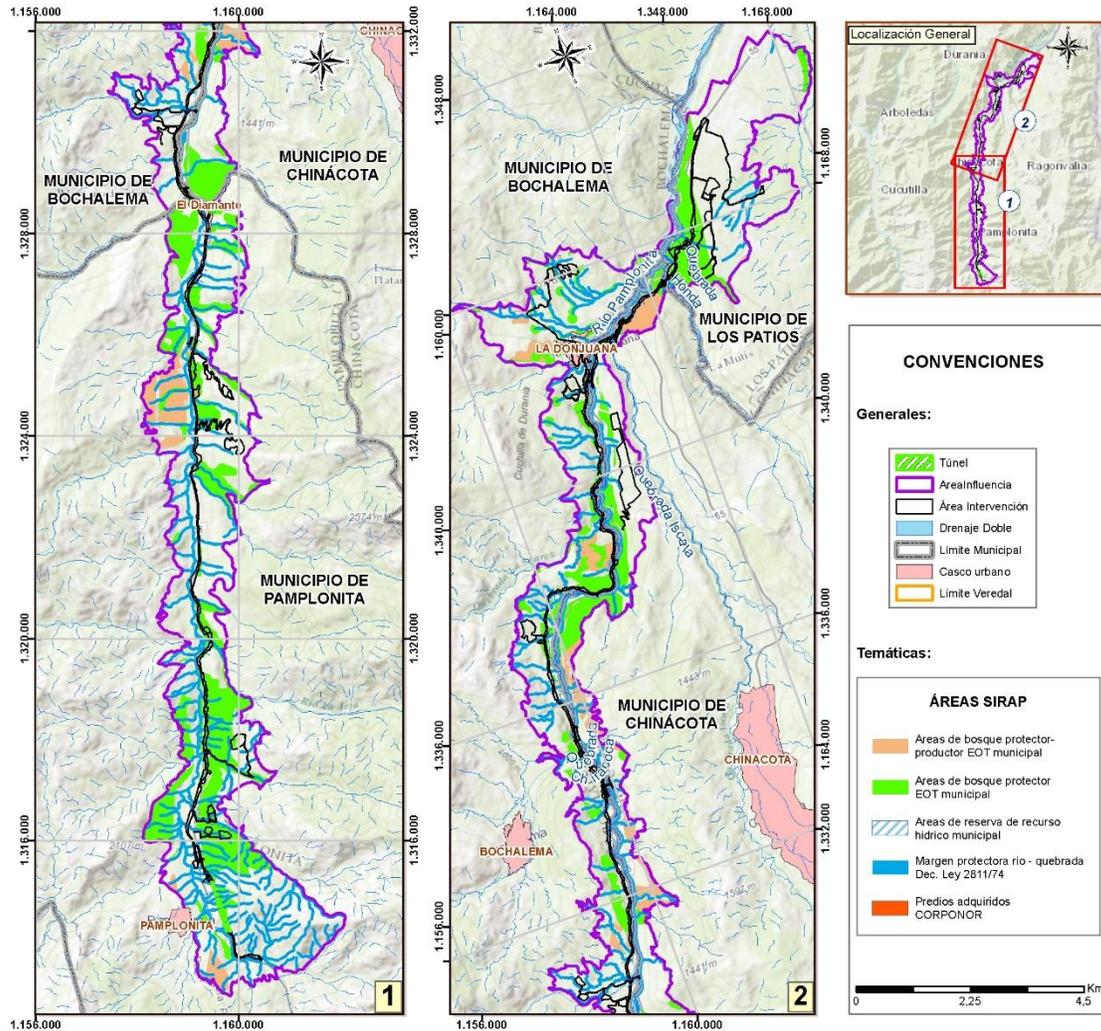
Figura 11.1.11-65 Bosque seco tropical respecto del AI UF 3-4-5



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Por otra parte, el Sistema Regional de Áreas Naturales Protegidas (SIRAP), representa la suma de elementos Nacionales, Regionales y Locales que se encuentran en Protección en el Departamento de Norte de Santander. Sin embargo, vale la pena aclarar que el SIRAP “NO DECLARA” ninguna Área Protegida (CORPONOR, 2007). En Figura 11.1.11-66 se presenta la Superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 3-4-5 con áreas clasificadas en el SIRAP de Norte de Santander.

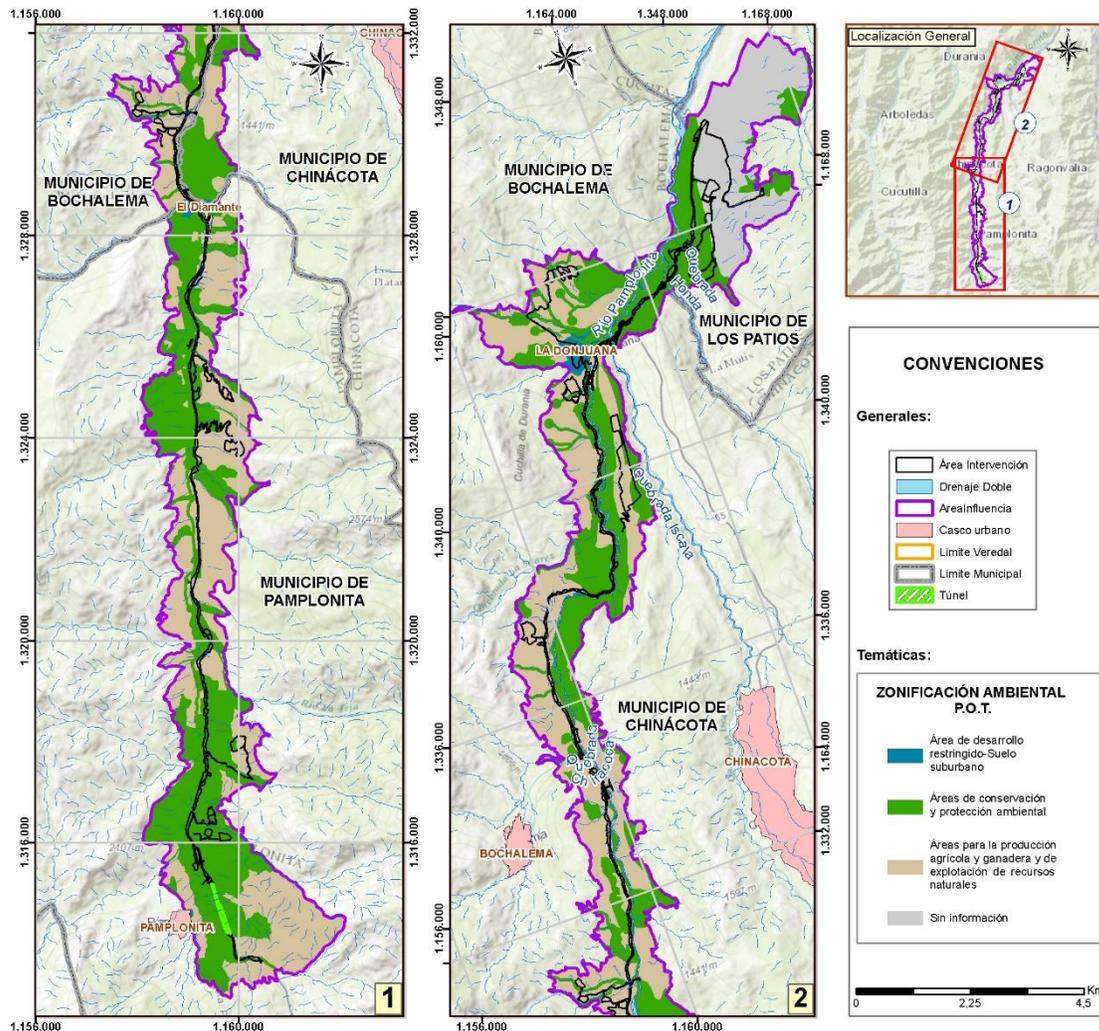
Figura 11.1.11-66 Superposición del área de influencia y el área de intervención de la UF 3-4-5 con áreas clasificadas en el SIRAP de Norte de Santander



Fuente: SIRAP Norte de Santander, 2004. (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Así mismo, en los instrumentos de planificación correspondientes a los EOT de Bochalema (2003), EOT de Pamplonita (2015), EOT de Chinácota (2003), PBOT de Los Patios (2002) y el EOT de pamplonita (2015) se identificó el área forestal productora, área forestal protectora, área forestal protectora productora y áreas de protección absoluta (Alta Pendiente). En la Figura 11.1.11-67 se presentan dichas áreas con relación al área de influencia.

Figura 11.1.11-67 Suelo de Protección General respecto de AI y el área de intervención UF 3-4-5



Fuente: EOT Bochalema, 2003.- EOT Pamplonita, 2015.- EOT Chinácota, 2003 - PBOT Los Patios, 2002.- EOT Pamplonita, 2015, (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Vale la pena mencionar que los estudios ambientales referenciados anteriormente fueron elaborados hace más de 4 años y a una escala menor a la del presente estudio (POMCA a una escala 1:50,000 y EOT 1: 100,000), por lo cual se evidencia que áreas identificadas como sensibles en dichos estudios corresponde a áreas altamente antropizadas en la actualidad con coberturas que no son consideradas como altamente sensible.

- Acuíferos

En la siguiente tabla y Figura 11.1.11-68 se presentan los puntos hidrogeológicos identificados en el área de influencia del proyecto.

Tabla 11.1.11-48 Puntos hidrogeológicos identificados en el área de influencia de la UF 3-4-5

CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF3-PA01	Manantial o Nacedero	1160160	1314278	Domestico	1
UF3-PA02	Resurgencia	1160029	1313981	Domestico	4
UF3-PA03	Resurgencia	1160027	1314126	Domestico	0
UF3-PA04	Resurgencia	1160099	1314170	Domestico	0
UF3-PA06	Manantial o Nacedero	1160002	1315124	Ninguno	0
UF3-PA07	Resurgencia	1160103	1315191	Ninguno	0
UF3-PA08	Manantial o Nacedero	1159991	1315376	Domestico	4
UF3-PA10	Interflujo	1160450	1313709	Ninguno	0
UF3-PA11	Interflujo	1160251	1313731	Ninguno	0
UF3-PA12	Manantial o Nacedero	1159373	1317920	Agropecuario	0
UF3-PA13	Manantial o Nacedero	1159496	1318414	Domestico	0
UF3-PA14	Resurgencia	1159601	1319855	Domestico	0
UF3-PA15	Interflujo	1159200	1320633	Domestico	0
UF3-PA16	Interflujo	1159140	1320926	Ninguno	0
UF3-PA17	Interflujo	1159174	1321257	Domestico	0
UF3-PA18	Interflujo	1159246	1321403	Domestico	4
UF3-PA19	Resurgencia	1159234	1321629	Ninguno	0
UF3-PA20	Resurgencia	1159213	1322250	Domestico	4
UF3-PA21	Resurgencia	1159156	1324321	Agropecuario	0
UF3-PA23	Resurgencia	1159329	1326132	Domestico	25
UF3-PA25	Resurgencia	1159059	1315768	Ninguno	0
UF3-PA26	Resurgencia	1159040	1315930	Ninguno	0
UF3-PA27	Interflujo	1159025	1315966	Domestico	7
UF3-PA28	Resurgencia	1159476	1314833	Ninguno	0
UF3-PA29	Manantial o Nacedero	1159407	1314880	Ninguno	0
UF3-PA30	Interflujo	1159532	1314703	Ninguno	0
UF3-PA31	Interflujo	1159241	1321375	Ninguno	0
UF3-PA32	Interflujo	1159708	1315024	Ninguno	0
UF3-PA33	Resurgencia	1159021	1315955	Ninguno	0
UF3-PA34	Resurgencia	1159403	1326093	Ninguno	0
UF3-PA35	Interflujo	1159196	1321378	Ninguno	0
UF3-PA36	Interflujo	1159621	1321446	Ninguno	0

CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF3-PA37	Interflujo	1159571	1321659	Domestico	1
UF3-PA38	Interflujo	1159589	1321868	Domestico	1
UF3-PA39	Antrópico	1159183	1320459	Domestico	1
UF3-PA40	Antrópico	1159185	1320519	Ninguno	0
UF3-PA41	Antrópico	1159188	1320592	Ninguno	0
UF3-PA42	Antrópico	1159184	1320676	Ninguno	0
UF3-PA43	Interflujo	1159122	1320879	Ninguno	0
UF3-PA44	Interflujo	1159044	1319620	Domestico	1
UF3-PA45	Interflujo	1159583	1317603	Ninguno	0
UF3-PA46	Interflujo	1159719	1317580	Ninguno	0
UF3-PA47	Interflujo	1159312	1315870	Agropecuario	0
UF3-PA48	Interflujo	1159342	1315873	Agropecuario	0
UF3-PA49	Antrópico	1159502	1316381	Agropecuario	0
UF3-PA50	Antrópico	1160011	1316048	Agropecuario	0
UF3-PA51	Interflujo	1159038	1315967	Agropecuario	0
UF3-PA52	Resurgencia	1159949	1315109	Agropecuario	0
UF3-PA53	Resurgencia	1159955	1315290	Ninguno	0
UF3-PA54	Resurgencia	1159809	1314743	Ninguno	0
UF3-PA55	Antrópico	1159310	1315096	Domestico	1
UF3-PA56	Antrópico	1159185	1315284	Domestico	1
UF3-PA57	Resurgencia	1159132	1315246	Domestico	1
UF3-PA58	Manantial o Nacedero	1158808	1315040	Ninguno	0
UF3-PA59	Resurgencia	1160687	1314021	Agropecuario	0
UF3-PA60	Manantial o Nacedero	1160467	1314297	Agropecuario	0
UF3-PA61	Resurgencia	1159390	1314182	Ninguno	0
UF3-PA62	Resurgencia	1159364	1314218	Ninguno	0
UF3-PA63	Manantial o Nacedero	1159372	1314002	Ninguno	0
UF3-PA64	Manantial o Nacedero	1159412	1313988	Ninguno	0
UF3-PA65	Manantial o Nacedero	1159462	1313960	Ninguno	0
UF3-PA66	Resurgencia	1159519	1314017	Ninguno	0
UF3-PA67	Interflujo	1159014	1315978	Ninguno	0
UF3-PA68	Interflujo	1159005	1315977	Domestico	1
UF3-PA69	Interflujo	1159002	1315996	Domestico	1
UF3-PZ01	Piezómetro	1159465	1315212	Ninguno	0

CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF3-PZ02	Piezómetro	1159484	1315229	Ninguno	0
UF3-PZ03	Piezómetro	1159491	1315139	Ninguno	0
UF3-PZ04	Piezómetro	1159820	1314233	Ninguno	0
UF3-PZ05	Piezómetro	1159758	1314295	Ninguno	0
UF3-PZ06	Piezómetro	1159799	1314209	Ninguno	0
UF3-PZ07	Piezómetro	1159647	1314651	Ninguno	0
UF3-PZ08	Piezómetro	1159827	1314233	Ninguno	0
UF4-PA01	Manantial o Nacedero	1161314	1338265	Comunitario	0
UF4-PA02	Manantial o Nacedero	1161348	1338268	Comunitario	0
UF4-PA03	Manantial o Nacedero	1161368	1338283	Comunitario	0
UF4-PA06	Manantial o Nacedero	1160022	1335864	Ninguno	0
UF4-PA08	Resurgencia	1161374	1338299	Comunitario	0
UF4-PA09	Interflujo	1159519	1328230	Ninguno	0
UF4-PA10	Interflujo	1159496	1328131	Domestico	4
UF4-PA11	Interflujo	1159459	1328012	Domestico	6
UF4-PA12	Interflujo	1159513	1327909	Domestico	8
UF4-PA13	Resurgencia	1158748	1329639	Ninguno	0
UF4-PA14	Resurgencia	1159531	1332952	Ninguno	0
UF4-PA15	Interflujo	1159592	1333433	Ninguno	0
UF4-PA16	Resurgencia	1159712	1333818	Agropecuario	0
UF4-PA17	Afloramiento subsuperficial	1159599	1335645	Domestico	4
UF4-PA18	Afloramiento subsuperficial	1159611	1335667	Domestico	4
UF4-PA19	Resurgencia	1159617	1335784	Agropecuario	0
UF4-PA20	Resurgencia	1159701	1337421	Ninguno	0
UF4-PA21	Afloramiento subsuperficial	1159789	1337629	Ninguno	0
UF4-PA22	Resurgencia	1159665	1336910	Domestico	4
UF4-PA23	Resurgencia	1160238	1338278	Domestico	2
UF4-PA24	Interflujo	1161679	1338620	Ninguno	0
UF4-PA25	Resurgencia	1161398	1339352	Agropecuario	0
UF4-PA26	Afloramiento subsuperficial	1161472	1339425	Domestico	7
UF4-PA27	Afloramiento subsuperficial	1161521	1339444	Domestico	6
UF4-PA28	Afloramiento subsuperficial	1161519	1339462	Domestico	7

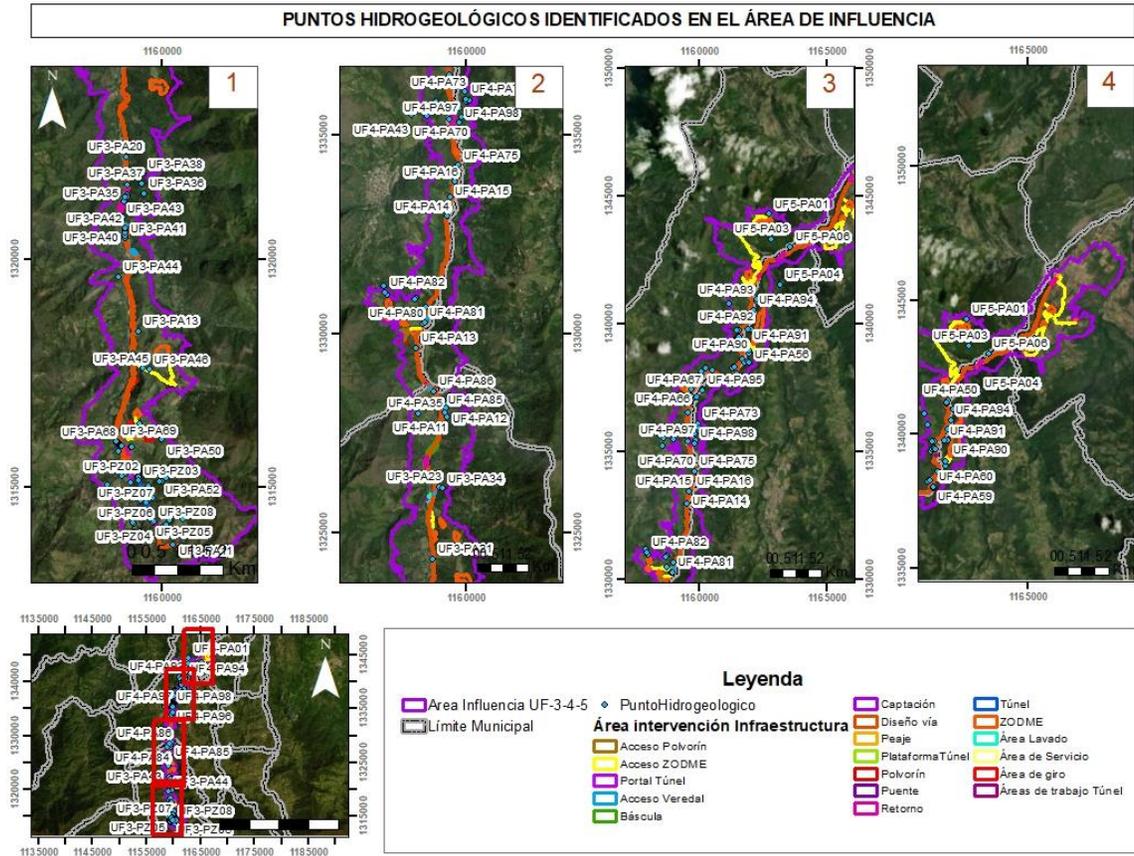
CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF4-PA29	Resurgencia	1161547	1339714	Domestico	7
UF4-PA30	Manantial o Nacedero	1161325	1338283	Comunitario	0
UF4-PA31	Resurgencia	1161978	1341194	Comunitario	0
UF4-PA32	Resurgencia	1161979	1341162	Ninguno	0
UF4-PA33	Resurgencia	1158991	1330654	Ninguno	0
UF4-PA34	Interflujo	1159671	1336990	Ninguno	0
UF4-PA35	Interflujo	1158786	1327979	Ninguno	0
UF4-PA39	Manantial o Nacedero	1161178	1340776	Domestico	1
UF4-PA40	Manantial o Nacedero	1161287	1340374	Domestico	1
UF4-PA41	Manantial o Nacedero	1160053	1335851	Ninguno	0
UF4-PA42	Interflujo	1158562	1335743	Ninguno	0
UF4-PA43	Interflujo	1158619	1335512	Ninguno	0
UF4-PA44	Interflujo	1158485	1335607	Ninguno	0
UF4-PA45	Interflujo	1159006	1335491	Agropecuario	0
UF4-PA46	Resurgencia	1158009	1330964	Domestico	1
UF4-PA47	Resurgencia	1160004	1337949	Ninguno	0
UF4-PA48	Antrópico	1159570	1336521	Ninguno	0
UF4-PA49	Manantial	1161469	1339736	Ninguno	0
UF4-PA50	Interflujo	1162045	1341261	Ninguno	0
UF4-PA51	Manantial	1161978	1341184	Ninguno	0
UF4-PA52	Manantial o Nacedero	1161781	1338477	Ninguno	0
UF4-PA53	Resurgencia	1161948	1338819	Domestico	1
UF4-PA54	Resurgencia	1161967	1338970	Domestico	1
UF4-PA55	Interflujo	1161916	1338538	Domestico	1
UF4-PA56	Resurgencia	1161967	1338491	Ninguno	0
UF4-PA57	Resurgencia	1161299	1338259	Ninguno	0
UF4-PA58	Manantial	1161385	1338285	Ninguno	0
UF4-PA59	Interflujo	1161477	1337992	Ninguno	0
UF4-PA60	Resurgencia	1161494	1338031	Agropecuario	0
UF4-PA61	Resurgencia	1160539	1338185	Ninguno	0
UF4-PA62	Interflujo	1160079	1338114	Ninguno	0
UF4-PA63	Interflujo	1159878	1337913	Domestico	1
UF4-PA64	Resurgencia	1159657	1337810	Domestico	1
UF4-PA65	Interflujo	1159711	1337171	Domestico	1

CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF4-PA66	Resurgencia	1159907	1337132	Domestico	1
UF4-PA67	Manantial o Nacedero	1160122	1337418	Domestico	1
UF4-PA68	Antrópico	1159575	1335397	Domestico	1
UF4-PA69	Resurgencia	1159237	1335829	Ninguno	0
UF4-PA70	Resurgencia	1158553	1335200	Ninguno	0
UF4-PA71	Manantial o Nacedero	1159993	1335845	Agropecuario	0
UF4-PA72	Manantial o Nacedero	1160090	1335870	Agropecuario	0
UF4-PA73	Manantial o Nacedero	1159954	1336087	Agropecuario	0
UF4-PA74	Manantial o Nacedero	1160001	1335905	Ninguno	0
UF4-PA75	Resurgencia	1159812	1334234	Agropecuario	0
UF4-PA76	Resurgencia	1158745	1330896	Agropecuario	0
UF4-PA77	Resurgencia	1158712	1330874	Ninguno	0
UF4-PA78	Resurgencia	1158742	1330458	Ninguno	0
UF4-PA79	Manantial o Nacedero	1157913	1331186	Ninguno	0
UF4-PA80	Interflujo	1158896	1330254	Ninguno	0
UF4-PA81	Interflujo	1158948	1330277	Ninguno	0
UF4-PA82	Resurgencia	1157952	1331043	Ninguno	0
UF4-PA83	Resurgencia	1159587	1328414	Ninguno	0
UF4-PA84	Resurgencia	1159681	1328774	Domestico	1
UF4-PA85	Resurgencia	1159417	1328346	Domestico	1
UF4-PA86	Aljibe	1159195	1328552	Domestico	0
UF5-PA01	Resurgencia	1162753	1344287	Agropecuario	0
UF5-PA02	Interflujo	1165266	1343588	Agropecuario	0
UF5-PA03	Antrópico	1162836	1343300	Ninguno	0
UF5-PA04	Interflujo	1163187	1341521	Ninguno	0
UF5-PA05	Resurgencia	1164383	1343389	Ninguno	0
UF5-PA06	Interflujo	1163548	1343003	Ninguno	0
UF3-PA101	Interflujo	1159120	1315913	Ninguno	0
UF4-PA101	Manantial o Nacedero	1159414	1335662	Ninguno	0
UF4-PA87	Resurgencia	1161548	1339464	Agropecuario	0
UF4-PA88	Resurgencia	1161569	1339461	Agropecuario	5
UF4-PA89	Manantial o Nacedero	1162051	1340190	Agropecuario	0
UF4-PA90	Manantial o Nacedero	1162044	1339766	Agropecuario	0
UF4-PA91	Manantial o Nacedero	1161911	1339760	Agropecuario	0

CÓDIGO FINAL	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTÁ		USO PREDOMINANTE	USUARIOS
		X	Y		
UF4-PA92	Manantial o Nacedero	1162262	1340881	Agropecuario	1
UF4-PA93	Manantial o Nacedero	1162259	1340935	Agropecuario	0
UF4-PA95	Manantial o Nacedero	1160117	1337400	Agropecuario	0
UF4-PA96	Manantial o Nacedero	1159813	1335679	Agropecuario	3
UF4-PA97	Manantial o Nacedero	1159886	1335446	Agropecuario	5
UF4-PA98	Manantial o Nacedero	1159823	1335305	Agropecuario	5
UF4-PA94	Manantial	1162137,57	1340531,202	Agropecuario	4

Fuente: Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP/2019

Figura 11.1.11-68 Puntos hidrogeológicos

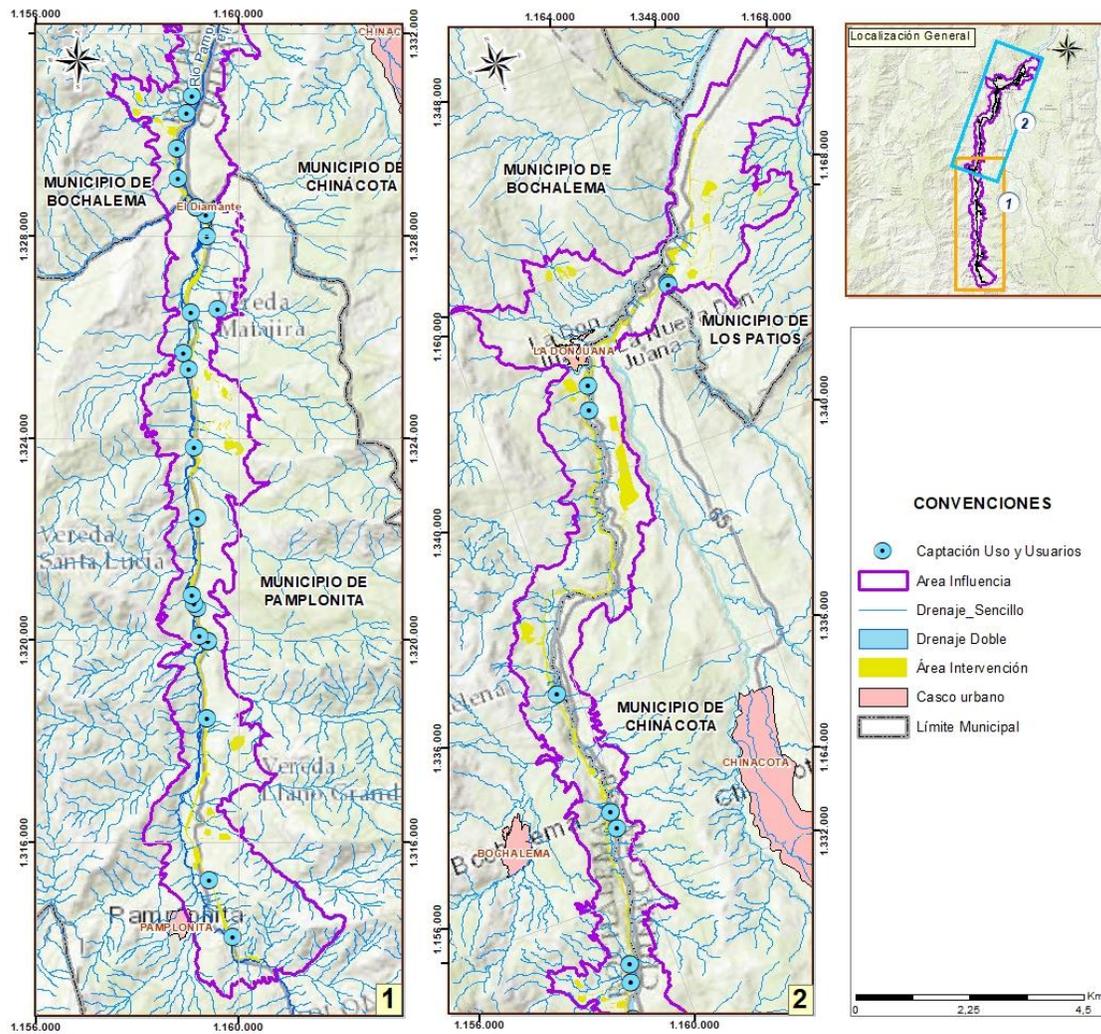


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Fuentes de agua para consumo humano o doméstico

Los usos y usuarios de las fuentes hídricas que serán interceptadas por Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 3-4-5 Sector Pamplonita – Los Acacios se identificaron durante los días 5 al 17 de noviembre. Los principales usos corresponden a: uso doméstico, agrícola, pecuario, asimilación y transporte de aguas residuales, extracción de material de arrastre, turismo y recreación. Se presenta el inventario general de usos y usuarios identificados en campo (Tabla 11.1.11-49 y Figura 11.1.11-69).

Figura 11.1.11-69 Usos y usuarios UF 3-4-5



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 CAPÍTULO 11.1.3 PLANES Y PROGRAMAS – PLAN GESTIÓN DEL RIESGO
	Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Tabla 11.1.11-49 Inventario de usos del agua

CÓDIGO	NOMBRE	PREDIO	DPTO	MPO	VEREDA/ CORREGIMIENTO	ESTE	NORTE
C-1	NN123	No se identificó	Norte de Santander	PAMPLONITA	San Antonio	1159402,12	1318446,49
C-2	Quebrada La Teja	No se identificó	Norte de Santander	PAMPLONITA	Buenos Aires	1159420,37	1319972,74
C-3	Quebrada Carpintero	Avícola el Trapiche	Norte de Santander	PAMPLONITA	Buenos Aires	1159200,17	1320633,59
C-4	Quebrada Carpintero	No se identificó	Norte de Santander	PAMPLONITA	Buenos Aires	1159155,93	1320714,58
C-5	Quebrada Santa Ana	Habitantes sector Santa Ana	Norte de Santander	PAMPLONITA	Matajira	1159601,83	1326535,41
C-6	NN135	No se identificó	Norte de Santander	PAMPLONITA	El Volcan	1159389,3	1327984,7
C-7	Quebrada La Tescua	Habitantes centro poblado el Diamante	Norte de Santander	PAMPLONITA	Tescua	1159193	1328560
C-8	NN-74	Finca Villa María	Norte de Santander	BOCHALEMA	Zarcuta	1159006,28	1330413,77
C-9	Quebrada Los Toches	No se identificó	Norte de Santander	BOCHALEMA	Peñaviva	1159773,48	1333704,43
C-10	Quebrada Llano Bonito	No se identificó	Norte de Santander	BOCHALEMA	Calalula	1159569	1336264
C-11	Quebrada La Honda	Acueducto municipio de los Patios	Norte de Santander	LOS PATIOS	Corozal	1164414,45	1343163
V-1	NN111	Mina de Carbón Santa Isabel	Norte de Santander	PAMPLONITA	El Colorado	1159905,1	1314128,74
V-2	NN126	Avícola el Trapiche	Norte de Santander	PAMPLONITA	La Palmita	1159094,99	1320889,89
V-3	NN127	Habitantes de la vereda La Palmita de Pamplonita	Norte de Santander	PAMPLONITA	La Palmita	1159198,64	1322424,6
V-4	NN128	Finca Las Colinas	Norte de Santander	PAMPLONITA	La Palmita	1159150,91	1323811,6
V-5	NN131	Villa Marina - UniPamplona	Norte de Santander	PAMPLONITA	Matajira	1159034,79	1325363,1
V-6	Quebrada Santa Ana	Habitantes de la vereda Matajira de Pamplonita	Norte de Santander	PAMPLONITA	Matajira	1159076,79	1326474,11
V-7	Quebrada La Chorrera	Habitantes de la vereda El Volcán de Pamplonita	Norte de Santander	PAMPLONITA	El Volcán	1159379,3	1328401,6
V-8	Quebrada La Tescua	Habitantes vereda Tescua de Pamplonita	Norte de Santander	PAMPLONITA	Tescua	1159193	1328560
V-9	Quebrada La Vega	ntes vereda Naranjales - centro poblado Donjuana de Boch	Norte de Santander	BOCHALEMA	Naranjales	1162248,79	1341793,57
R-1	Quebrada La Teja	No identificado	Norte de Santander	PAMPLONITA	Buenos Aires	1159420,37	1319972,74
R-2	Quebrada La Loma-2	Club recreativo Cordillera Country	Norte de Santander	BOCHALEMA	Peñaviva	1159107,94	1330755,97
R-3	Quebrada La Honda	Habitantes de poblaciones cercanas	Norte de Santander	LOS PATIOS	Corozal	1164418,22	1343125,94
P-1	NN116	Finca San Rafael	Norte de Santander	PAMPLONITA	San Rafael	1159443,38	1315254,44
P-2	Quebrada La Loma-2	Cordillera Country Club	Norte de Santander	BOCHALEMA	Peñaviva	1159107,94	1330755,97
P-3	Quebrada Los Toches	No identificado	Norte de Santander	BOCHALEMA	Peñaviva	1159773,48	1333704,43
M-1	NN125	Concretos y triturados Pamplonita	Norte de Santander	PAMPLONITA	Buenos aires	1159254,45	1320095,92
M-2	Quebrada Capri	Triturados R&R Fronteras	Norte de Santander	CHINÁCOTA	Urengue Rujas	1159774,42	1333373,48
M-3	NN76	No se identificó	Norte de Santander	BOCHALEMA	Zarcuta	1158798,59	1329719,89
M-4	NN81	No se identificó	Norte de Santander	BOCHALEMA	Matajira y Tescua	1158933,31	1325671,79
M-5	Quebrada Caliente	Rafael Romero	Norte de Santander	BOCHALEMA	Zarcuta	1158828,88	1329118,89
M-6	NN65	No se identificó	Norte de Santander	BOCHALEMA	Naranjales	1162090,62	1341338,16

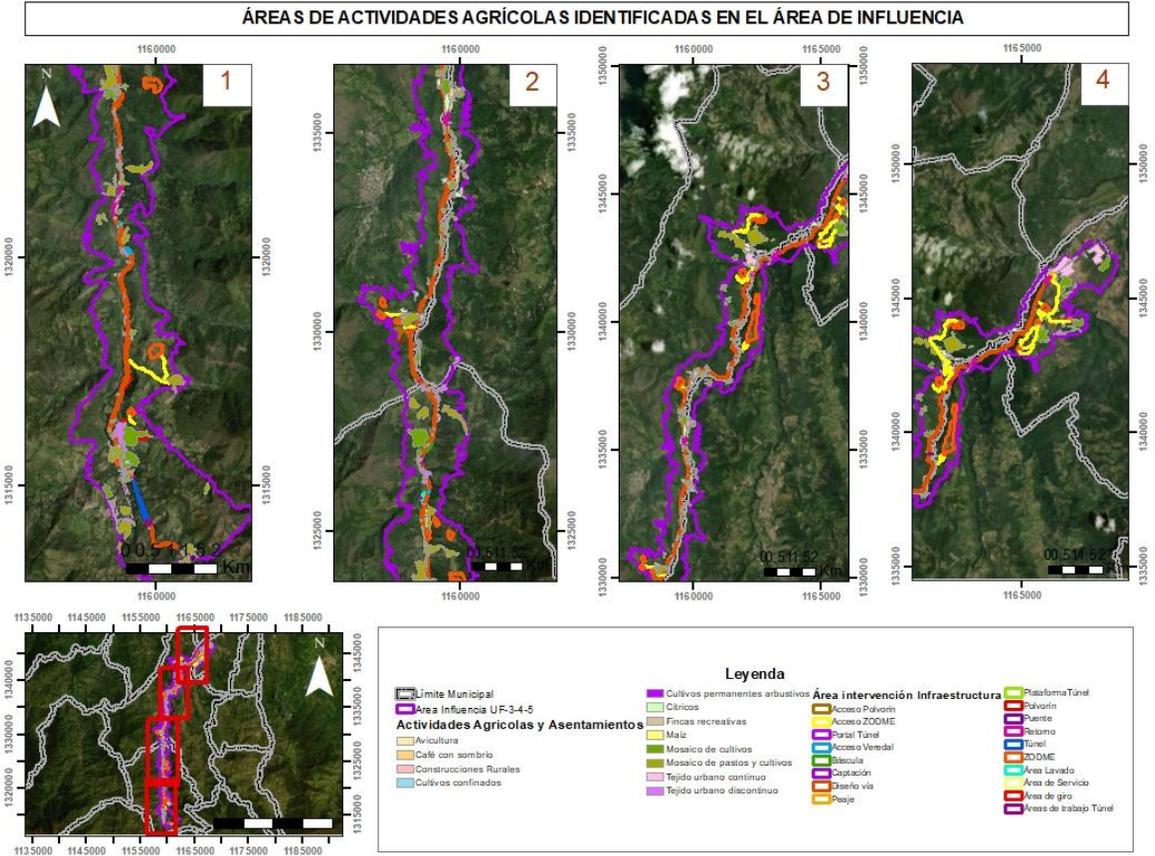
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019))

- Áreas de actividades agrícolas

En la Figura 11.1.11-70 presentan las áreas de actividades agrícolas identificadas en el área de influencia del proyecto.

Estas áreas según la identificación de coberturas corresponden a zonas destinadas a avicultura, café con sombrero, cítricos, cultivos confinados, cultivos permanentes arbustivos, maíz, mosaico de cultivos y mosaico de pastos y cultivos.

Figura 11.1.11-70 Áreas de actividades agrícolas identificadas en el área de influencia



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

De acuerdo con los elementos sensibles identificados, en la siguiente tabla se presentan las áreas circundantes a los polvorines que podrían verse afectadas en caso de una explosión fortuita.

Tabla 11.1.11-50 Elementos sensibles identificados en las áreas potenciales de afectación de los polvorines

ELEMENTO SENSIBLE	POLVORÍN 1	POLVORÍN 2
Ecosistemas sensibles y áreas protegidas	No se presentaría afectación en caso de la manifestación de la amenaza correspondiente a la explosión del polvorín.	El área potencial de afectación correspondiente a Rompimiento de vidrios se traslapa con la cobertura de Bosque seco.
Sistema Regional de Áreas Naturales Protegidas (SIRAP)	Se podrían llegar a ver afectadas las áreas de bosque protector definidas en el EOT de Pamplonita y la ronda de protección de drenajes correspondiente a bosque ripario ya que se traslapan con áreas potenciales de Destrucción de edificios.	Las rondas de protección de drenajes de la Subregión Suroriente se traslapan con el área potencial de Rompimiento de vidrios.
Zonificación Ambiental P.O.T. Pamplonita	La potencial área de afectación por sobrepresión de Destrucción de edificios podría llegar a afectar zonas de conservación y protección ambiental y áreas para la producción agrícola y ganadera.	La potencial área de afectación por sobrepresión de Destrucción de edificios podría llegar a afectar áreas destinadas a la protección y áreas para la producción agrícola y ganadera.
Acuíferos	No se presenta traslape con ninguna de las envolventes establecidas para la afectación por sobrepresión.	El punto UF4-PA13, aunque no se relaciona con ningún uso por parte de la comunidad, se traslapa con el área potencial de Rompimiento de vidrios.
Usos y usuarios	No se presentaría afectación en caso de la manifestación de la amenaza correspondiente a la explosión del polvorín.	El punto M-3, de uso en actividades de minería, se traslapa con el área potencial de Rompimiento de vidrios.
Áreas de actividades agrícolas	La cobertura correspondiente a Mosaico de cultivos se podría afectar. Adicionalmente pastos limpios y arbolados que pueden ser usados para actividades pecuarias extensivas.	La cobertura correspondiente a Mosaico de cultivos se podría ver afectada. Adicionalmente pastos limpios y arbolados que pueden ser usados para actividades pecuarias extensivas.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Identificación de los escenarios de riesgo

De acuerdo a la metodología planteada, las amenazas antrópicas, endógenas y las naturales, y los elementos vulnerables descritos anteriormente (Tabla 11.1.11-47 Componentes vulnerables), en la Tabla 11.1.11-51 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto se presentan los escenarios de riesgo identificados (celdas resaltadas con color azul).

Tabla 11.1.11-51 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto

Fase	ACTIVIDAD	No.	AMENAZAS													
			Operacionales					Naturales					Social			
			Lesiones a personal	Incendios y/o explosiones	Derrames de productos químicos	Accidentes vehiculares	Vertimientos o derrames fuera de los parámetros	Emisiones atmosféricas fuera de los parámetros	Presencia de rayos y tormentas	inundaciones	remoción de masa y/o erosión	sismos	Incendios forestales	Riesgo biológico	problemas de orden publico	Quemas ocasionadas
Pre-construcción	Gestión predial y negociación del derecho de vía	1	x												x	
	Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	2	x												x	
	Contratación y capacitación del personal	3	x												x	x
Construcción	Adecuación de accesos	4	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Construcción de accesos	5	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Movilización y transporte de materiales, personal y maquinaria y equipos	6	x			x		x		x	x	x			x	x
	Materialización y replanteo (Topografía)	7	x						x	x			x	x	x	x

Fase	ACTIVIDAD	No.	AMENAZAS													
			Operacionales					Naturales					Social			
			Lesiones a personal	Incendios y/o explosiones	Derrames de productos químicos	Accidentes vehiculares	Vertimientos o derrames fuera de los parámetros	Emisiones atmosféricas fuera de los parámetros	Presencia de rayos y tormentas	inundaciones	remoción de masa y/o erosión	sismos	Incendios forestales	Riesgo biológico	problemas de orden público	Quemas ocasionadas
	Captación de agua	8	x					x		x			x	x	x	
	Vertimientos	9	x		x		x			x			x	x	x	
	Desmonte y limpieza	10	x		x			x	x		x	x	x	x		
	Lavado de maquinaria y equipos	11	x	x			x	x								
	Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	12	x					x	x				x			
	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	x					x	x		x	x	x			
	Construcción de obras de drenaje.	14	x					x	x	x	x	x				
	Construcción de estructuras de concreto	15	x		x			x	x							
	Construcción de estructuras de pavimento	16	x		x				x							
	Obras de estabilidad geotécnica y	17	x						x	x	x	x				

Fase	ACTIVIDAD	No.	AMENAZAS												
			Operacionales					Naturales					Social		
			Lesiones a personal	Incendios y/o explosiones	Derrames de productos químicos	Accidentes vehiculares	Vertimientos o derrames fuera de los parámetros	Emisiones atmosféricas fuera de los parámetros	Presencia de rayos y tormentas	inundaciones	remoción de masa y/o erosión	sismos	Incendios forestales	Riesgo biológico	problemas de orden público
	protección de taludes														
	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME y disposición en sitios autorizados	18	x						x				x		
	Señalización y demarcación definitiva	19	x					x							
	Limpieza y cierre final	20	x					x	x	x					
Construcción de túneles	Portales de entrada y salida	21	x					x	x		x	x			
	Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	x	x	x	x		x	x			x			
	Excavación emboquilles	23	x					x			x	x			
	Excavaciones por perforación y voladura	24	x	x				x			x	x			

Fase	ACTIVIDAD	No.	AMENAZAS												
			Operacionales					Naturales					Social		
			Lesiones a personal	Incendios y/o explosiones	Derrames de productos químicos	Accidentes vehiculares	Vertimientos o derrames fuera de los parámetros	Emisiones atmosféricas fuera de los parámetros	Presencia de rayos y tormentas	inundaciones	remoción de masa y/o erosión	sismos	Incendios forestales	Riesgo biológico	problemas de orden publico
Desescombro	25	x					x								
Instalación de ventilación e iluminación	26	x					x								
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	27	x					x			x	x				
Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.	28	x					x								

Fuente: (ECOGERENCIA, UVRP, 2019, 2019)

- Resultados matriciales del análisis de riesgo

En la Tabla 11.1.11-52 se observa la calificación asignada para los criterios de vulnerabilidad, exposición y riesgo para cada uno de los escenarios identificados en el análisis matricial del riesgo.

Tabla 11.1.11-52 Resultados matriciales del análisis de riesgo

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Gestión predial y negociación del derecho de vía	1	Lp-001	B	0	1	0	1	1	1	EC	N	N
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	2	Lp-002	B	2	1	0	1	1	2	PE	N	N
Contratación y capacitación del personal	3	Lp-003	B	0	1	0	1	1	1	EC	N	N
Adecuación de accesos	4	Lp-004	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Construcción de accesos	5	Lp-005	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	Lp-006	B	3	1	0	2	1	3	PE	L	L
Materialización y replanteo (Topografía)	7	Lp-007	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Captación de agua	8	Lp-008	B	2	1	0	2	1	2	PE	N	N
Vertimientos	9	Lp-009	B	2	1	0	1	1	2	PE	N	N
Desmote y limpieza	10	Lp-010	B	3	1	0	2	1	3	PE	L	L
Lavado de maquinaria y equipos	11	Lp-011	B	2	1	0	2	2	2	PE	N	N
Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	12	Lp-012	B	3	1	0	1	1	3	PE	L	L
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	Lp-013	B	3		0	1	2	3	PE	L	L
Construcción de obras de drenaje.	14	Lp-014	B	3	1	0	1	2	3	PE	L	L
Construcción de estructuras de concreto	15	Lp-015	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Construcción de estructuras de pavimento	16	Lp-016	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	17	Lp-017	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME y disposición en sitios autorizados	18	Lp-018	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Señalización y demarcación definitiva	19	Lp-019	B	2	1	0	2	2	2	PE	N	N
Limpieza y cierre final	20	Lp-020	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Portales de entrada y salida	21	Lp-021	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	Lp-022	B	3	1	0	2	2	3	PE	L	L
Excavación emboquilles	23	Lp-023	B	3	1	0	1	2	3	PE	L	L
Excavaciones por perforación y voladura	24	Lp-024	B	3	1	0	2	1	3	PE	L	L
Desescombro	25	Lp-025	B	3	1	0	2	1	3	PE	L	L
Instalación de ventilación e iluminación	26	Lp-026	B	2	1	0	1	1	2	PE	N	N
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	27	Lp-027	B	2	1	0	1	1	2	PE	N	N
Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.	28	Lp-028	B	2	1	0	1	1	2	PE	N	N
											-	-
Lavado de maquinaria y equipos	11	IE-011	B	2	1	2	2	2	2	PE	N	N
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	IE-022	B	2	2	2	2	2	2	PE	N	N
Excavaciones por perforación y voladura	24	IE-024	B	2	2	2	2	2	2	PE	N	N

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Vertimientos	9	DPQ-009	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Desmante y limpieza	10	DPQ-010	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Construcción de estructuras de concreto	15	DPQ-015	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Construcción de estructuras de pavimento	16	DPQ-016	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	DPQ-022	B	3	3	2	3	4	4	IM	M	M
Desescombro	25								0	NA	-	-
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	AT-006	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	AT-022	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Vertimientos	9	VFP-009	B	3	2	3	2	3	3	PE	L	L
Lavado de maquinaria y equipos	11	VFP-011	B	3	2	3	2	3	3	PE	L	L
Adecuación de accesos	4	EAF-004	B	2	1	3	2	2	3	MA	L	L
Construcción de accesos	5	EAF-005	B	2	1	2	2	2	2	PE	N	N
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	EAF-006	B	3	1	3	2	2	3	PE	L	L
Captación de agua	8	EAF-008	B	3	2	3	3	3	3	PE	L	L

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Desmante y limpieza	10	EAJ-010	B	3	2	4	3	2	4	MA	M	M
Lavado de maquinaria y equipos	11	EAJ-011	B	3	1	3	2	3	3	PE	L	L
Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	12	EAJ-012	B	2	1	3	1	1	3	MA	L	L
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	EAJ-013	B	2	1	3	1	1	3	MA	L	L
Construcción de obras de drenaje.	14	EAJ-014	B	2	1	3	1	1	3	MA	L	L
Construcción de estructuras de concreto	15	EAJ-015	B	2	1	3	1	1	3	MA	L	L
Señalización y demarcación definitiva	19	EAJ-019	B	2	2	3	2	2	3	MA	L	L
Limpieza y cierre final	20	EAJ-020	B	3	1	2	2	2	3	PE	L	L
Portales de entrada y salida	21	EAJ-021	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	EAJ-022	B	3	3	2	2	2	3	PE	L	L
Excavación emboquilles	23	EAJ-023	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Excavaciones por perforación y voladura	24	EAJ-024	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Desescombro	25	EAJ-025	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Instalación de ventilación e iluminación	26	EAJ-026	B	3	2	3	2	2	3	PE	L	L
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	27	EAJ-027	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.	28	EAJ-028	B	3	2	2	2	2	3	PE	L	L
												-

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Adecuación de accesos	4	CRT-004	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Construcción de accesos	5	CRT-005	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Materialización y replanteo (Topografía)	7	CRT-007	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Desmote y limpieza	10	CRT-010	B	3	2	1	2	1	3	PE	L	L
Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	12	CRT-012	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	CRT-013	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Construcción de obras de drenaje.	14	CRT-014	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Construcción de estructuras de concreto	15	CRT-015	B	3	2	1	2	1	3	PE	L	L
Construcción de estructuras de pavimento	16	CRT-016	B	3	2	1	2	1	3	PE	L	L
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	17	CRT-017	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME y disposición en sitios autorizados	18	CRT-018	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Limpieza y cierre final	20	CRT-020	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Portales de entrada y salida	21	CRT-021	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	CRT-022	B	3	2	1	1	1	3	PE	L	L
												-
Adecuación de accesos	4	HI-004	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L
Construcción de accesos	5	HI-005	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	HI-006	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L
Materialización y replanteo (Topografía)	7	HI-007	B	1	2	2	2	2	2	EC	N	N
Captación de agua	8	HI-008	B	1	2	2	2	2	2	EC	N	N
Vertimientos	9	HI-009	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L
Construcción de obras de drenaje.	14	HI-014	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	17	HI-017	B	1	2				2	EC	N	N
Limpieza y cierre final	20	HI-020	B	1	2	3	2	2	3	MA	L	L
Adecuación de accesos	4	GRM-004	B	2	2	2	2	3	3	IM	L	L
Construcción de accesos	5	GRM-005	B	3	2	2	2	3	3	PE	L	L
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	GRM-006	B	3	2	2	2	3	3	PE	L	L
Desmante y limpieza	10	GRM-010	B	3	3	2	2	3	3	PE	L	L
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	GRM-013	B	4	3	2	2	3	4	PE	M	M
Construcción de obras de drenaje.	14	GRM-014	B	4	3	2	2	3	4	PE	M	M
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	17	GRM-017	B	4	3	2	2	2	4	PE	M	M
Portales de entrada y salida	21	GRM-021	B	3	3	2	2	3	3	PE	L	L
Excavación emboquilles	23	GRM-023	B	3	3	2	2	3	3	PE	L	L
Excavaciones por perforación y voladura	24	GRM-024	B	3	3	2	2	3	3	PE	L	L

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	27	GRM-027	B	3	3	2	2	3	3	PE	L	L
Adecuación de accesos	4	SIS-004	B	3	1	1	1	2	3	PE	L	L
Construcción de accesos	5	SIS-005	B	3	1	1	1	2	3	PE	L	L
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	SIS-006	B	3	1	1	1	2	3	PE	L	L
Desmote y limpieza	10	SIS-010	B	3	1	1	1	2	3	PE	L	L
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	SIS-013	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Construcción de obras de drenaje.	14	SIS-014	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes	17	SIS-017	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Portales de entrada y salida	21	SIS-021	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Excavación emboquilles	23	SIS-023	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Excavaciones por perforación y voladura	24	SIS-024	B	3	2	1	1	2	3	PE	L	L
Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento	27	SIS-027	B	3	1	1	1	2	3	PE	L	L
Adecuación de accesos	4	FI-004	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Construcción de accesos	5	FI-005	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	FI-006	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Materialización y replanteo (Topografía)	7	FI-007	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Captación de agua	8	FI-008	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Vertimientos	9	FI-009	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Desmonte y limpieza	10	FI-010	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.	12	FI-012	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	13	FI-013	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME y disposición en sitios autorizados	18	FI-018	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes	22	FI-022	B	2	2	2	1	2	2	PE	N	N
Adecuación de accesos	4	RB-004	B	3	1	2		2	3	PE	L	L
Construcción de accesos	5	RB-005	B	3	1	2		2	3	PE	L	L
Materialización y replanteo (Topografía)	7	RB-007	B	3	1	2	1	2	3	PE	L	L
Captación de agua	8	RB-008	B	3	1	2	1	2	3	PE	L	L
Vertimientos	9	RB-009	B	3	1	2	1	2	3	PE	L	L
Desmonte y limpieza	10	RB-010	B	3	1	2	1	2	3	PE	L	L
Gestión predial y negociación del derecho de vía	1	SOP-001	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social	2	SOP-002	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Contratación y capacitación del personal	3	SOP-003	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Adecuación de accesos	4	SOP-004	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Construcción de accesos	5	SOP-005	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L

DESCRIPCION			PROBABILIDAD	PE	EC	MA	CL	IM	CONSECUENCIA			
ACTIVIDAD	No	RIESGO	LETRA	#	#	#	#	#	VALOR		B	TODO
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	SOP-006	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Materialización y replanteo (Topografía)	7	SOP-007	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Captación de agua	8	SOP-008	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Vertimientos	9	SOP-009	B	2	2	0	2	3	3	IM	L	L
Contratación y capacitación del personal	3	SQ-003	B	1	2	1	2	1	2	EC	N	N
Adecuación de accesos	4	SQ-004	B	1	2	1	2	1	2	EC	N	N
Construcción de accesos	5	SQ-005	B	1	2	1	2	1	2	EC	N	N
Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos	6	SQ-006	B	1	2	1	2	1	2	EC	N	N
Materialización y replanteo (Topografía)	7	SQ-007	B	1	2	1	2	1	2	EC	N	N
											33	24,3%
											98	72,1%
											5	3,7%
											0	0,0%
											0	0,0%
											136	100%

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

En la

Figura 11.1.11-71 se presentan los resultados obtenidos para el análisis de riesgos matricial. Se observa que los elementos vulnerables socioeconómicos y ambientales presentados en la Tabla 11.1.11-52 no se ubicarían bajo ningún escenario de riesgo alto principalmente porque las amenazas endógenas que tendrían el potencial de causar afectaciones a dichos componentes tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia.

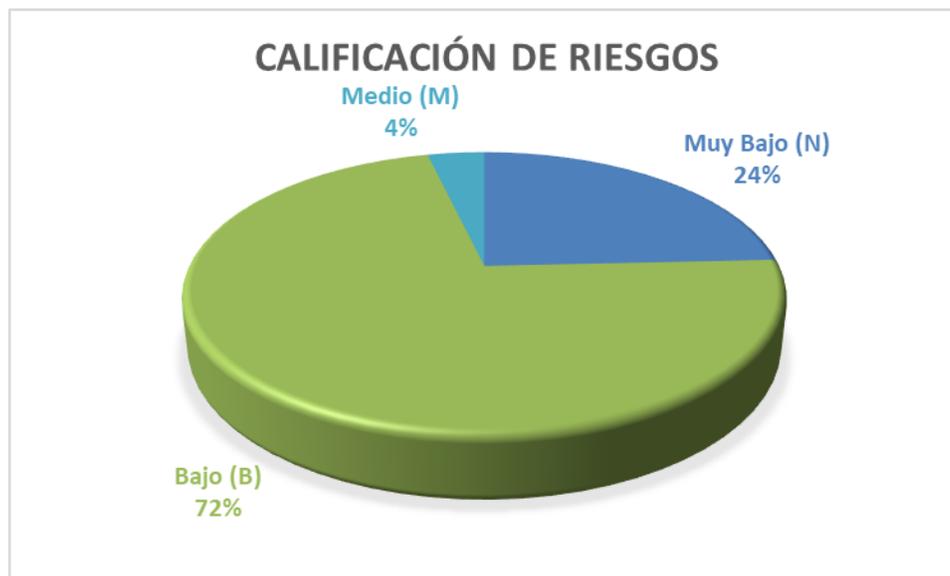
Por su parte los escenarios para el componente social que presentan una categoría alta corresponden a la amenaza de accidentes de tránsito que involucren vehículos de la compañía y puedan ocasionar fatalidades a terceros.

En cuanto al componente individual, en el cual se evaluaron las potenciales afectaciones de las amenazas endógenas, se obtuvo que los escenarios de riesgo alto corresponden a accidentes laborales o accidentes de tránsito que ocasionen fatalidades. La amenaza endógena de Incendios/Explosiones a pesar de tener el potencial de causar afectaciones en un radio considerable de los polvorines, presentó una categoría de riesgo baja dado la muy baja probabilidad de manifestación del evento.

En el componente ambiental, se obtuvo un escenario de riesgo medio, relacionado con la potencial afectación puntual al suelo que podría ocasionar un derrame teniendo presente las 420.58 ha que se intervendrán por el proyecto.

En cuanto al componente socioeconómico no se obtuvo en el análisis matricial ningún escenario de riesgo medio o alto.

Figura 11.1.11-71 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo

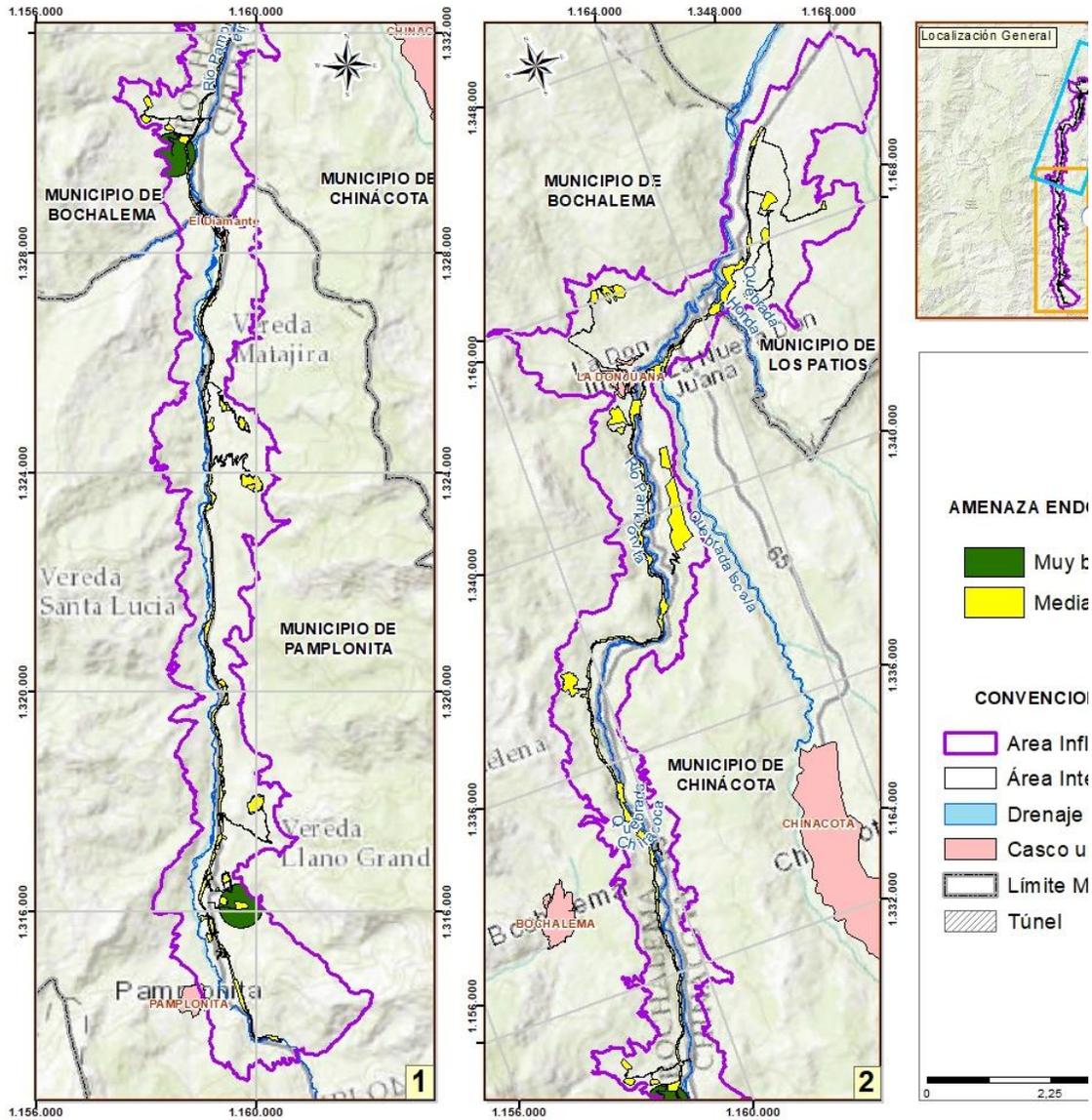


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Resultados a nivel espacial del análisis de riesgo
 - Consolidado de amenazas

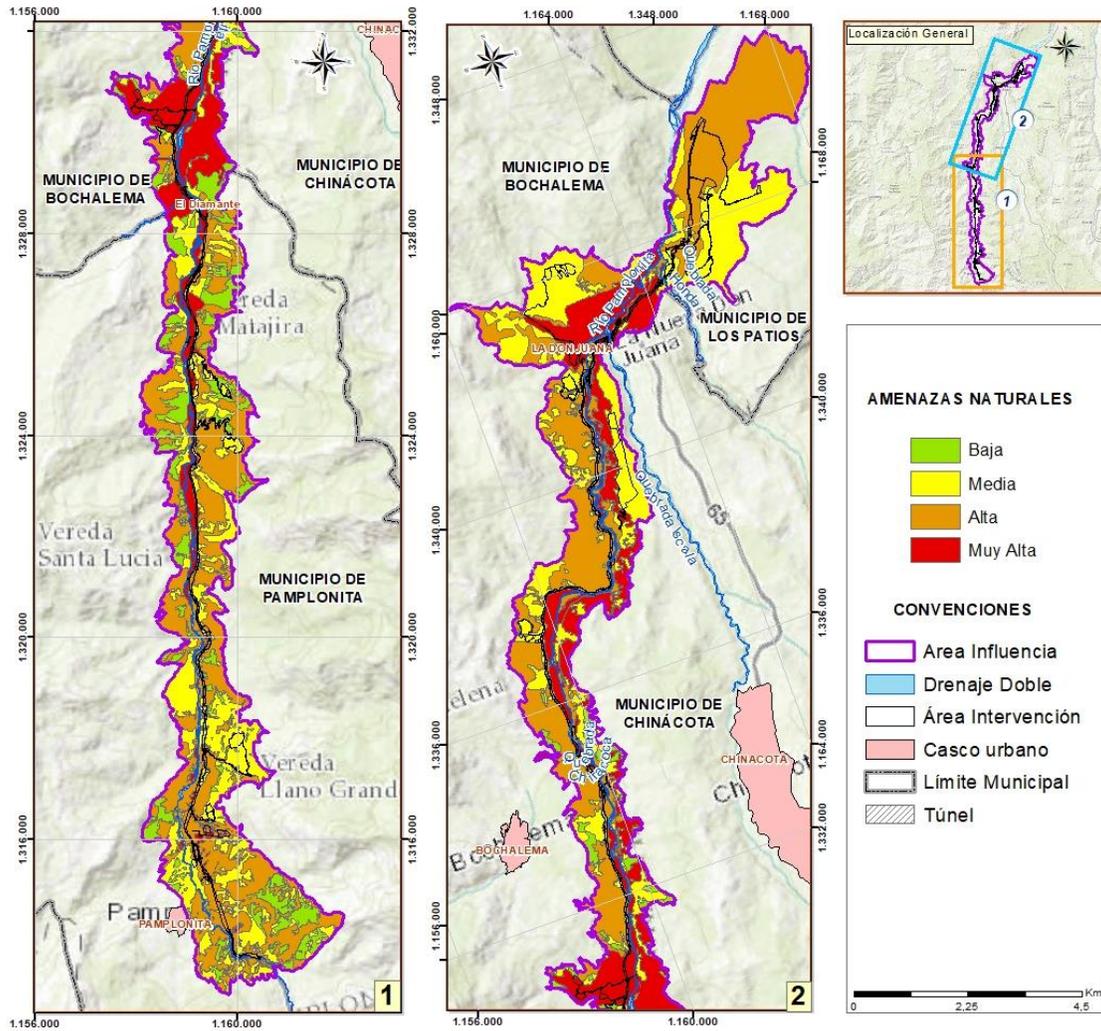
Para el análisis cartográfico del riesgo; las amenazas endógenas y exógenas que pudieron ser espacializadas se superpusieron entre sí, con el fin de obtener el consolidado de amenazas para el área del proyecto. De esta forma, se obtuvo la Figura 11.1.11-72 para las amenazas endógenas, Figura 11.1.11-73 para las amenazas naturales y la Figura 11.1.11-74 cómo el consolidado de amenazas, priorizando las categoría de amenaza más alta en un mismo espacio geográfico.

Figura 11.1.11-72 Representación espacial de las amenazas endógenas



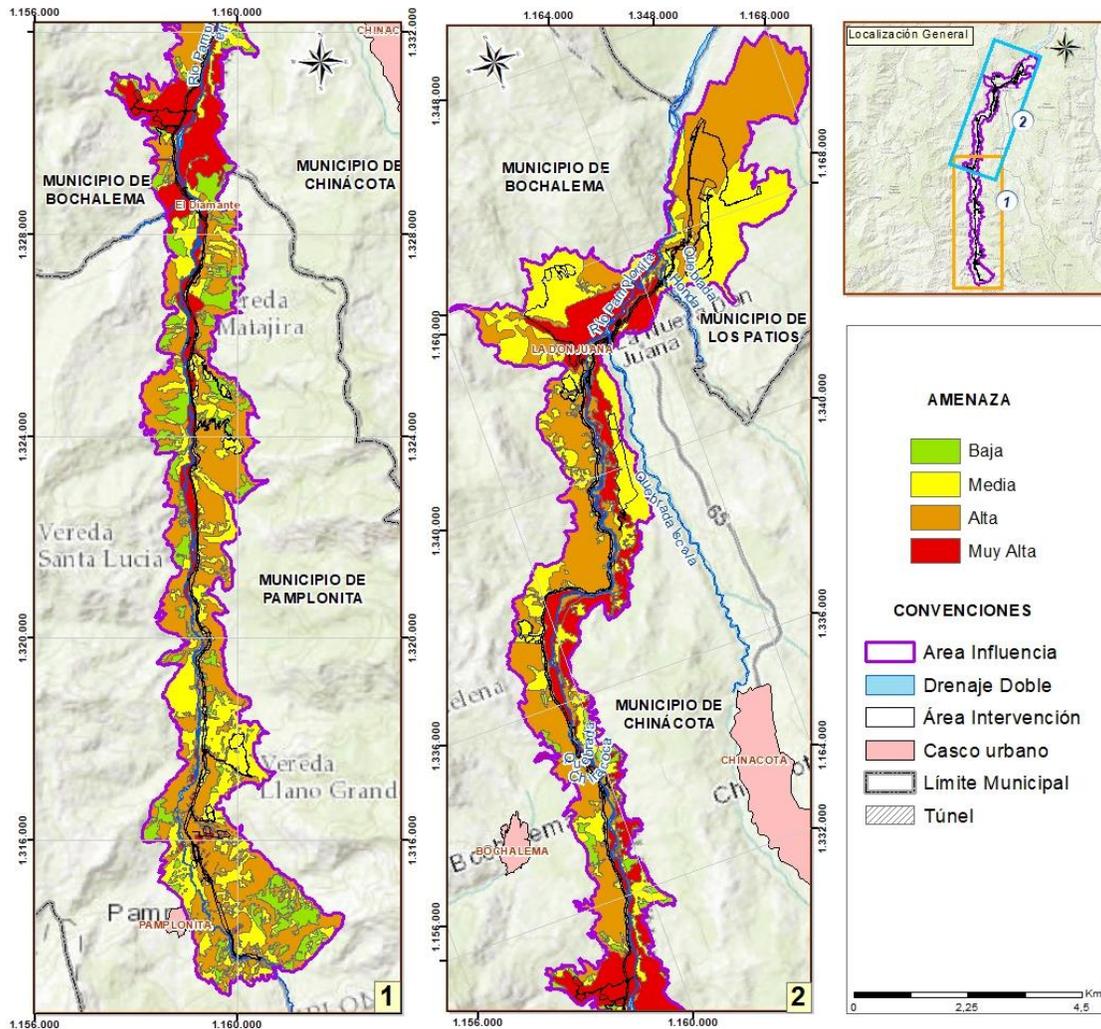
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-73 Representación espacial de las amenazas naturales



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-74 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio

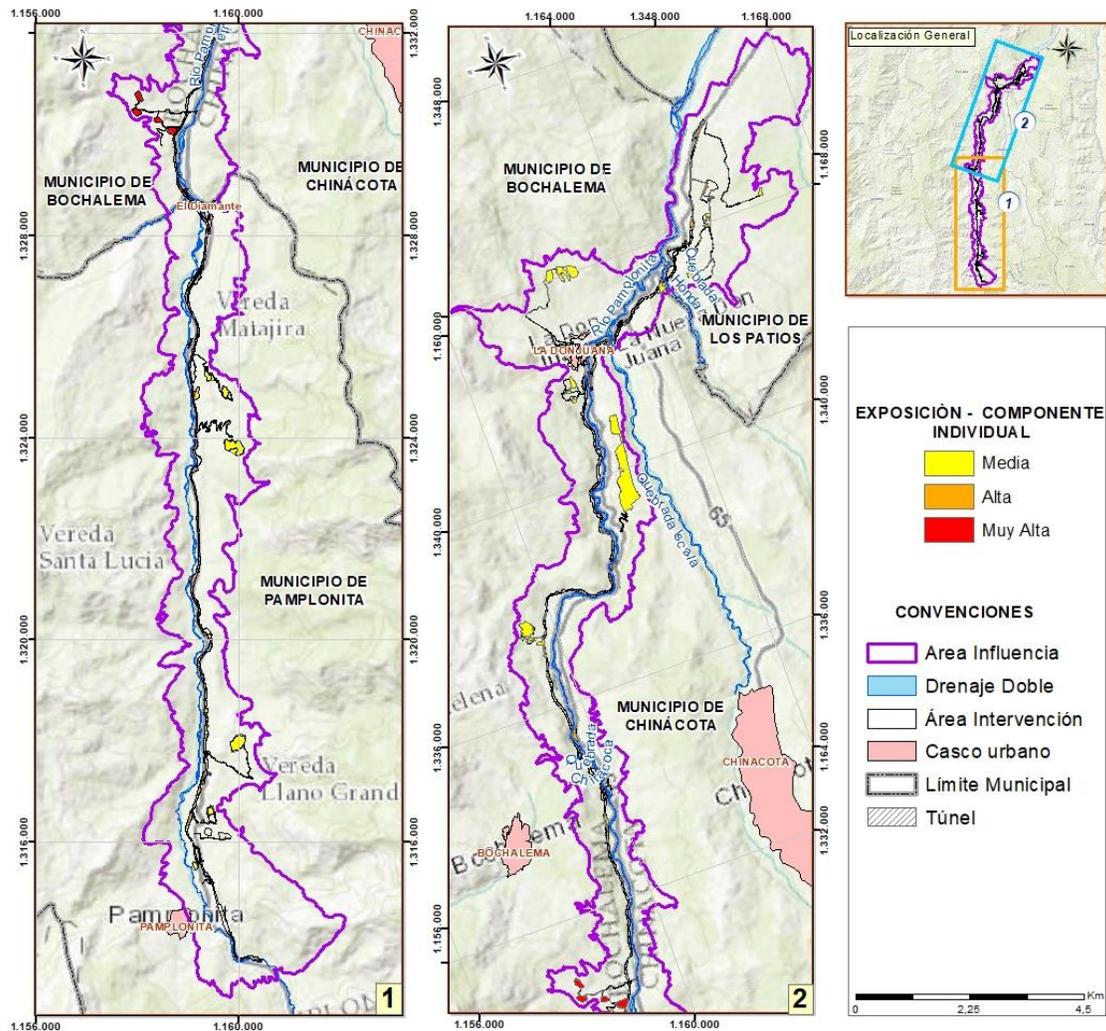


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

- Identificación de elementos expuestos y Vulnerabilidad

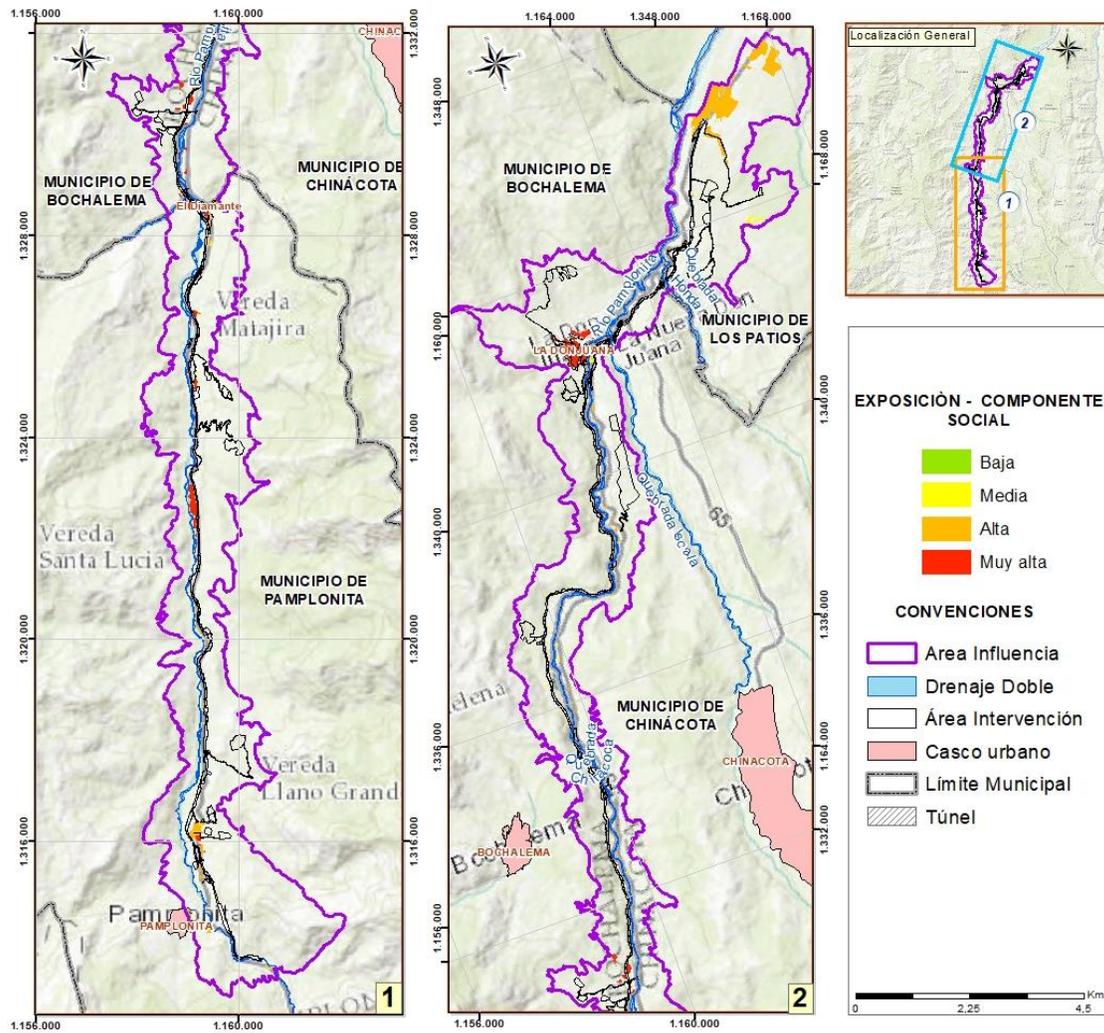
A su vez, para el caso de la exposición se presenta en la Figura 11.1.11-75, a la Figura 11.1.11-78 los resultados del análisis de la exposición de los elementos vulnerables en función de las amenazas naturales.

Figura 11.1.11-75 Exposición individual



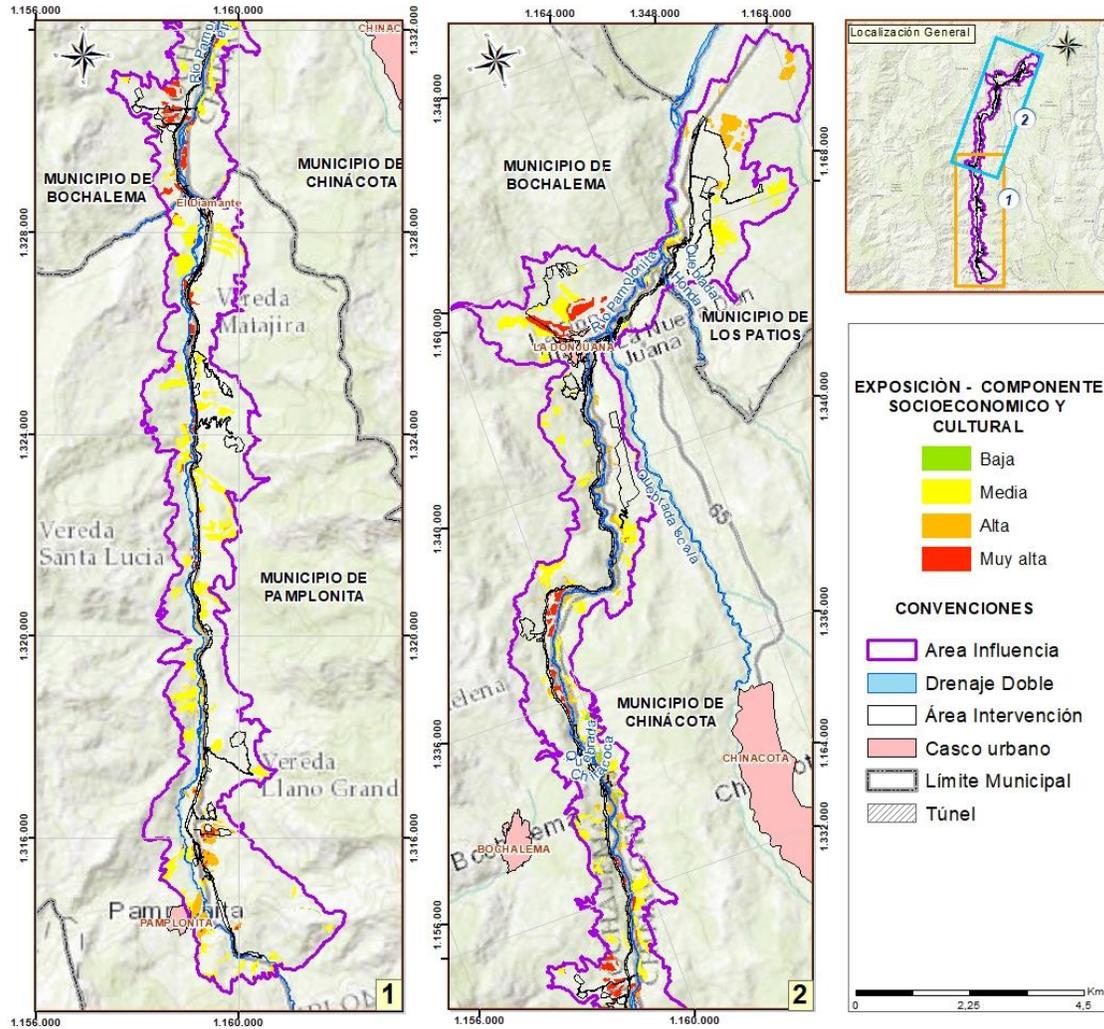
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-76 Exposición social



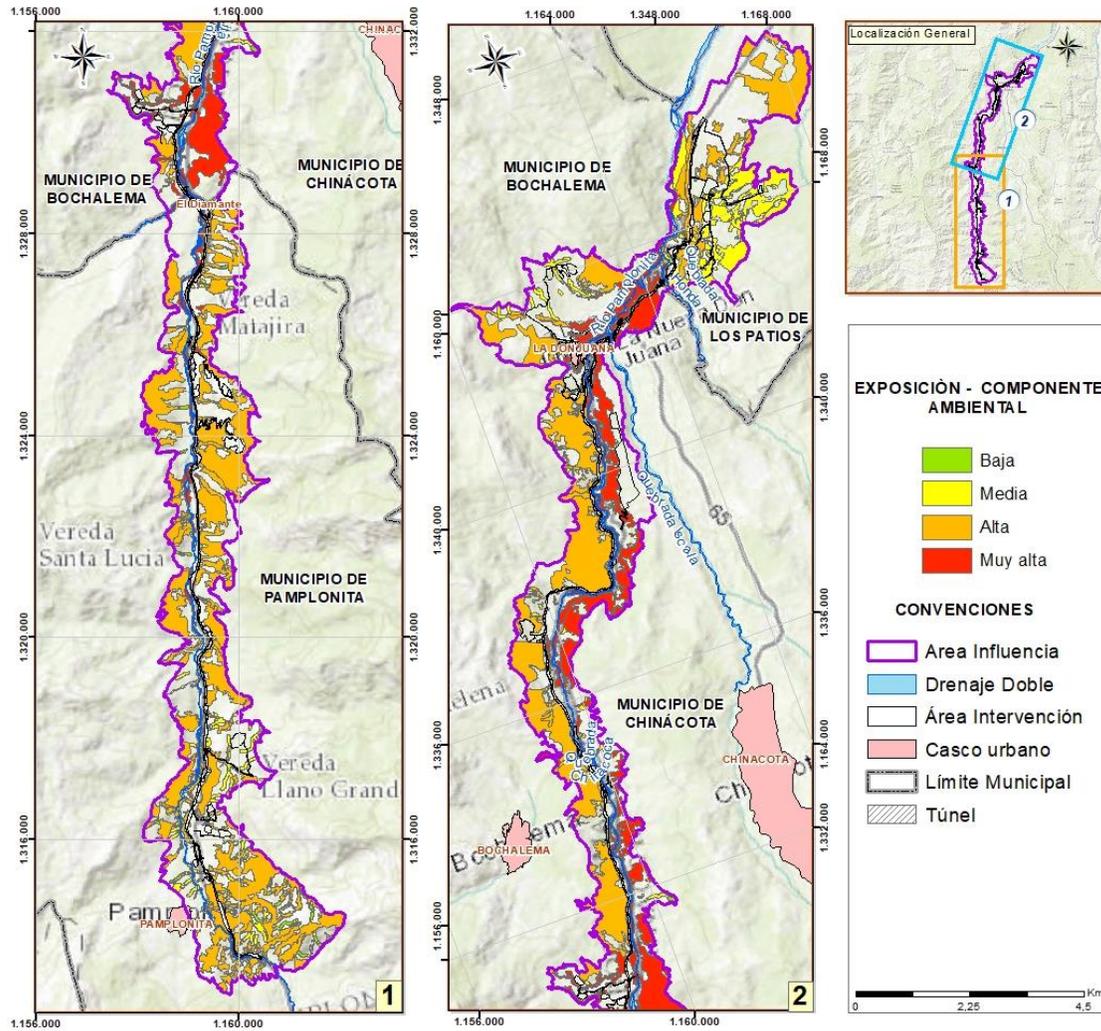
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-77 Exposición socioeconómica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-78 Exposición ambiental

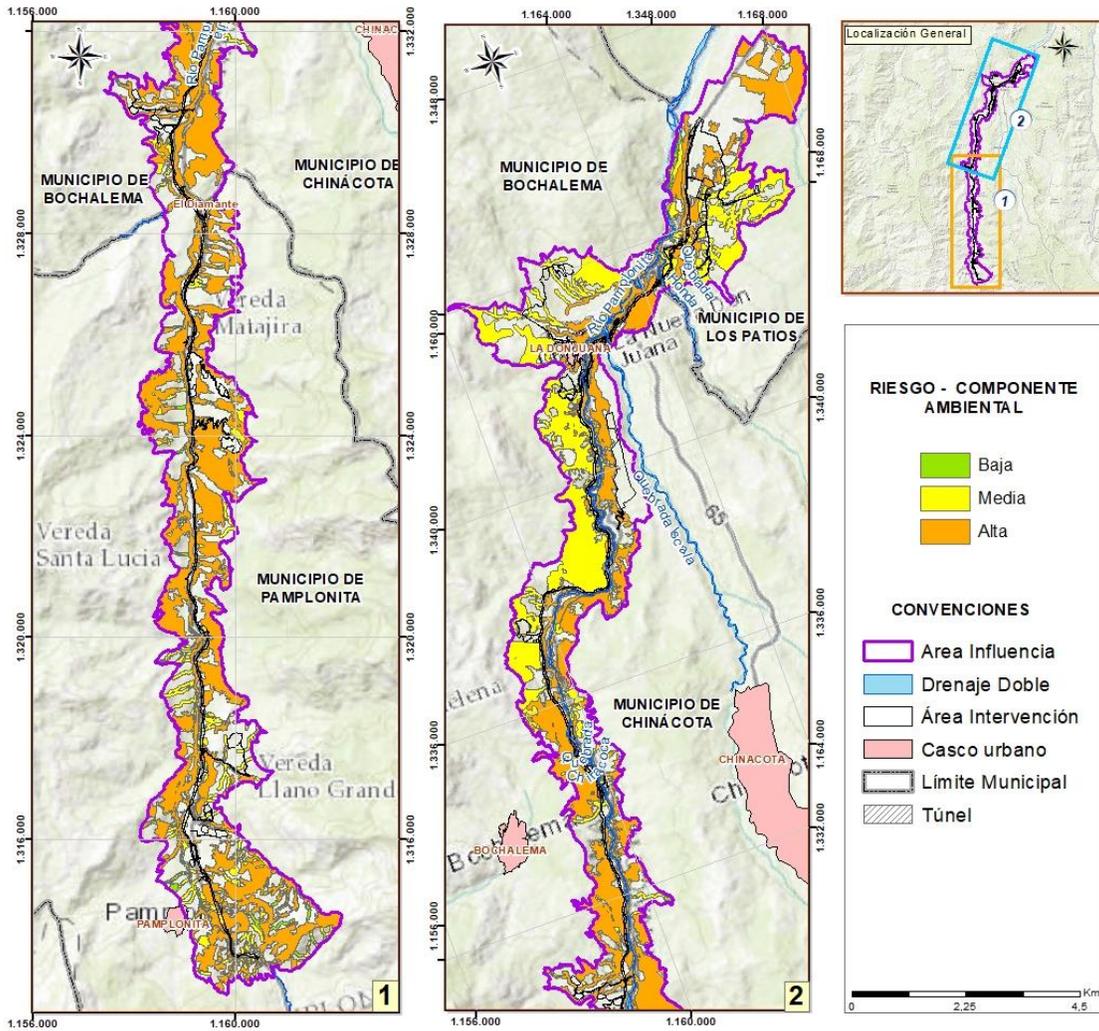


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

○ Riesgo

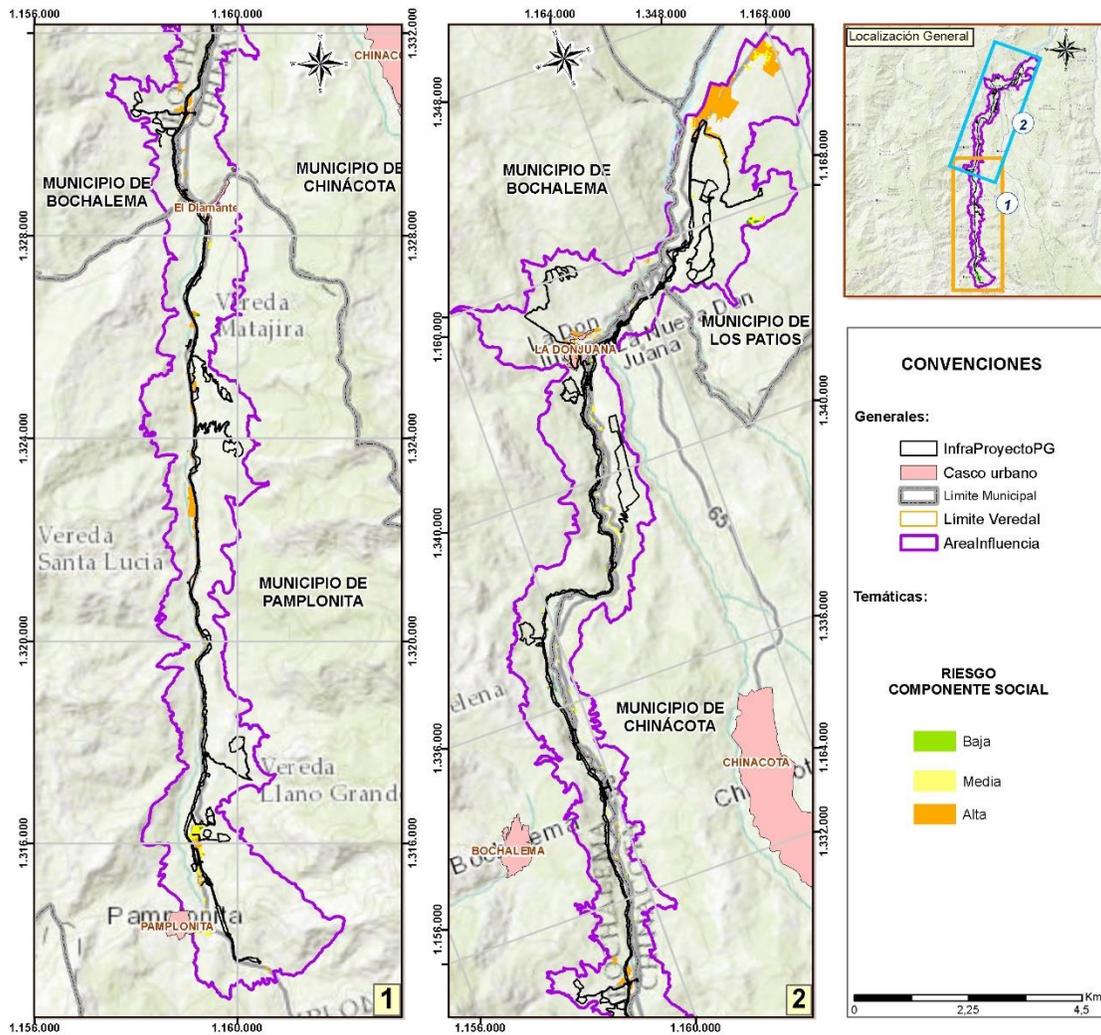
Por último, se obtuvo la estimación del riesgo de acuerdo a la Tabla 11.1.11-7 Definición del nivel de riesgo, obteniendo los riesgos para los diferentes componentes en la Figura 11.1.11-79 a la Figura 11.1.11-82

Figura 11.1.11-79 Riesgo Ambiental



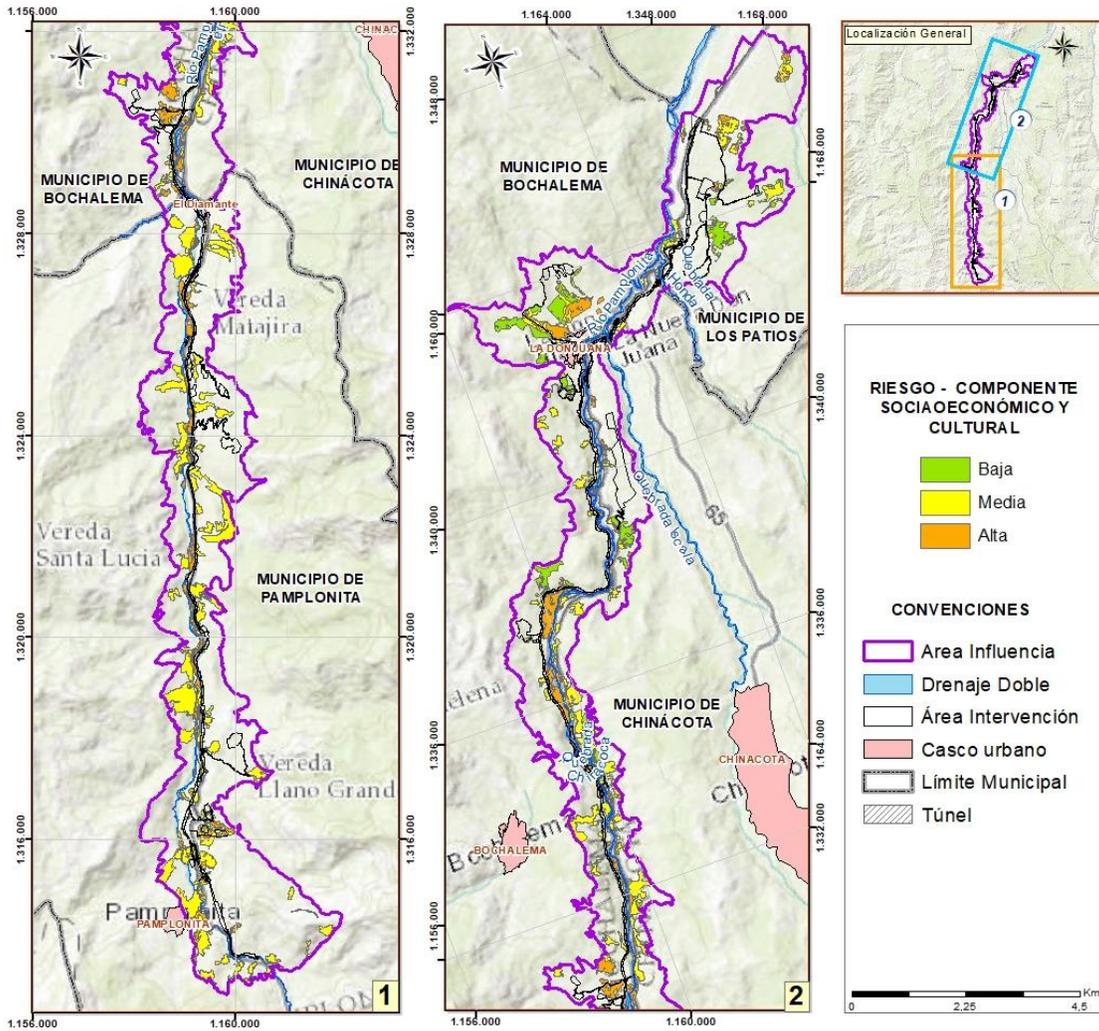
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-80 Riesgo Social



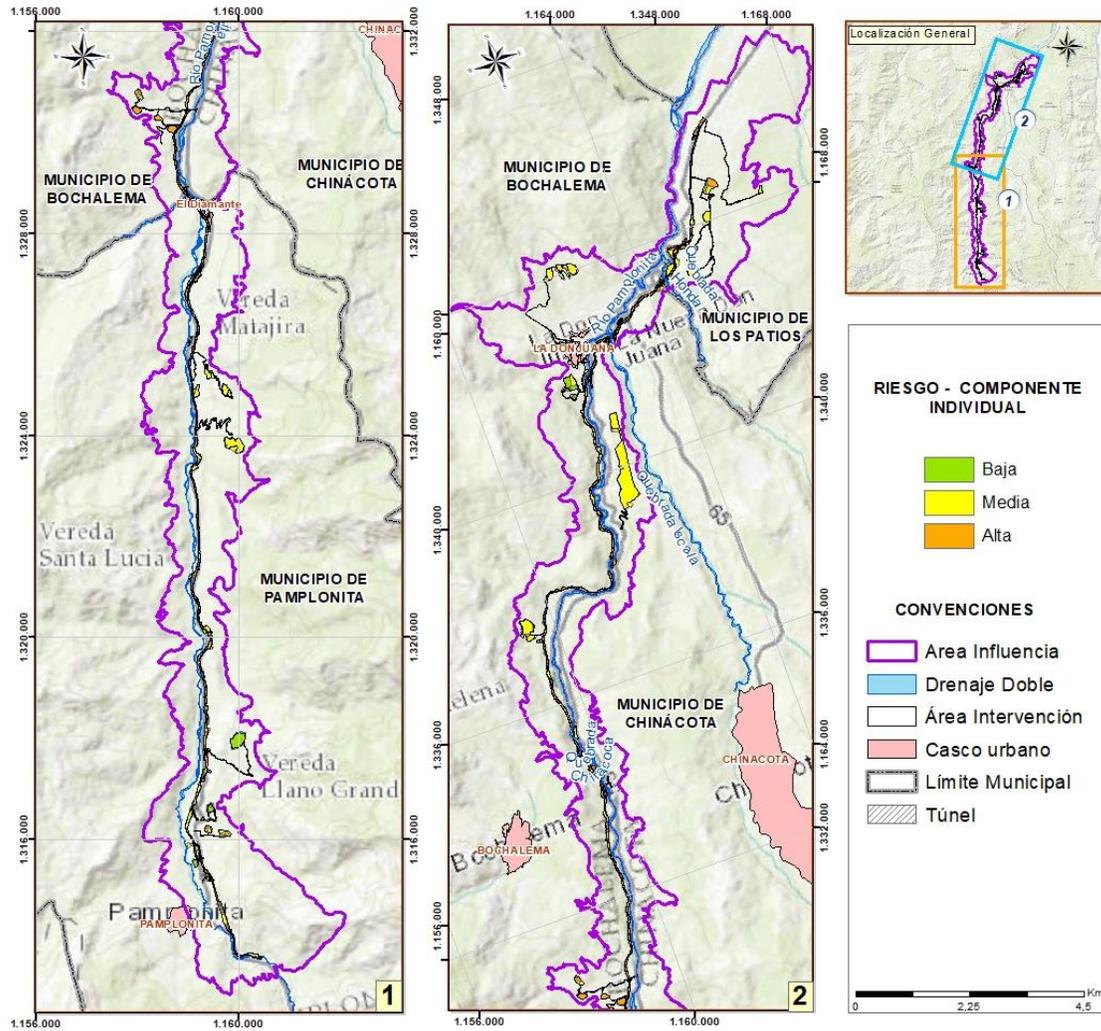
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-81 Riesgo Socioeconómico y cultural



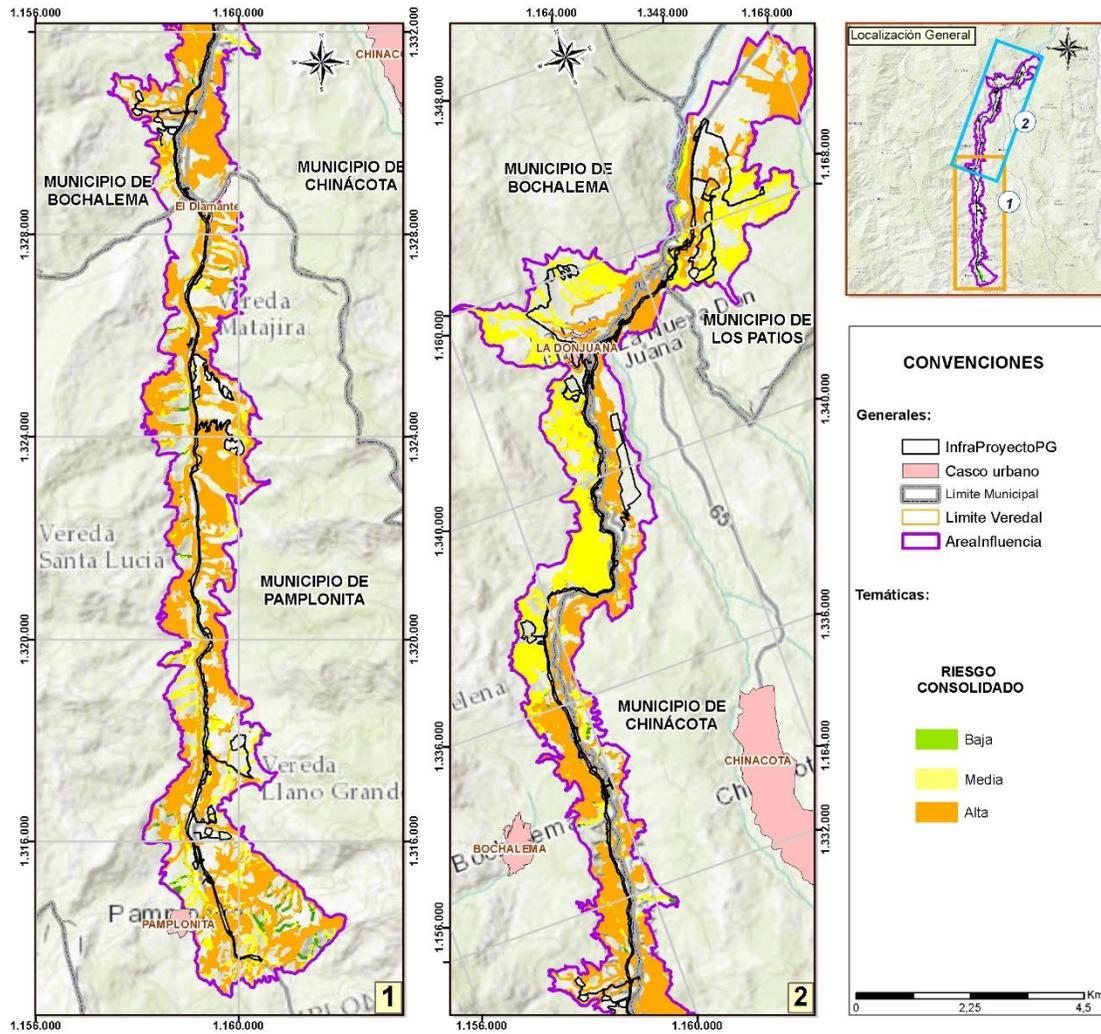
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-82 Riesgo Individual



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Figura 11.1.11-83 Riesgo Consolidado



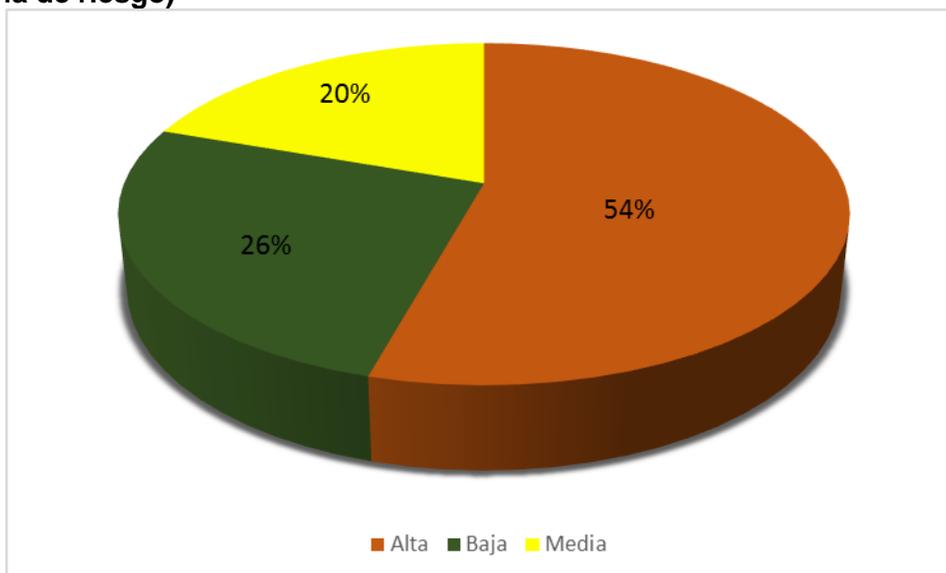
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

Se observa que la mayor proporción del territorio se localiza en la categoría de riesgo alto, predominantemente por amenazas naturales que podrían afectar el desarrollo del proyecto. El porcentaje de riesgo alto está determinado principalmente por la amenaza de sismicidad e incendios forestales.

Las amenazas endógenas no representan riesgo medio o alto para los elementos sensibles sociales o socioeconómicos. Para los elementos sensibles ambientales que se encuentran sobre el área de intervención el riesgo se considera medio principalmente por el potencial

de presentarse pequeños derrames de insumos usados durante la construcción, que generarían afectaciones muy puntuales principalmente al suelo que se está interviniendo.

Figura 11.1.11-84 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo)



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019)

11.1.11.8 Reducción del riesgo

A continuación, se presentan los lineamientos básicos orientados a la reducción prospectiva y correctiva del riesgo. Estos lineamientos serán revisados y actualizados de acuerdo a los requerimientos de actualización del Plan de Gestión del Riesgo.

11.1.11.8.1 Medidas de Intervención Prospectiva

Este tipo de medidas busca controlar el desarrollo de los factores de riesgo, con el fin de garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo y que se evite la implementación de intervenciones correctivas.

Las acciones preventivas y de control de fallas tienen un rol fundamental en la prevención de riesgos. Estas deben ser tenidas en cuenta durante todas las fases del proyecto, abarcando la construcción, operación y mantenimiento de la vía.

Muchos de los eventos, siniestros o accidentes que ocurren en las vías no pueden describirse estadísticamente dado a su naturaleza o falta de un sistema unificado de información. Debido a esto, la descripción de la incertidumbre de los eventos, los peligros o amenazas y los riesgos asociados a estos eventos no se puede formular de forma precisa con base en la definición de un valor probabilístico, sino con una apreciación subjetiva de ésta (lo cual es válido en la teoría de las probabilidades). Esto ha conllevado a establecer una apreciación de tipo posibilístico, dada por rangos de posibilidad de ocurrencia, sin definir exactamente valores, sino calificativos lingüísticos.

Algunos de los escenarios como derrames, accidentes, fallas en el proceso operativo de equipos, procesos de remoción en masa, atentados, entre otros, pueden no ser asociados a valores estadísticos y los métodos implementados en los análisis no pueden garantizar la prevención de estos eventos; sin embargo los criterios de diseño, los procedimientos y medidas HSEQ a implementar durante la construcción y operación, deberán velar por la prevención, reducción y control de los riesgos y por tanto las consecuencias de estos eventos a lo largo de la operación del proyecto.

Desde los diseños del corredor vial se deben contemplar los riesgos potenciales a raíz de amenazas endógenas o exógenas, con el fin de propender por la mínima afectación al medio, evitando la propagación o contacto de áreas sensibles con las amenazas.

Así mismo, durante el proceso constructivo, el coordinador de las actividades debe tener en cuenta todas las posibilidades de ocurrencia de un evento, ya sea de origen antrópico o natural, que pueda poner en juego la integridad del proyecto, comprometer la integridad física de algún trabajador o el equilibrio normal de los recursos naturales presentes en el área de intervención, de tal forma que se pueda prever el control y la no propagación del efecto.

De esta forma durante las actividades de construcción, operación o mantenimiento las acciones encaminadas a disminuir el riesgo podrían contemplar, entre otras:

- i. Aplicación de las fichas PMF-12 Manejo para la instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructura asociada del proyecto y PMF-11 Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso.
- ii. La capacitación del personal en temáticas de seguridad industrial y salud ocupacional para diferentes actividades de construcción, operación y mantenimiento.
- iii. Capacitación del personal en atención de emergencias.
- iv. Conformación de brigadas para la atención de emergencias.
- v. Desarrollo de simulacros y establecimiento de procesos de mejora continua con relación a la atención de emergencias.
- vi. Contar con recursos (técnicos, financieros, físicos) adecuados para la prevención y atención de emergencias.
- vii. La utilización de la señalización adecuada y demarcación de áreas operativas, de tal forma que se puedan identificar las condiciones de ingreso y las restricciones de estas.
- viii. Patrones de conducción y transporte de materiales.
- ix. Mantenimientos preventivos y correctivos.
- x. Procedimientos de identificación de equipos en mantenimiento y disponibilidad operativa de los mismos.
- xi. Gestión con entes de asistencia a emergencias de centros poblados cercanos que brinden una atención rápida a una eventual emergencia.
- xii. Limitar la presencia de personas entre trabajadores y visitantes, lo que disminuye

la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro.

Dado que la amenaza interna de explosión es de las que potencialmente podrían tener mayores consecuencias, se deberán considerar los siguientes lineamientos:

Contenedores

En los polvorines los explosivos serán almacenados en contenedores con las siguientes características:

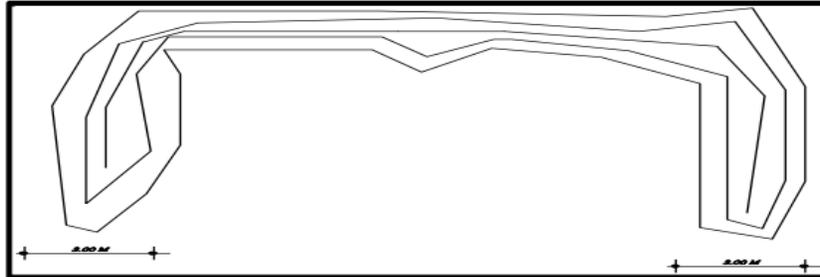
- Contenedores metálicos con marcos rígidos continuos y complementarios, con perfiles tubulares, de espesores que pueden ir de los 3 mm en las vigas, de 6 mm en los pilares esquineros y refuerzos en las puertas de 10 mm.
- La puerta debe estar aislada y con recubrimiento, metálica con chapa doble contacto y bisagras, montada sobre marco metálico.
- Deben estar cubiertos de pintura anticorrosiva: Limpieza química con anticorrosivo industrial, esmalte sintético en 1,5 mm de espesor de película seca en su exterior.
- Aislamiento interior con goma o madera
- El interior del contenedor debe llevar piso aglomerado y atornillado al piso.
- El polvorín debe tener ventilación con ventanas laterales
- Debe estar conectados a tierra y tendrán una conexión a suelo para la descarga estática del usuario antes del ingreso al polvorín
- El contenedor debe tener una base en hormigón para permitir la ventilación y evitar la humedad del piso.
- Los contenedores deben ir sobre un piso en materiales aislantes que puede ser asfáltico para sellado hermético, contra humedad, calor y filtraciones.
- Diseños con parámetros de sismoresistencia.
- Buena iluminación y ventilación.

Adicionalmente, se seguirán las medidas establecidas en la ficha PMF-13 Manejo de explosivos y ejecución de voladuras y SMF-12 Seguimiento al manejo de explosivos y ejecución de voladuras.

Espaldones

De acuerdo a la literatura consultada, las barreras físicas pueden disminuir de 30% (Rouse, 2010) a 50% (Eckhoff, 2005) las sobrepresiones generadas por una explosión; por tal razón, el área donde será almacenado el explosivo en los Polvorín contará con espaldones para evitar que la onda expansiva pueda causar mayor daño en el posible caso de siniestro, estos espaldones pueden ser artificiales y ubicados alrededor de los contenedores a una distancia de 3 metros, pueden ser en materiales pétreos y con una altura mínima de 3 metros.

Figura 11.1.11-85 Modelo de espaldones



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Teniendo presente los espaldones mencionados, se volvió a desarrollar el modelo para determinar las áreas potenciales de afectación por sobrepresión en caso de una explosión en los polvorines; teniendo en cuenta una reducción del 30% en la presión. De esta forma se obtuvo la Tabla 11.1.11-53 y Tabla 11.1.11-54, y la Figura 11.1.11-86 y Figura 11.1.11-87.

Tabla 11.1.11-53 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía para el Polvorín 1 (80Ton)

kPa*	Z (m/kg ^{1/3})	W _{TNT}	R _d (m)
71,7	4,0	64.587,20	160.5
31,3	5,4		216.5
9	10,0		401.25

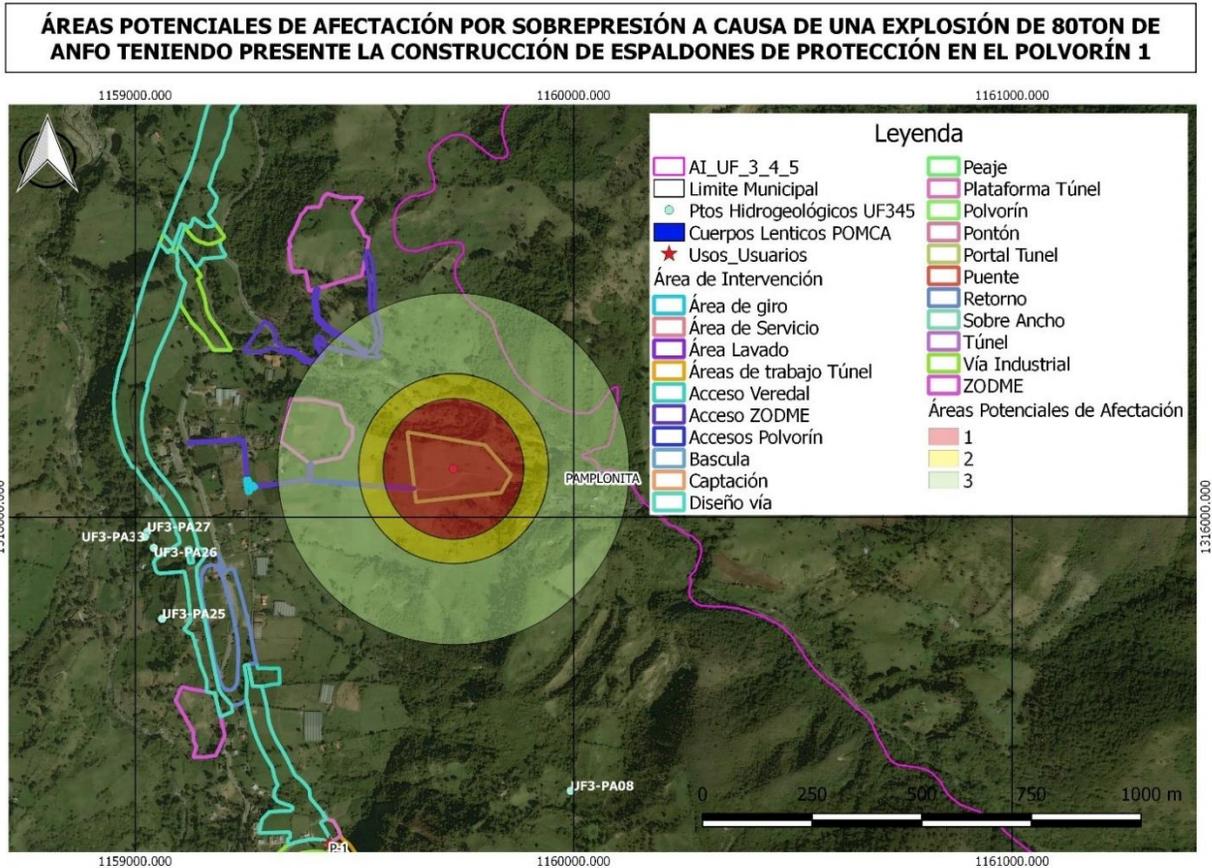
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019). * Valores a los cuales aplicándoles un 30% menos de energía corresponderían a los valores establecidos en la Tabla 11.1.11-10 y Tabla 11.1.11-11.

Tabla 11.1.11-54 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía para el Polvorín 2 (40Ton)

kPa*	Z (m/kg ^{1/3})	W _{TNT}	R _d (m)
71,7	4,0	32.293,60	127.5
31,3	5,4		172
9	10,0		450

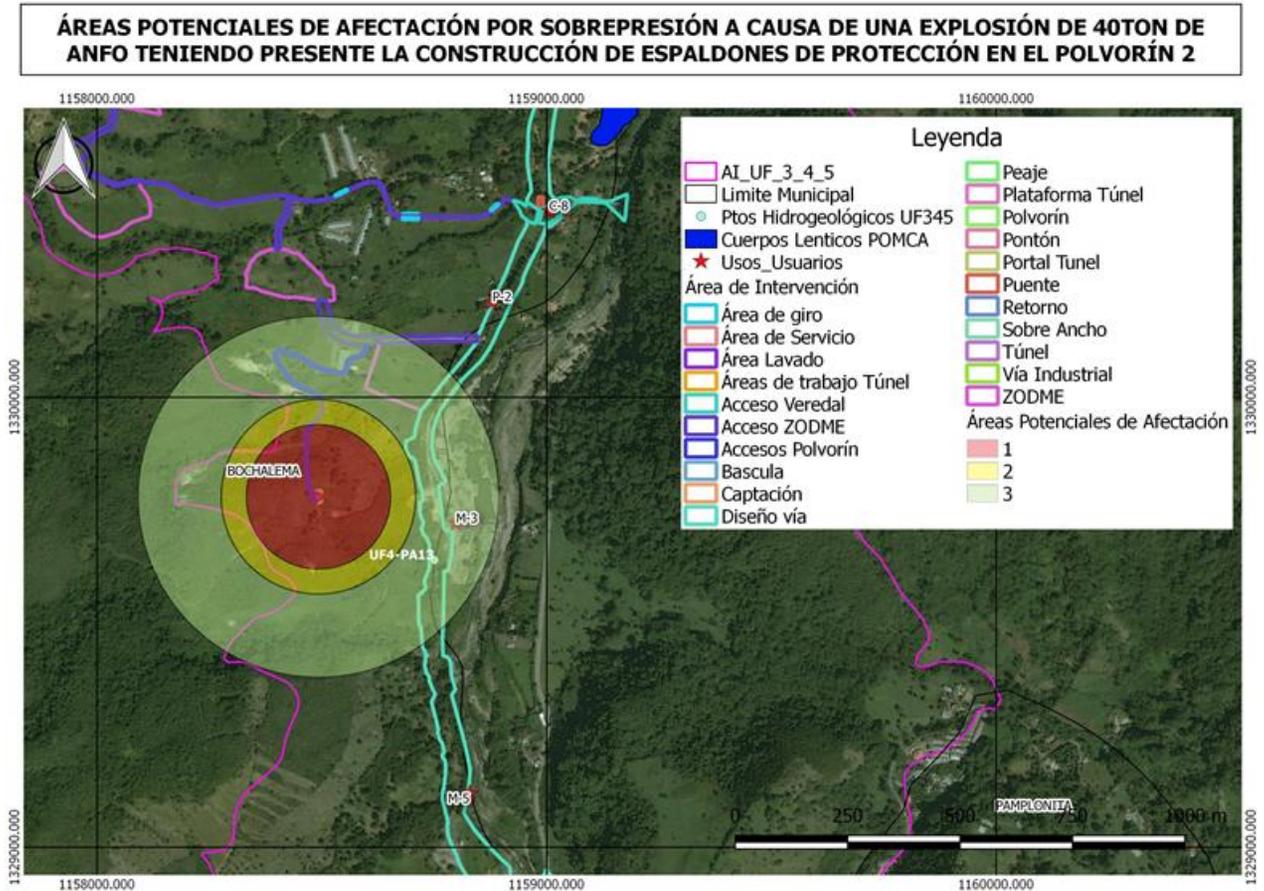
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)* Valores a los cuales aplicándoles un 30% menos de energía corresponderían a los valores establecidos en la Tabla 11.1.11-10 y Tabla 11.1.11-11.

Figura 11.1.11-86 Áreas potenciales de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 80ton de ANFO teniendo presente la construcción de espaldones de protección en el Polvorín 1



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019) 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11.1.11-9.*

Figura 11.1.11-87 Áreas potenciales de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 40ton de ANFO teniendo presente la construcción de espaldones de protección en el Polvorín 2



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019). * 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11.1.11-9.

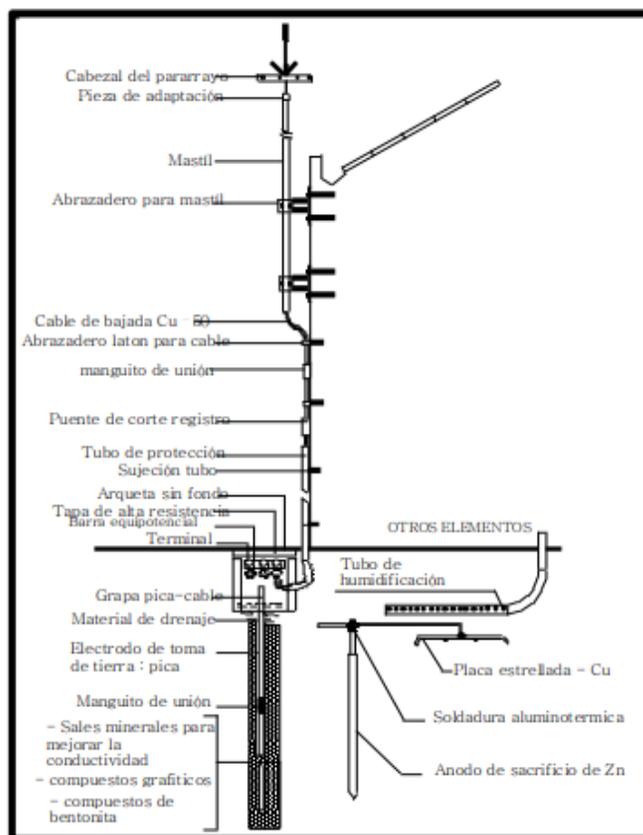
Se observa una reducción en los elementos vulnerables sociales, socioeconómicos y ambientales expuestos a las áreas de afectación. Se debe tener presente que dado la probabilidad de ocurrencia tan baja de este tipo de evento en esta industria el riesgo resultante es muy bajo. No se observa tejido urbano continuo, discontinuo o construcciones rurales que se encuentren localizadas en las áreas de destrucción total o heridos graves (1 y 2) en ninguno de los dos polvorines.

Pararrayos

Con el propósito de evitar que descargas eléctricas puedan causar explosiones al interior de la zona de almacenamiento el polvorín debe tener un sistema de pararrayo (tipo de rayo Atómico , 3 unidades, cubrirán un radio de 10 metros c/u) ubicados en línea en el centro del área, en este punto se ubicará el primero y de ahí los dos restantes, ubicados en dos puntos equidistantes y estratégicos para que cubran especialmente el área donde se encuentran los contenedores, en torres metálica con su respectiva puesta a tierra y en su parte más alta ubicar el mástil cuya altura debe ser mínimo de 10 metros con su bajante a tierra ecualizada o unida equipotencialmente con la de la torre, a la estructura metálica del almacén y la manija de descarga electrostática, debiendo su resistencia ser igual o inferior a 1 ohmio, a su vez todas las uniones deben ser termo soldadas.

El polvorín debe tener una manija de descarga electrostática en la puerta de acceso, la misma que deberá estar ubicada a una altura de 1.20 m del piso exterior. Cerca de cada contenedor debe constar de una varilla de cobre para hacer la descarga estática. Es así como todas las partes metálicas que haya dentro de la estructura deben estar conectadas eléctricamente entre sí y puestas a tierra.

Figura 11.1.11-88 Modelo pararrayos polvorín



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 /Ajustado/ECOGERENCIA/UVRP, 2019; Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

11.1.11.8.2 Medidas de Intervención Correctivas

Estas medidas se planifican con el objetivo de disminuir el riesgo existente, incluyendo la reducción del riesgo y la preparación de la respuesta. Las intervenciones correctivas como el reforzamiento de infraestructura, la estabilización de taludes, entre otros, son necesarias para reducir el riesgo existente, en tanto, las intervenciones prospectivas son esenciales para evitar la construcción de nuevos riesgos en el corto, mediano y largo plazo (Sistema Nacional de Defensa Civil, Perú, 2018).

Entre estas medidas se contemplan:

- Las planteadas en el Programa para la conservación y restauración geotécnica, del presente EIA (PMF-01 Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica y SMF-01 Seguimiento a la conservación y restauración de la estabilidad geotécnica).
- El monitoreo permanente de las obras realizadas.
- Realizar revisiones y mantenimientos periódicos a los sistemas de desagües, alcantarillado, etc.

11.1.11.8.3 Protección financiera

En el marco del contrato de Concesión bajo la modalidad de la Alianza Público Privada - APP- N° 002 de junio 02 de 2017, entre la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI- y el Concesionario Unión Vial Río Pamplonita S.A.S. (UVRP), es claro que éste debe mantener las garantías o mecanismos de cobertura, en plena vigencia y validez por los términos y en las condiciones expresadas en el Contrato y deberá pagar los valores o las primas y demás gastos necesarios para constituir las, mantenerlas, prorrogarlas o adicionarlas.

Por tratarse de un contrato estatal, las obligaciones adquiridas por el Concesionario mediante el contrato de concesión deben permanecer garantizadas, sin que sea admisible ningún tipo de revocatoria por parte de entidad emisora de la garantía y/o el Concesionario, hasta la liquidación del contrato y la prolongación de sus efectos.

Conforme con lo establecido en el contrato, se cuenta con una garantía de responsabilidad extracontractual, la cual cubre la responsabilidad civil del Concesionario por sus acciones u omisiones así como las de sus agentes, contratistas y/o subcontratistas, en desarrollo de cualquier actividad ejecutada con ocasión del contrato de Concesión, las cuales causen daños a propiedades o la vida o integridad personal de terceros o de la ANI, incluyendo cualquiera de sus empleados, agentes o subcontratistas.

Adicionalmente, el Seguro de Obras civiles que se toma para cada unidad funcional, cubre los daños que pueda llegar a sufrir la infraestructura de dicha unidad funcional, independientemente de la causa que genere el daño.

11.1.11.9 Manejo del desastre

11.1.11.9.1 Componente de preparación para la respuesta a emergencias Capacitación

El objetivo es capacitar al personal del proyecto en la identificación y el manejo de los riesgos potenciales a los cuales se pueden ver expuestos durante el desarrollo del mismo.

En la Tabla 11.1.11-55, presentan las temáticas sugeridas y el tiempo propuesto para la capacitación del personal. Estos elementos se deberán ajustar según requerimientos de la empresa contratista.

Tabla 11.1.11-55 Programa de educación y divulgación

TEMA	Nº HORAS
Manejo del plan de evacuación	3
Riesgos de seguridad de los brigadistas	2
Comportamiento del fuego	4
Métodos, agentes y equipos de atención	4
Extintores portátiles bajo la normatividad nacional e internacional	4

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Se deberán establecer cronogramas de divulgación del plan de gestión del riesgo entre el personal del proyecto y la comunidad cercana al proyecto, la información podrá ser entregada a través de folletos, cartillas o volantes.

Se podrá realizar la divulgación del Plan de Gestión del Riesgo por medio de talleres participativos a todo el personal de la empresa (involucrados activamente o no en el plan), y a la comunidad del área de influencia, incluyendo los Consejos Municipales para la gestión del riesgo, con el fin de que conozcan el plan e identifiquen la forma de articularse al mismo en caso de una emergencia. En la Tabla 11.1.11-56 se relaciona el programa tentativo de dicha divulgación.

Tabla 11.1.11-56 Contenido del programa de divulgación

CONTENIDO
Sensibilización de la importancia de evaluar los riesgos
Marco Normativo
Metodología para el análisis de riesgos
Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos
Análisis de riesgos desarrollado
Plan de Gestión del Riesgo priorizando las estrategias de respuesta

Fuente (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Las divulgaciones podrán ser realizadas anualmente o cuando se efectúen modificaciones en la identificación de las amenazas.

Simulaciones y simulacros

Para complementar el entrenamiento y preparación ante emergencias, se realizarán simulacros para poner a prueba los conocimientos y el nivel de respuesta del personal. Los simulacros por realizar son:

- i. Evacuación de frentes de obra
- ii. Evento de remoción en masa
- iii. Evento de derrames

En la primera etapa del proyecto se llevará a cabo la planificación de los simulacros en la que se definirá: programación, frecuencia, población objetivo y escenarios a ser evaluados. Posteriormente, para cada uno de ellos se definirá el guion o libreto, preparación específica de los escenarios, equipos de trabajo (coordinador, control, evaluador, observador) y la lista de verificación.

Una vez finalizado el simulacro, se llevará a cabo su evaluación para detectar oportunidades de mejora del Plan de Gestión del Riesgo, ya sea en su diseño, entrenamiento al personal o divulgación, entre otros.

La frecuencia de los simulacros y demás actividades que hacen parte del plan se programarán a más tardar un (1) mes después del inicio de actividades.

Recursos para la atención de emergencias

De acuerdo con la identificación y evaluación de riesgos; a continuación, se relacionan los recursos mínimos para la atención de emergencias. Las cantidades y especificaciones técnicas serán definidas de acuerdo con las características de cada frente (número de trabajadores, capacidad técnica y operativa) y la dinámica del proyecto, dichas especificaciones deberán enmarcarse en la normativa en Colombia.

- Recurso humano entrenando

Se efectuará una selección de personal, cuya aptitud y actitud le permita participar de la brigada de emergencias. Dicho personal recibirá el respectivo entrenamiento, teniendo en cuenta la capacidad de respuesta local del proyecto y los riesgos identificados durante el análisis de riesgos. El personal vinculado de manera directa e indirecta debe recibir capacitación y ser evaluado en los simulacros, lo cual permitirá evidenciar el nivel de seguimiento de instrucciones por parte de la brigada de emergencia y su respuesta ante una situación de emergencia.

- Recurso físico

Para la atención de una emergencia se contará en la zona con:

- Extintores portátiles multipropósito (ABC), de agua a presión y/o Solkaflam, los cuales deberán estar ubicados en los lugares en donde exista riesgo de conato de incendio.
- Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado en los lugares con probabilidad de generación de derrames.
- En caso de trabajo nocturno, es necesario contar con una torre luminaria, la cual deberá encontrarse en buen estado, tanto para el trabajo a realizar como para la atención de una contingencia.
- Señalización. Dependiendo de la fase del proyecto, se tendrá una señalización básica informativa en caso de emergencias, para el personal que labore en el proyecto, como:
 - Evacuación y salvamento en ruta de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro.
 - Indicación de clase de vehículos, dirección, grado de pendiente, velocidad máxima permitida, lugares con probabilidad de remoción en masa, paso a nivel y almacenamiento de combustible en sitios de circulación vehículos.
 - El combustible para abastecimiento de maquinaria se realizará por medio de carro tanque por medio de una empresa contratada, la cual deberá presentar el plan de emergencia antes de empezar operación en el proyecto, así mismo deberá cumplir con lo normatividad nacional para el control y prevención de derrames de combustible.
 - Prohibición (“no fumar”, y de ingreso restringido a las áreas).
 - Advertencia de peligro (riesgo de explosión, incendio, zonas críticas de remoción en masa).

f. Elementos de protección personal de uso obligatorio según el área.

- Equipamiento

Estar preparado para la atención de emergencias requiere de recursos humanos entrenados y calificados, dotados con los equipos necesarios, entre otros. Para la atención de emergencias mayores es preciso acudir a recursos externos como bomberos, policía y defensa civil u otras entidades con las que se hayan acordado planes de ayuda mutua.

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, mediante la Ley 9 de Enero 24 de 1979, en su artículo 127 estableció la exigencia a los lugares de trabajo para que cuenten con las facilidades y recursos necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores. Adicionalmente, en la Resolución 1016 de 1989, en el artículo 10 numeral 7, se establece que como un subprograma de medicina preventiva se debe organizar e implantar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios.

Sin embargo, no se cuenta con una directriz clara que reglamente los equipos e insumos que se deberían tener como mínimo para la atención de emergencias. En la Tabla 11.1.11-58 se sugieren algunos elementos y equipos que deben estar a disposición en la etapa de construcción, siempre teniendo en cuenta que este listado debe ser ajustado una vez que se inicie la obra, de acuerdo con la cantidad de personal y la ubicación de frentes de trabajo.

Para la etapa de construcción, operación y mantenimiento tanto los equipos sugeridos, como las cantidades se establecerán de acuerdo con los estándares establecidos por la organización.

Tabla 11.1.11-57 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación

FASE	DETALLE
PRIMEROS AUXILIOS	POLITRAUMATISMOS - Camilla rígida - Juegos de inmovilizadores para extremidades (cervical y extremidades superiores e inferiores) - Equipo de respiración (bala de oxígeno con manómetro, humidificador cánulas, resucitador manual) - Compresas - Gasas estériles en empaque individual - Vendas de gasa - Vendas elásticas - Vendas de algodón - Parches oclusores (ojos) - Vasos desechables - Jabón quirúrgico - Alcohol antiséptico - Esparadrapo - Micropore - Curas

FASE	DETALLE
	<ul style="list-style-type: none"> - Tela limpia - Frascos de suero fisiológico <p>QUEMADURAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasa vaselinada o tela limpia y vaselina (para humectar la piel) <p>LESIONES OSTEOMUSCULARES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tablillas y férulas de diferentes tamaños - Baja lenguas <p>OTRAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sales de rehidratación oral - Guantes desechables - Tapa bocas - Gafas de protección - Tijeras - Termómetro - Tensiómetro - Botiquín tipo morral / mochila - Linterna y pilas de repuesto - Bolsas rojas - Manual de primeros auxilios
CONTRA INCENDIOS	<p>Oficinas / Campamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extintores Solkaflan (equipos electrónicos) - Extintores A, B, C, - A B C - Arena - Canecas con agua - Baldes / canecas / recipientes <p>Frentes de obra: (Incendios forestales):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Batefuegos - Maruyama (Motobomba lanza agua) según viabilidad presupuestal) <p>Equipos a motor / vehículos / Maquinaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extintores A, B, C, - ABC
DERRAMES	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos absorbentes adecuados para los productos manejados (barreras, materiales y paños) - Palas plásticas antichispa - Guantes multipropósito - Tapabocas y mascarillas para prevenir la inhalación de vapores - Gafas de seguridad - Canecas para la recolección de suelo afectado y para la recuperación de producto - Bolsas rojas para disponer los productos empleados en la recolección del producto derramado - Cinta de precaución para señalización
EVACUACIÓN	<p>Señalización según código de colores NTC 1461 (Forma, color símbolo):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oficinas - Campamentos - Líneas de trabajo - Zonas de parqueo - Puntos de encuentro - Cintas reflectivas y delimitadoras - Paletas de Pare Siga

FASE	DETALLE
	Sistemas de alarma: - Pitos - Sirenas - Radios de Comunicación
TRABAJO EN ALTURAS	- Arnés - Casco de seguridad - Descendedor - Cuerda estática - Mosquetones de seguridad - Guantes para rappel - Mono gafas - Linterna manos libres

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

La lista presentada anteriormente fue elaborada a partir del Manual para la Elaboración de Planes Empresariales de Emergencia y Contingencias y su Integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (Dirección de Prevención y Atención de Desastres -DGPAD- y Consejo Colombiano de Seguridad -CCS-, 2003) y las directrices de la Resolución de la Secretaría Distrital de Salud 0705 DE 2007.

Son elementos opcionales y deberán ser revisados y ajustados una vez se instalen los campamentos, oficinas temporales y permanentes.

Adicionalmente, una vez se defina el concesionario y el personal requerido para la construcción del proyecto, se deberá establecer en esta sección un directorio interno con el fin de facilitar la comunicación del personal en caso de una emergencia.

De la misma forma, se debe implementar una red de comunicaciones (con recursos como teléfonos celulares, radio con alcance necesario para una comunicación efectiva y/o Avantel), los cuales deben estar localizados en los frentes de obra. El Coordinador de Emergencia o ingeniero del frente será el responsable de la comunicación con los organismos de apoyo externo, y los integrantes de los comités deberán tener un directorio actualizado de los teléfonos de las personas que lo conforman y de las entidades de apoyo registradas en la zona del proyecto.

Roles, responsabilidades y organización para la respuesta

La estructura de respuesta desarrollada para la atención de emergencias se estableció de acuerdo con el Sistema Comando de Incidentes (SCI).

El SCI fue desarrollado en la década de 1970 por FIRESCOPE (*Fire Fighting Resources of Southern California Organized for Potential Emergencies*) a raíz de la necesidad de un nuevo enfoque para atender de forma oportuna y eficiente las emergencias generadas por incendios en California (Programa Regional de Asistencia para Riesgos de Desastres (RDAP), 2012).

El sistema fue concebido bajo los siguientes principios básicos (Stumpf, 1999):

- i. El sistema debe ser organizacionalmente flexible, con el fin de satisfacer las necesidades de cualquier tipo y magnitud del incidente.
- ii. Las diferentes organizaciones que pueden dar respuesta a una emergencia deberán estar en la capacidad de usar el sistema como parte de su rutina diaria, pero también como mecanismo para afrontar una emergencia de gran magnitud.
- iii. El sistema debe ser lo suficientemente estandarizado con el fin de permitir que personal de diferentes organizaciones y agencias de respuesta puedan fusionarse de forma rápida en una única estructura de manejo.
- iv. El sistema debe ser costo efectivo.

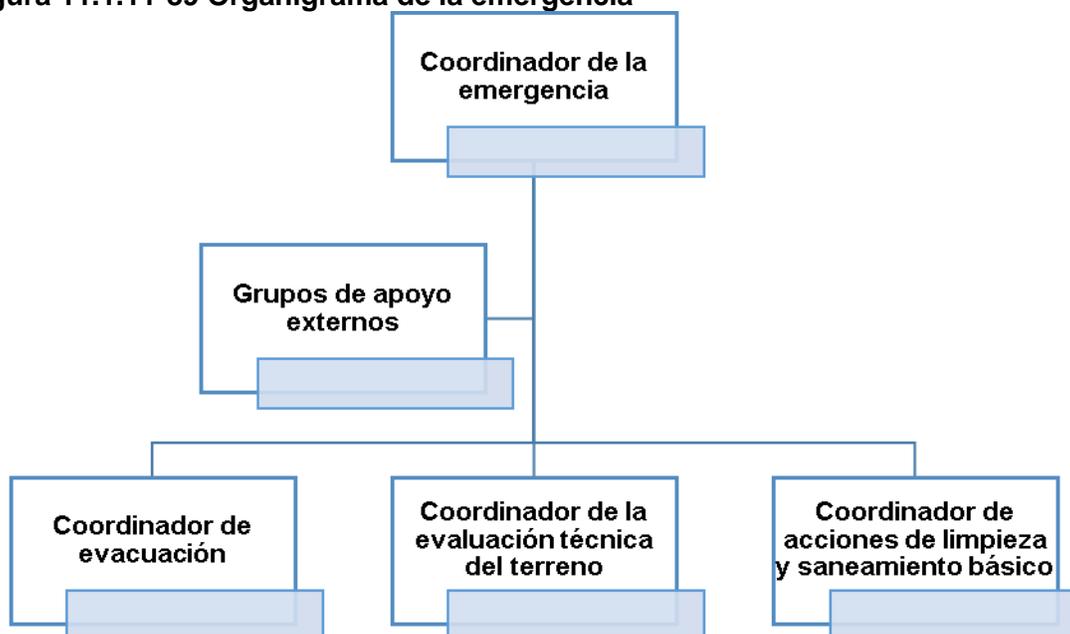
El equipo para atención de emergencias estará conformado por el personal que labore en las actividades del proyecto.

Cada frente de trabajo, así como las empresas contratistas que se contemplen deben establecer un organigrama de emergencias, delegando responsables e implementando las medidas de mitigación y respuesta a situaciones de riesgo.

La dirección del Plan de Gestión del Riesgo deberá estar integrada por los máximos representantes de cada frente de trabajo, quienes tienen la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del plan, asegurando los recursos de personal, administrativos, técnicos y financieros para su implementación, mantenimiento, puesta en marcha y seguimiento.

A continuación, en la siguiente figura se presenta el esquema básico de un organigrama de atención de emergencia y su jerarquía, de acuerdo con los riesgos identificados. Al establecer las personas que conforman la brigada, se debe comunicar a todos los trabajadores el nombre de cada integrante de la brigada y su funcionamiento.

Figura 11.1.11-89 Organigrama de la emergencia



Fuente: Unión vial Río Pamplona, 2017.

Funciones de los coordinadores de emergencia

- i. Máxima autoridad en sitio durante una emergencia.
- ii. Coordinar las acciones preventivas y de atención contenidas en el Plan de Gestión del Riesgo.
- iii. Velar por la actualización de la información de los grupos de apoyo primario y de la comunidad del área de influencia directa, quienes participarán en simulacros y en toma de decisiones sobre aspectos a mejorar.
- iv. Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la brigada.
- v. Participar en los simulacros para ajustar los mecanismos de respuesta, asegurando la efectividad de respuesta ante un evento.

Funciones de la brigada de emergencia

Antes

- i. Realizar inspecciones periódicas al estado de las obras estructurales para prevención de las amenazas.
- ii. Realizar inspecciones periódicas al estado de la zona, con el fin de identificar pisos agrietados, arboles inclinados, desprendimientos de suelo u otros elementos que impliquen riesgos para el personal del proyecto o terceros.
- iii. Participar en capacitaciones y simulacros.
- iv. Reportar condiciones inseguras y/o comportamientos de la persona en el

desempeño de su cargo.

- v. Identificar en conjunto con el personal necesario la/s ruta de evacuación y sistemas de alarma y socializarlo a todo el personal del proyecto.

Durante:

- i. Evaluar el evento y su magnitud.
- ii. Accionar el sistema de emergencia, según el evento presentado.
- iii. Determinar la necesidad de evacuar al personal vinculado, hacia el punto de encuentro o zona segura.
- iv. Controlar la emergencia mediante los Procedimientos Operativos Normalizados (PON), hasta donde su seguridad no se exponga.

Después:

- i. Evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas al regresar a su área.
- ii. Identificar posibles puntos de contaminación.
- iii. Dar prioridad y coordinar la búsqueda de personas que no se encuentren en el punto de encuentro o que estén atrapadas.
- iv. Verificar y restringir el ingreso de personas y vehículos a la zona, exceptuando grupos de apoyo, quienes ingresarán debidamente identificados.
- v. Participar en la evaluación del evento, por medio de informe detallado del evento, respuesta generada e impactos resultantes por el fenómeno.
- vi. Reacondicionamiento de equipos y áreas.
- vii. Evaluar en conjunto con el Coordinador de Contingencias y grupos de apoyo interno la efectividad del Plan de Gestión del Riesgo.

Junto con la brigada de emergencia, se establecerá el Comité de Emergencia, que estará conformado por dos representantes de Gerencia y el Coordinador de la Brigada.

El comité tiene como responsabilidades una vez ocurrida la emergencia:

- i. Definir si se suspenden actividades.
- ii. Determinar si es necesario evacuar total o parcialmente las instalaciones.
- iii. Si se ha evacuado, determinar si se puede regresar a las instalaciones a continuar la labor.
- iv. Si es necesaria la intervención de grupos de apoyo o auxilio, coordinar el Puesto de Mando Unificado (PMU), esto es, el espacio físico para coordinar desde allí cualquier situación de emergencia cuando sea necesario evacuar la totalidad del personal, no se pueda regresar a las instalaciones y se requiera apoyo de entidades externas; y estar al tanto de lo que se requiera.
- v. Investigar y generar planes de acción de las emergencias presentadas.
- vi. Realizar reuniones cuando haya cambios significativos que afecten el plan de emergencia o al finalizar una emergencia real.

11.1.11.9.2 Componente de ejecución para la respuesta a emergencias

En este componente se establecen los procedimientos básicos de la operación del plan de gestión del riesgo y se definen los lineamientos y mecanismos de notificación, organización y funcionamiento de este.

Adicionalmente, se pretende organizar la interacción entre los grupos internos destinados a la atención de emergencias y los grupos de apoyo externo, de ser requeridos.

Niveles de emergencia

De acuerdo con la magnitud potencial de la afectación, a raíz de la manifestación de una amenaza, y de los recursos técnicos y físicos requeridos para la atención de la emergencia; a continuación, se propone la clasificación de las emergencias.

- i. **Emergencia Grado Menor:** Se trata de emergencias que no afectan la continuidad de operación pues no compromete más de un área o equipo específico, los daños a bienes inmuebles se pueden subsanar en sitio, no hay daño al medio ambiente que suponga medidas de atención a largo plazo y en cuanto a lesiones personales estas no generan al trabajador incapacidad. El personal de respuesta y el personal técnico pueden velar por la atención básica de la emergencia, el área de influencia del evento no supera el corredor de la vía, o las áreas de servicios auxiliares.
- ii. **Emergencia Grado Medio:** Este tipo de emergencias pueden afectar por corto plazo la continuidad de la operación, al comprometer más de un área o equipo, no es posible subsanar los daños a bienes inmuebles en sitio por lo que se pueden requerir repuestos no disponibles en el proyecto. Los daños generados al medio ambiente pueden requerir de reparación a mediano plazo y en cuanto a lesiones personales, estas tendrían el potencial de generar lesiones con incapacidad temporal en el trabajador. Para la atención de este tipo de emergencias se puede llegar a requerir de apoyo externo local aparte del personal de respuesta.
- iii. **Emergencia Grado Mayor:** La emergencia afecta por largo plazo, o de manera indefinida la continuidad de la operación, los daños al medio ambiente podrían ser a largo plazo y cambiar las condiciones del terreno. En cuanto a lesiones personales, se podría generar en los trabajadores lesiones permanentes e incluso la muerte. Para la atención de la emergencia es preciso poner en marcha todos los recursos disponibles en el proyecto y se podría requerir apoyo externo local y regional.

Sistema de alarmas

La alarma es activada por el Centro de Control Operacional, procediendo a actuar de acuerdo con la emergencia presentada, evaluando si es necesario suspender actividades, evacuar y/o solicitar apoyo de externos. En la etapa inicial del proyecto (planificación), se definirán los medios para informar la ocurrencia de una emergencia (radio, celular, Avantel, entre otros).

Punto de encuentro y ruta de evacuación

Se evacuarán los diferentes frentes de trabajo de las actividades e intervenciones prioritarias de la vía existente Pamplona - Cúcuta, si se presenta alguna de las siguientes emergencias:

- i. Fenómenos de remoción en masa con el potencial de afectar la integridad del personal o terceros.
- ii. Deslizamientos y hundimientos del terreno inducidos.
- iii. Sismo y/o terremoto: la evacuación se efectuará una vez finalizado el movimiento telúrico.
- iv. Incendio o explosión.
- v. Inundación.
- vi. Tormenta eléctrica.
- vii. Avalanchas.
- viii. Amenazas de tipo social.
- ix. Cuando el Coordinador de la emergencia así lo considere.

Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- i. Suspende la actividad que se está realizando
- ii. Abandonar de forma ordenada el área
- iii. Aislar la zona del evento
- iv. En caso de estar bloqueada la ruta de evacuación con material desplazado por remoción en masa, evaluar el estado del terreno e identificar zonas que no presenten señales de un posible desprendimiento de materiales, para evacuar a través de éstas.
- v. Si se sospecha que alguna persona ha quedado atrapada en el área afectada, notificarlo inmediatamente a la Brigada de Emergencia y a las entidades de apoyo.
- vi. Dirigirse al punto de encuentro.

Las rutas de evacuación y los puntos de encuentro serán las establecidas por la concesionaria Unión Vial Río Pamplonita, una vez inicien las actividades. Para definirlos se tendrá en cuenta: que sean de fácil acceso para todo el personal del frente de trabajo; que durante su recorrido y permanencia el personal no esté expuesto a riesgos significativos; y deberán ser divulgados y conocidos por todos los trabajadores.

Esquema de notificación de emergencias

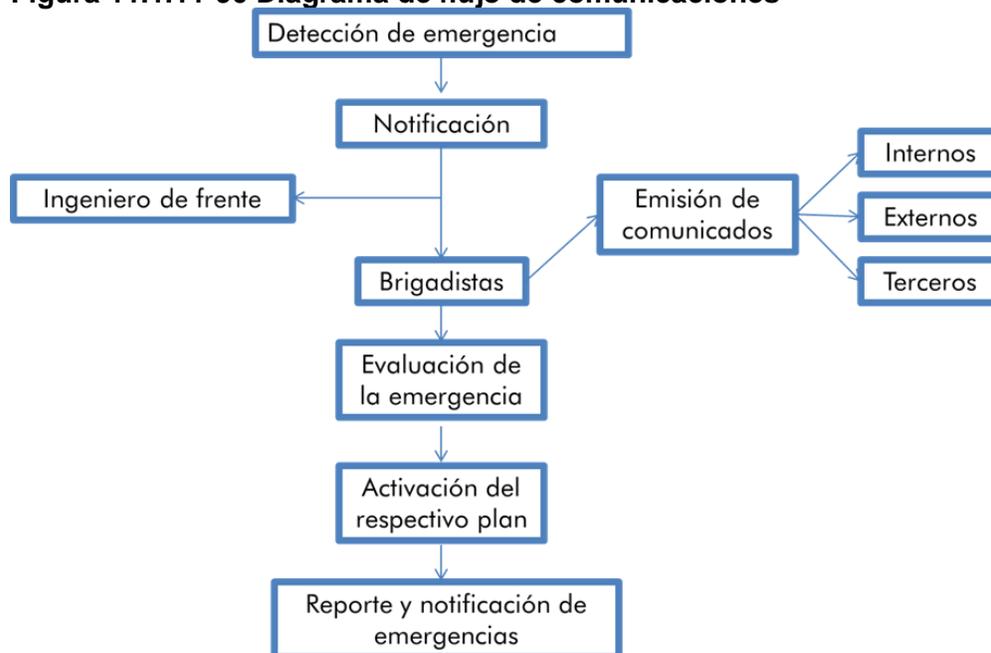
Aquella persona que detecte una emergencia debe notificarla de inmediato a un brigadista. Una vez la brigada evalúa la emergencia, se determinará su nivel, la activación del Plan de Gestión del Riesgo y la notificación al Centro de Control Operacional de la Concesionaria, área encargada de emitir las comunicaciones internas y externas para coordinación de la atención.

Posteriormente, se elaborarán reportes de notificación de contingencias, de acuerdo con el

formato para reportar incidentes o emergencias. Estos deberán proporcionar la siguiente información:

- i. Fecha y hora de ocurrencia del evento
- ii. Lugar exacto de ocurrencia del evento
- iii. Circunstancias y descripción breve del evento
- iv. Afectación generada a los componentes ambientales
- v. Las acciones desarrolladas para controlar la crisis

Figura 11.1.11-90 Diagrama de flujo de comunicaciones



Fuente: Unión vial Río Pamplonita, 2017.

11.1.11.9.3 Procedimientos Operativos Normalizados para la atención de emergencias

Los procedimientos operativos normalizados son acciones específicas de respuesta estandarizadas que permiten a todos los organismos y personas que intervienen en la atención de un incidente actuar de forma similar, coordinadamente, facilitando las comunicaciones y optimizando el uso de los recursos disponibles.

PON Incendio y explosión

Antes de la emergencia:

- a. De acuerdo con el trabajo a realizar se analizarán los riesgos (permiso de trabajo en caliente).
- b. Realizar un mantenimiento preventivo del sistema, equipos y programa de control de riesgos de incendio y explosión.

- c. Entrenar y capacitar a la brigada de emergencias en rescate de heridos, control de incendios.
- d. Realizar simulacros de posibles incendios de acuerdo con el cuadro de riesgo de la obra.
- e. Establecer contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

- a. Se activa la alarma de incendio por la persona que detecta el evento informándole al superior o al área de Seguridad y Salud en el trabajo.
- b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y el sistema de administración de emergencia.
- c. El personal del frente utilizará los extintores del área en caso de incendio, en caso de explosión evacuará para establecer el sistema de administración de emergencias.
- d. Se realizará el aseguramiento del área por una persona previamente capacitada. Si es incendio aislará 50 metros de Radio, si es explosión 300 metros de Radio.
- e. Se verifica si el personal ha evacuado en su totalidad o hay personas afectadas.
- f. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de control del incendio o explosión y organiza el esquema comando de incidente.
- g. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere para la atención de la emergencia.
- h. Todas las actividades se realizan de acuerdo con los roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

- a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo de ambiental se recolectará los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
- b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con personal operativo analizará el Análisis de las causas Raíz.
- c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos, fija responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
- d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Accidente de equipo/maquinaria/vehículos en carretera (fallas de equipos y sistemas)

Antes de la emergencia:

- a. De acuerdo con el equipo, maquinaria o vehículo y de acuerdo con el trabajo a realizar, se analizarán los riesgos en el área teniendo en cuenta también el terreno, su estabilidad, las vías de circulación, esto por parte del responsable del

trabajo en unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.

- b. El personal deberá verificar con una lista de chequeo, la condición tecno-mecánica de los equipos, maquinaria y vehículos, antes iniciar su operación.
- c. El personal que realizará el trabajo debe tener los vehículos, equipos y maquinaria con un buen mantenimiento preventivo y contará con un programa de capacitación en los trabajos a realizar de acuerdo con los riesgos inherentes a la actividad).
- d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos deben entrenar y capacitar a la brigada en atención de emergencias.
- e. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con el apoyo externo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

- a. Se activa la alarma de emergencia por la persona responsable del trabajo o por la persona que detecta el evento.
- b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
- c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada por el líder de la brigada primaria.
- d. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analiza el escenario para descubrir riesgos potenciales.
- e. Si hay personal atrapado se utilizará el instructivo de rescate vehicular, si hay personas lesionadas se guiará por el instructivo de accidentes.
- f. El administrador, en unificación de criterios con el área médica de la empresa, decidirá hasta donde se debe atender a un lesionado dentro del proyecto para luego utilizar los entes externos.
- g. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
- h. Todas las actividades se realizan de acuerdo con roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

- a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo del área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
- b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y los operativos realizarán el análisis de las causas Raíz.
- c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
- d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Accidente de vehículos en carretera propiciado por terceros (fallas de equipos y sistemas)

Antes de la emergencia:

- a. De acuerdo al desarrollo de las actividades en la vía se deberá garantizar una adecuada señalización, corrección y mejoramiento del corredor vehicular y de acuerdo al trabajo a realizar, se analizarán los riesgos en el área teniendo en cuenta también el terreno, su estabilidad, las vías de circulación, esto por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal de operaciones, técnica, ambiental, social, jurídico, financiero, calidad y seguridad y salud en el trabajo.
- b. El personal de supervisión en la vía deberá verificar con una lista de chequeo, las condiciones diarias del corredor vial y reportarlas oportunamente.
- c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos deberán garantizar la operatividad de los grupos asistenciales médicos y mecánicos.
- d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con el apoyo externo para trabajo en conjunto en la atención de la emergencia.
- e. Control y verificación de documentos con apoyo de la autoridad competente.

Durante la emergencia:

- a. Se notifica la emergencia por la persona que evidencie dicha emergencia al CCO
- b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
- c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada.
- d. El vigilante o supervisor vial actuará como administrador de la emergencia en campo tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analiza el escenario para descubrir riesgos potenciales y organizar la logística pertinente.
- e. Si hay personal atrapado se utilizará el instructivo de rescate vehicular, si hay personas lesionadas se guiará por el instructivo de accidentes.
- f. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
- g. Todas las actividades se realizan de acuerdo con los roles y funciones establecidas.

Después la emergencia:

- a. El encargado de coordinar la emergencia hará recuperación operacional, con el apoyo de operaciones y el área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible
- b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos, si aplica.
- c. El administrador general de la emergencia realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento si aplica para evitar una recurrencia.

PON Fugas y derrame de materiales peligrosos

Antes de la emergencia:

- a. Sensibilización en riesgo de los Materiales Peligrosos.
- b. Todos los materiales químicos y peligrosos deben contar con su hoja de seguridad y deben estar marcados según el código de naciones unidas.
- c. El personal que Manipule maneje o transporte sustancias Químicas debe capacitarse en manejo de la sustancia química antes de proceder a su manipulación, el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo o el proveedor puede brindar esta ayuda.
- d. De acuerdo con el trabajo a realizar se analizarán los riesgos de los productos químicos con ayuda de la MSDS del producto Químico a utilizar en el área por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.
- e. El personal de producción o almacenamiento debe contener este producto en recipientes adecuados y de material compatible con el mismo.
- f. El responsable del almacenamiento debe fabricar diques o en su defecto tener material para absorber, contener o confinar la sustancia derramada.
- g. El área responsable debe realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- h. El área de Seguridad y Salud en el trabajo y Producción deben entrenar, capacitar, simular derrames químicos para la preparación del personal de producción, almacenamiento y Brigada.
- i. El área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

- a. Personal responsable del área o trabajo detecta la fuga o derrame, se da aviso al jefe, líder de brigada primaria, este informa al administrador de emergencia con este paso se activa el plan de emergencia.
- b. El personal del frente de trabajo de acuerdo con los riesgos del producto evacuará y asegurará el área.
- c. El líder de la brigada primaria analizará la escena y decidirá el procedimiento de control, siempre y cuando tenga la capacidad teniendo en cuenta la seguridad de sus brigadistas.
- d. El administrador estará en comunicación constante y si se requiere toma el mando y desplaza la brigada de apoyo al sitio, puede también pedir ayuda de los organismos externos.
- e. Establecido el plan, se siguen los Roles de cada responsable, se verifica la evacuación, se estiman los daños sin intervención, se constituyen respuestas, se implementa la mejor Opción, se desarrolla y se evalúa, (proceso D.E.C.I.D.E.)
- f. Se deberá realizar lo establecido en el Anexo 1 CARTOGRAFIA\B Metadatos\VECTOR\4_GESTION_DEL_RIESGO4 (Plan de Gestión del Riesgo

de Sustancias Químicas) si aplica según el diagnóstico de la emergencia.

Después la emergencia:

- a. El encargado de coordinar la emergencia hará recuperación operacional, con el apoyo de operaciones y el área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible
- b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con los operativos fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos, si aplica.
- c. El administrador general de la emergencia realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento si aplica para evitar una recurrencia.

PON Accidentes de trabajo

Antes de la emergencia:

- a. De acuerdo con el trabajo a realizar se analizarán los riesgos en el área por parte del responsable del trabajo en unificación de criterios con el personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo.
- b. El personal que realizará el trabajo debe tener los equipos con un buen mantenimiento preventivo y contará con un programa de capacitación en los trabajos a realizar de acuerdo con los riesgos inherentes a la actividad.
- c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo con el apoyo del DAGRD debe entrenar y capacitar a la brigada en atención de emergencias.
- d. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto para la emergencia.

Durante la emergencia:

- a. Se activa la alarma de emergencia por la persona responsable del trabajo o por la persona que detecta el evento.
- b. Se activa el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de la emergencia.
- c. Se realizará el aseguramiento del área por una persona designada, por el líder de la brigada.
- d. Se verifica el personal que procedió a evacuar, se informa al administrador de emergencia, para búsqueda y rescate si se requiere.
- e. El administrador General de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento, analizando la escena, verificando los riesgos de acuerdo a la particularidad de los accidentes; dentro de los riesgos se debe analizar corrientes eléctricas (se utiliza como apoyo a las personas del área que tengan las competencias para controlar el riesgo; accidente eléctrico, el electricista del área es el personal de apoyo que el líder de primera respuesta utilizará para eliminar el riesgo). Posibles caídas de estructuras, derrumbes, etc.

- f. La primera atención al paciente la realizará el auxiliar de enfermería de la empresa y será luego respaldado por el área médica existente en el proyecto.
- g. El administrador solicitará ayuda externa si se requiere o solicitará el traslado a los centros de atención de acuerdo con la gravedad de la lesión.
- h. Todas las actividades se realizan de acuerdo con roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

- a. La Brigada de emergencia hará recuperación operacional y con el apoyo del área ambiental se recolectarán los residuos y se procederá a su tratamiento o disposición final dejando el área lo mejor posible.
- b. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo en unificación de criterios con el personal operativo realizará el Análisis de las causas Raíz.
- c. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y operativos, fijan responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
- d. El administrador general realizará la evaluación y análisis del plan de emergencia y contingencia en el evento y opciones de mejoramiento.

PON Orden público

Antes de la emergencia:

- a. Reconocer e identificar situaciones de riesgo de orden público cercanas al lugar donde se realizan labores.
- b. Tener claro el sistema de alarmas establecidas previamente que se activarán en caso de desorden público.
- c. Entrenar, simular y capacitar a la brigada de emergencias para realizar una adecuada evacuación en caso de ser necesario.
- d. Establecer contacto con grupos y centros de apoyo externo para trabajo en conjunto en la emergencia.

Durante la emergencia:

- a. Se activará la alarma de emergencia por parte del personal encargado.
- b. Se activará el plan de emergencia y contingencia y sistema de administración de emergencia.
- c. Se realizará el aseguramiento del área por personal de seguridad privada designado, y este está en continua comunicación con el administrador general de la emergencia.
- d. El administrador general de emergencia tomará el mando y analizará la operación de atención del evento.
- e. El administrador solicitará el apoyo externo si se requiere.
- f. Todas las actividades se realizan de acuerdo con roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

Después la emergencia:

- a. El personal del área de Seguridad y Salud en el trabajo y la Gerencia del proyecto realizará el análisis de las causas Raíz.
- b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y la Gerencia, fijarán responsables y fechas de los correctivos y preventivos.
- c. El administrador general realizará la evaluación, análisis del plan de emergencia y contingencia y opciones de mejoramiento.

PON Asalto, atracos y robos

Antes de la emergencia:

- a. Reconocer e identificar situaciones de riesgo de orden público cercanas al lugar donde se realizan labores, debes estar consciente de tus alrededores
- b. Guardar las pertenencias de valor en un lugar no visible.
- c. Evitar vestirse con ropa muy llamativa.
- d. Evite caminar o viajar solo en lo posible hágalo con compañero de labores.
- e. Manténgase en las partes bien iluminadas.
- f. Llama la atención de las personas que están alrededor gritando algo específico como un nombre o papa.

Durante la emergencia:

- a. Conserve la calma y entregue lo que le soliciten, evite ser lesionado.

Después la emergencia:

- a. Establecer contacto con la policía.
- b. Denuncie el hecho.

PON Movimientos sísmicos

Antes de la emergencia:

- a. El área de Seguridad y Salud en el trabajo y el área de Operaciones revisará y analizará las especificaciones de la construcción de las locaciones, para realizar la preparación ante un sismo.
- b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo demarcara las Rutas de evacuación.
- c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y el área de Operaciones garantizará el buen estado de los equipos de emergencia necesarios para sismo.
- d. El área de Seguridad y Salud en el trabajo realizará el programa para entrenar, capacitar y motivar la brigada en búsqueda y rescate, primeros auxilios y manejo de emergencias.
- e. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo con la colaboración de la Gerencia de la concesionaria realizarán los simulacros respectivos.

Durante la emergencia:

- a. Tener en cuenta los procedimientos para actuar en la emergencia, colóquese en el lugar más seguro en su sitio de trabajo, acuéstese y sujétese a una estructura firme siempre y cuando no represente riesgo de colapso, caída de objetos, vidrios, etc.
- b. El plan de emergencia y contingencia queda activado para actuar en los riesgos post sismo, y de acuerdo con la necesidad proceder según las instrucciones de la Brigada. Por ejemplo: Búsqueda y rescate, incendio, personas accidentadas, derrame de sustancias Químicas.
- c. En lo posible utilice el triángulo de Vida, cuando los objetos o cosas lo permitan.
- d. Evacúe siguiendo las rutas preestablecidas siempre y cuando sean seguras, de lo contrario el líder de la brigada primaria puede modificar el sitio de refugio.

Después la emergencia:

- a. En los sitios de evacuación los coordinadores de evacuación se elegirá un coordinador de refugio este verifica que todo el personal este en el sitio e informa al administrador de la emergencia.
- b. El líder de la brigada primaria realiza la evaluación de la escena y procede organizar la Brigada para la actividad de rescate y atención de víctimas.
- c. La brigada de apoyo llegará al sitio y brindará el apoyo requerido, si se requiere solicitará al administrador de la emergencia a los organismos de apoyo externo y se trabajará en conjunto.
- d. Se establecerá un área de concentración de víctimas, coordinada por el área médica de la Concesionaria.
- e. El personal de Operaciones realizará el corte o cierre del paso a los servicios públicos, (gas, electricidad, agua) hasta que se haga una revisión para encontrar fugas o derrames.
- f. El administrador de emergencia analizara y tomara acciones para posibles réplicas.
- g. El coordinador de Seguridad analizara la escena para garantizar que no haya riesgo y retornar a sus labores
- h. El administrador de emergencias realizara una reunión para analizar como funcionó el plan de emergencia y contingencia y sus posibles mejoras.
- i. La brigada en conjunto con el área Ambiental toma los correctivos si hay contaminación.

PON Catástrofes naturales y movimientos de taludes

Antes de la emergencia:

- a. El área de Seguridad y Salud en el trabajo en conjunción con el área técnica y de operaciones evaluará las condiciones de taludes por medio de inspección al corredor vial.
- b. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo identificara las posibles áreas susceptibles a esto.
- c. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo y de Operaciones garantizará el

buen estado de los equipos de emergencia necesarios para movimiento de taludes.

- d. El área de Seguridad y Salud en el trabajo realizará el programa para entrenar, capacitar y motivar la brigada en búsqueda y rescate, primeros auxilios y manejo de emergencias.
- e. El personal de Seguridad y Salud en el trabajo con la colaboración del Gerente de la concesionaria realizarán los simulacros respectivos.

Durante la emergencia:

- a. Se evacuará el área que presente el desplazamiento, notificándolo de manera inmediata al CCO.
- b. Demarcar el área de trabajo guardando siempre su seguridad de manera prioritaria.
- c. El CCO en dirección del encargado de emergencias y operaciones deberá garantizar la logística para la remoción oportuna e intervención del talud siempre y cuando las condiciones estén dadas para esta tarea.
- d. El plan de emergencia y contingencia queda activado para actuar una vez evidenciada la emergencia y de acuerdo con la necesidad proceder a las instrucciones del líder de emergencias. Por ejemplo: Búsqueda y rescate, incendio, personas accidentadas, derrame de sustancias Químicas.

Después la emergencia:

- a. Verificar la estabilidad de los taludes.
- b. Mantener la señalización vial adecuada en al área afectada si es necesarios.
- c. Garantizar auxiliares de tráfico si es necesario.
- d. El Coordinador de la emergencia realizará la evaluación de la escena y procede gestionar las Brigadas para la actividad de rescate y atención de víctimas.
- e. Se establecerá un área de concentración de víctimas si es necesario en coordinación con el área asistencial médica de la Concesionaria.
- f. El personal de Operaciones realizará el corte o cierre del paso a los servicios públicos, (gas, electricidad, agua) hasta que se haga una revisión para encontrar fugas o derrames, si es lugar habitado.
- g. El administrador de emergencia analizara y tomara acciones para posibles réplicas en el desplazamiento de taludes.
- h. El coordinador de Seguridad analiza la escena para garantizar que no haya riesgo y retornar a la normalidad
- i. El administrador de emergencias realizara una reunión para analizar como funcionó el plan de emergencia y contingencia y sus posibles mejoras.
- j. La brigada en conjunto con el área Ambiental toma los correctivos si hay contaminación.

11.1.11.9.4 Criterios de finalización de una emergencia

- a. En caso de un evento natural, a partir de la información suministrada por el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres.

- b. En caso de incendio, una vez el fuego haya sido extinguido y no haya posibilidad de nueva ignición.
- c. En caso de derrame, una vez se controle el punto de salida del producto, se almacene el producto derramado en tambores y se disponga del material y de tierra contaminada (si aplica).
- d. En primeros auxilios, finaliza cuando la persona lesionada sea atendida por una entidad prestadora de servicios de salud.
- e. Los criterios de finalización de una emergencia y por ende la notificación de esta deberá ser establecida por el Coordinador de la emergencia.

11.1.11.9.5 Requerimientos de actualización del presente Plan de Gestión de Riesgo

A todo el personal que participe en el proyecto se le capacitará sobre qué hacer en caso de una emergencia, algunos de los temas a tratar son:

- i. Plan de respuesta a emergencia
- ii. Plan de Gestión del Riesgo
- iii. Evacuación
- iv. Entrenamiento respuesta a derrames de sustancias peligrosas
- v. Seguridad vial (mecánica básica para vehículos de carga, retroexcavadora y vehículos livianos, manejo defensivo y primeros auxilios)
- vi. Identificación de señales de fenómenos de remoción en masa
- vii. Control de incendios para brigadistas
- viii. Manejo de hojas de seguridad de los productos químicos (MSDS)

11.1.11.10 Directorio de contactos de emergencia

A continuación, se presentan los teléfonos de contacto de las principales entidades externas que se podrían requerir para la atención de una emergencia en el proyecto.

Tabla 11.1.11-58 Entidades transversales en el Departamento de Norte de Santander

ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Inspección de policía	112
Cuerpo de Bomberos	119
Defensa Civil Colombiana – Seccional Cúcuta	144
Numero Único De Emergencias	123
Ejército Nacional	147
Cruz Roja Seccional Norte de Santander	(57-7) 572 5600 / 571 6524 / 132

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Tabla 11.1.11-59 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplonita

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Pamplonita	Alcaldía	320 474 4339
	Centro de Salud Pamplonita	(57-7) 568 4930
	Inspección de policía	(57-7) 568 4931
	Defensa Civil Colombiana – Seccional	(57-7) 571 8547

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
	Cúcuta	
	Defensa Civil Colombiana Pamplona	310 211 0641

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Tabla 11.1.11-60 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Bochalema

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Bochalema	Alcaldía	(57-7) 586 3014
	Centro de Salud Bochalema	(57-7) 586 3019
	Inspección de policía	(57-7) 586 3014

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Tabla 11.1.11-61 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Chinácota

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Chinácota	Alcaldía	(57-7) 586 4150
	E.S.E. Hospital Regional Sur Oriental – IPS Chinácota	(57-7) 586 4120 / 586 4499 586 5903
	Inspección de policía	(57-7) 586 4150 / 586 4090 / 112

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

Tabla 11.1.11-62 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Los Patios

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Los Patios	Alcaldía	(57-7) 582 9959
	E.S.E Hospital Local de Los Patios	(57-7) 555 2170
	Inspección de policía	(57-7) 582 9959 / 112
	Cuerpo de Bomberos	(57-7) 580 2288
	Defensa	(57-7) 580 2452 / 144

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

11.1.11.10.1 Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres

En la Tabla 11.1.11-63 se presentan los teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal de los consejos para la gestión del riesgo.

Tabla 11.1.11-63 Teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal del consejo para la gestión del riesgo

DEPARTAMENTO	COORDINADOR CONSEJO DEPARTAMENTAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CDGRD)	COORDINADOR CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CMGRD)
Norte de Santander	Adriana Arias Carrillo	Felix Adolfo Muñoz Luna
	Cel: 3202407276	Cel: 3202407614, 3165329282
	Cdgrd.ntesantander@gestiondelriesgo.gov.co	cmgrd.cucuta@gestiondelriesgo.gov.co

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)

11.1.11.10.2 Directorio de las Juntas de Acción Comunal

A continuación, en la Tabla 11.1.11-64 se presentan los datos de los miembros de las JAC localizadas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 11.1.11-64 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	NOMBRE DEL PRESIDENTE	TELÉFONO
Pamplonita	JAC vereda Colorado	José Gregorio Gelvez	314 425 3775
	JAC vereda Hojancha	José Eugenio Acevedo	313 212 0667
	JAC vereda San Rafael	José Luis Cajicá	311 243 9533
	JAC vereda San Antonio	Luis Alonso Torres García	312 508 6142
	JAC vereda Buenos Aires	José Gerson Peña Peña	313 849 8530
	JAC vereda Tulantá	Miranda Buitrago	314 319 1091
	JAC vereda Tescua	Sandra Patricia Arias Contreras	322 825 9204
	JAC vereda Palmita	Ciro Antonio Parra	350 541 2696
	JAC vereda Volcán	Crispín Cruz Toloza	314 222 3335
	JAC Centro Poblado El Diamante	Edinson Álvarez	317 320 8450
	JAC vereda Matajira	José Eliecer Cruz Chona	312 445 3836
	JAC vereda La Libertad	Nelly Jaimes Gamboa	3133984119
	JAC Vereda Llano Grande	Gladys Gelvez	3108644510
	JAC Vereda Cúcano	Jose Adolfo Leal	3132888784
	JAC Vereda Batagá	Ingrid Johana Leal	3125609236
	JAC Vereda Alto Santa Lucía	Manuel Contreras	-
	JAC Vereda Bajo Santa Lucía	Jacinto Gáfaró	3213205708
	JAC Vereda El Páramo	Edgar Silverio C.	3123364519
	JAC Barrio El Centro	Pedro Jesús Sierra	3142283060
JAC Barrio Fátima			
JAC Barrio La Quinta			
Bochalema	JAC vereda Calaluna	José Gabriel Díaz	316 872 8251
	JAC vereda Peña Viva	Juan de Dios Londoño	312 584 9915
	JAC vereda Naranjales	Jaime Torres Torres	320 712 5222
	JAC vereda Zarcuta	Gender Durán Angarita	314 411 4898
	JAC vereda La Selva	Enrique Martínez	322 8805861
	JAC vereda Aguanegra	Luis Miguel Merchan Montañez	3506492992
	JAC vereda Batatas		
	JAC El Salto	Luis Felipe Benitez	3118063153
	JAC El Talco	Yolanda Contreras	3208479950
	JAC vereda Cachirí	Jackeline Jerez	3127962536
JAC Centro Poblado La Donjuana	Ramón Arenas	311 2767988	
Chinácota	JAC vereda La Nueva Donjuana	José Luis Tapias Gelves	323 335 3664
	JAC vereda Nuevo Diamante	José De Jesús Tolosa	315 862 7042

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	NOMBRE DEL PRESIDENTE	TELÉFONO
	JAC vereda Urengue Rujas	María Teresa Ríos Rojas	312 435 3068
	JAC vereda Lobatica	Jorge Urbina Cruz	311 253 4151
	JAC vereda Honda Norte	Carol Andrea Isaza Sánchez	320 448 3159
	JAC vereda Curazao	María Lucrecia Benítez	311 507 0554
	JAC El Caney	Manuel José Romero Durán	314 211 7154
	JAC Urengue Blonay	Laura Iés Suarez	3138080242
Los Patios	JAC vereda Corozal	Gustavo Boada	316 226 8428
	JAC vereda California	Pastora Castro de León	311 582 7176
	JAC La Garita	José Ignacio Morales	3177760357

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019)