

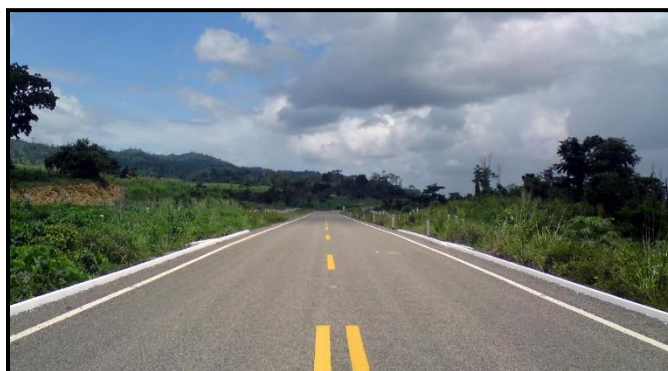
---

**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 CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA**

**CAPÍTULO 11.1.3 PLANES Y PROGRAMAS – PLAN GESTIÓN DEL RIESGO**



**sacyr**  
INGENIERÍA E  
INFRAESTRUCTURAS

**Unión Vial  
Río Pamplonita**  
Una Compañía de Sacyr Concesiones

**ANi**  
Agencia Nacional de  
Infraestructura

**CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA**



## CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

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

#### CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	1
11.1.3.1 Glosario	1
11.1.3.2 Introducción	2
11.1.3.3 Marco Normativo	2
11.1.3.4 Alcance	4
11.1.3.5 Objetivos	4
11.1.3.6 Cobertura geográfica	5
11.1.3.7 Conocimiento del Riesgo	6
11.1.3.7.1 Características del proyecto	6
11.1.3.7.2 Contexto externo del proyecto	6
11.1.3.7.3 Contexto Interno	7
11.1.3.7.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo	9
11.1.3.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo	9
11.1.3.7.6 Valoración del riesgo	15
11.1.3.8 Reducción del riesgo	111
11.1.3.8.1 Medidas de Intervención Prospectiva	111
11.1.3.8.2 Medidas de Intervención Correctivas	118
11.1.3.8.3 Protección financiera	118
11.1.3.9 Manejo del desastre	119
11.1.3.9.1 Componente de preparación para la respuesta a emergencias	119
11.1.3.9.2 Componente de ejecución para la respuesta a emergencias	127
11.1.3.9.3 Procedimientos Operativos Normalizados para la atención de emergencias	129
11.1.3.9.4 Criterios de finalización de una emergencia	138

11.1.3.9.5	Requerimientos de actualización del presente Plan de Gestión de Riesgo	139
11.1.3.10	Directorio de contactos de emergencia	139
11.1.3.10.1	Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres	139
11.1.3.10.2	Directorio de las Juntas de Acción Comunal	140



## CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

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

#### CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 11-1 Marco normativo	2
Tabla 11-2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos	6
Tabla 11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	10
Tabla 11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	11
Tabla 11-5 Categorías para el nivel de exposición	12
Tabla 11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo	12
Tabla 11-7 Definición del nivel de riesgo	13
Tabla 11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo	14
Tabla 11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial	18
Tabla 11-10 Valores obtenidos en la modelación para $R_d$	19
Tabla 11-11 Relación entre las categorías de afectación y la probabilidad de manifestación de la amenaza de explosiones	20
Tabla 11-12 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF1 (resaltado en rojo)	25
Tabla 11-13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	28
Tabla 11-14 Valores de susceptibilidad por litología	29
Tabla 11-15 Valores de susceptibilidad por geomorfología	32
Tabla 11-16 Valores de susceptibilidad por hidrogeología	35
Tabla 11-17 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra	37
Tabla 11-18 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes	40
Tabla 11-19 Ponderación de fallas según su tipo	42
Tabla 11-20 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas	42
Tabla 11-21 Valores de susceptibilidad por pendientes	43
Tabla 11-22 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos	47
Tabla 11-23 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno	49
Tabla 11-24 Intervalos de categoría de precipitación	52
Tabla 11-25 Intervalos de categorías de sismicidad	57
Tabla 11-26 Categorías para la zonificación geotécnica	57
Tabla 11-27 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica	60
Tabla 11-28 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad	66
Tabla 11-29 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF1	66
Tabla 11-30 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1	68
Tabla 11-31 Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno (mm/día)	69
Tabla 11-32 Categorización y características de la densidad de drenaje	70

Tabla 11-33 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito	71
Tabla 11-34 Categorías y valores definidos para la erodabilidad del suelo	77
Tabla 11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)	80
Tabla 11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel cerámico	84
Tabla 11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT	84
Tabla 11-38 Incendios forestales reportados por el UNGRD	86
Tabla 11-39 Calificación de la amenaza de incendios forestales por cobertura de la tierra	87
Tabla 11-40 Reporte de área por categoría para incendios forestales	87
Tabla 11-41 Características del conflicto en Pamplona, años 1990 - 2013	93
Tabla 11-42 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas	96
Tabla 11-43 Componentes vulnerables	97
Tabla 11-44 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto	101
Tabla 11-45 Resultados matriciales del análisis de riesgo	101
Tabla 11-46 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía	114
Tabla 11-47 Programa de educación y divulgación	119
Tabla 11-48 Contenido del programa de divulgación	119
Tabla 11-49 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación	121
Tabla 11-50 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplona	139
Tabla 11-51 Teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal del consejo para la gestión del riesgo	139
Tabla 11-52 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto	140

## CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

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

#### CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto	5
Figura 11-2 Coberturas de la tierra	7
Figura 11-3 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control	8
Figura 11-4 Proceso de gestión del riesgo	9
Figura 11-5 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo	13
Figura 11-6 Sobrepresión en función de la distancia normalizada	18
Figura 11-7 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO	19
Figura 11-8 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO	20
Figura 11-9 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO	21
Figura 11-10 Nivel de amenaza a raíz de una explosión en el polvorín	22
Figura 11-11 Áreas potenciales de afectación por derrame	23
Figura 11-12 Valor PGA (cm/s <sup>2</sup> ) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica	24
Figura 11-13 Amenaza Sísmica	26
Figura 11-14 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica	28
Figura 11-15 Susceptibilidad por litología	30
Figura 11-16 Mapa de susceptibilidad por litología	31
Figura 11-17 Susceptibilidad por Geomorfología	33
Figura 11-18 Mapa de susceptibilidad por geomorfología	34
Figura 11-19 Susceptibilidad por hidrogeología	35
Figura 11-20 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología	36
Figura 11-21 Susceptibilidad por cobertura de la tierra	38
Figura 11-22 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra	39
Figura 11-23 Susceptibilidad por densidad de drenajes	40
Figura 11-24 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes	41
Figura 11-25 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas	43
Figura 11-26 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas	44
Figura 11-27 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno	45
Figura 11-28 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno	46
Figura 11-29 Susceptibilidad por Morfodinámica	47
Figura 11-30 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica	49
Figura 11-31 Susceptibilidad general del terreno	50
Figura 11-32 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno	51
Figura 11-33 Factor detonante por Precipitación	52
Figura 11-34 Factor detonante por precipitación	53

Figura 11-35 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)	54
Figura 11-36. Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta	56
Figura 11-37 Mapa de factor detonante por sismicidad	58
Figura 11-38 Distribución de amenaza geotécnica	59
Figura 11-39 Mapa amenaza geotecnica	60
Figura 11-40 Sistema de Transferencia	63
Figura 11-41 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas	64
Figura 11-42 Zonificación Susceptibilidad por inundación	65
Figura 11-43 Categorías Índice de Melton	68
Figura 11-44 Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> ) en el área de influencia de la UF1 y cuencas asociadas	70
Figura 11-45 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial en Mocoa en 2017	72
Figura 11-46 Perfiles altimétricos corrientes de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1	72
Figura 11-47 Mapa de pendientes categorizado de mayor pendiente a menor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de tránsito)	74
Figura 11-48 Mapa de pendientes categorizado de menor pendiente a mayor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de depósito)	75
Figura 11-49 Grado de erosión de los suelos asociados a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1	76
Figura 11-50 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Tránsito	78
Figura 11-51 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Depósito	79
Figura 11-52 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona	81
Figura 11-53 Rosa de vientos estación Iser Pamplona	81
Figura 11-54 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero	82
Figura 11-55 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo	83
Figura 11-56 Amenaza por tormentas eléctricas	85
Figura 11-57 Amenaza por Incendios forestales para la UF1	89
Figura 11-58 Componente Ambiental	98
Figura 11-59 Componente Social	98
Figura 11-60 Componente Socioeconómico y cultural	99
Figura 11-61 Componente Individual	99
Figura 11-62 Áreas de alta consecuencia en el área de influencia del proyecto y áreas potencialmente afectadas por sobrepresión a causa de una explosión de 10 Ton de ANFO	100
Figura 11-63 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo	103
Figura 11-64 Representación espacial de las amenazas endógenas	104
Figura 11-65 Representación espacial de las amenazas naturales	104
Figura 11-66 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio	104
Figura 11-67 Exposición individual	105
Figura 11-68 Exposición social	106
Figura 11-69 Exposición socioeconómica	107
Figura 11-70 Exposición ambiental	107

Figura 11-71 Riesgo Ambiental	109
Figura 11-72 Riesgo Social	109
Figura 11-73 Riesgo Socioeconómico y cultural	110
Figura 11-74 Riesgo Individual	110
Figura 11-75 Riesgo	110
Figura 11-76 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo)	111
Figura 11-77 Modelo de espaldones	114
Figura 11-78 ÁREAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN A CAUSA DE UNA EXPLOSIÓN DE 10TON DE ANFO TENIENDO PRESENTE LA CONSTRUCCIÓN DE ESPALDONES DE PROTECCIÓN	115
Figura 11-79 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Noreste – Suroriente	116
Figura 11-80 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Norte – Sur	116
Figura 11-81 Modelo pararrayos polvorín	117
Figura 11-82 Organigrama de la emergencia	125
Figura 11-83 Diagrama de flujo de comunicaciones	129

## **CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA**

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

#### **CAPITULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO**

	Pág.
Fotografía 11-1 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Agosto 20 de 2016	88
Fotografía 11-2 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Febrero 9 de 2016	88
Fotografía 11-3 Relanzamiento frentes de seguridad en Pamplona	91
Fotografía 11-4 Campaña “Yo no pago y denuncio” en Pamplona	92
Fotografía 11-5 Infraestructura vial- Puente El Palermo objetivo de ataque del ELN	94
Fotografía 11-6 Protesta de estudiantes en Universidad de Pamplona	96

## 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

### 11.1.3.1 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.

### 11.1.3.2 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, UF1 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 el correspondiente análisis de riesgos con el fin de determinar si se presentaron variaciones de dichas amenazas por la construcción.

### 11.1.3.3 Marco Normativo

A continuación, en la Tabla 11-1 se presenta el marco jurídico tenido en cuenta para la elaboración del Plan de gestión del Riesgo.

**Tabla 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.



<b>NORMA</b>	<b>OBJETO</b>
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la Política Nacional De Gestión del Riesgo de Desastres 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

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

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

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

- Norma Técnica Colombiana (NTC) 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, D.C.
- 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).
- 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.
- ISO 31000:2009. Herramienta para evaluar la gestión de riesgos.
- NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de riesgos. Técnicas de valoración del riesgo.

#### 11.1.3.4 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 las potenciales 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.

#### 11.1.3.5 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**

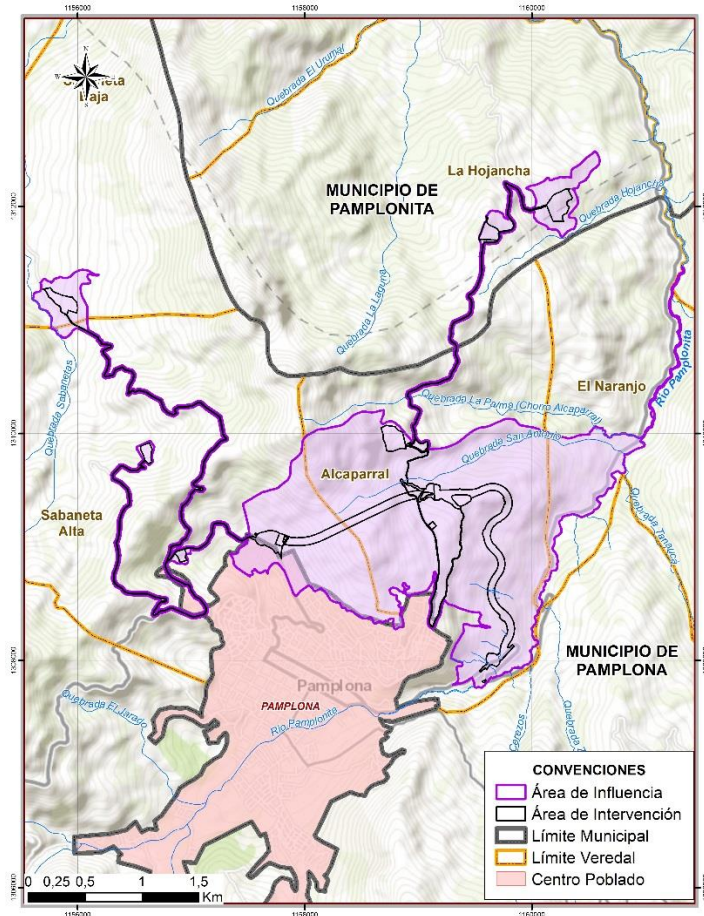
A continuación, se presentan los objetivos específicos del presente Plan de Gestión del Riesgo:

- Proveer la información de los riesgos asociados a las amenazas endógenas y exógenas que puedan afectar a la comunidad y al proyecto.
- Identificar los niveles de activación, prioridades de protección y prioridades de acción.
- 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.

#### 11.1.3.6 Cobertura geográfica

En la Figura 11-1 se presenta la cobertura geográfica del presente plan, correspondiente al área de influencia del proyecto.

**Figura 11-1 Cobertura geográfica delimitada por el área de influencia del proyecto**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

### 11.1.3.7 Conocimiento del Riesgo

#### 11.1.3.7.1 Características del proyecto

En el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se describen en detalle las etapas y actividades del proyecto; sin embargo, en la Tabla 11-2 se presenta una descripción general de las etapas utilizadas para el análisis de riesgo.

**Tabla 11-2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos**

ETAPA	ACTIVIDADES
<b>Preconstructiva</b>	Esta etapa comprende las actividades de gestión predial y negociación del derecho de vía, la reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social y la contratación y capacitación del personal.
<b>Construcción</b>	<p>Dentro de esta etapa se incluyen las actividades de adecuación y construcción de accesos, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, la materialización del proyecto y el replanteo del mismo, la captación de agua, los vertimientos.</p> <p>Así mismo, se incluye el desmonte y limpieza del área, la demolición y retiro de estructuras, las excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, la construcción de obras de drenaje, la construcción de estructuras de concreto, construcción de estructuras de pavimento, de obras de estabilidad geotécnica y las labores de protección de taludes.</p> <p>Por último, dentro de esta etapa también se contempla el retiro de escombros y materiales sobrantes, la adecuación de ZODME, la recuperación de áreas intervenidas, la señalización y demarcación definitiva, la limpieza y cierre final.</p>
<b>Construcción de Túneles</b>	En esta se incluyen las actividades de construcción de los portales de entrada y salida, la adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, la excavación emboquilles, las excavaciones por perforación y voladura, el retiro de escombros, la instalación de ventilación e iluminación, instalación de soporte, impermeabilización y revestimiento, el manejo de aguas, la instalación de equipos electromecánicos, del sistema de control y por último la señalización e iluminación.

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

#### 11.1.3.7.2 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 11-2 se presentan las coberturas identificadas en dicha área.



**Figura 11-2 Coberturas de la tierra**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

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.

#### 11.1.3.7.3 Contexto Interno

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

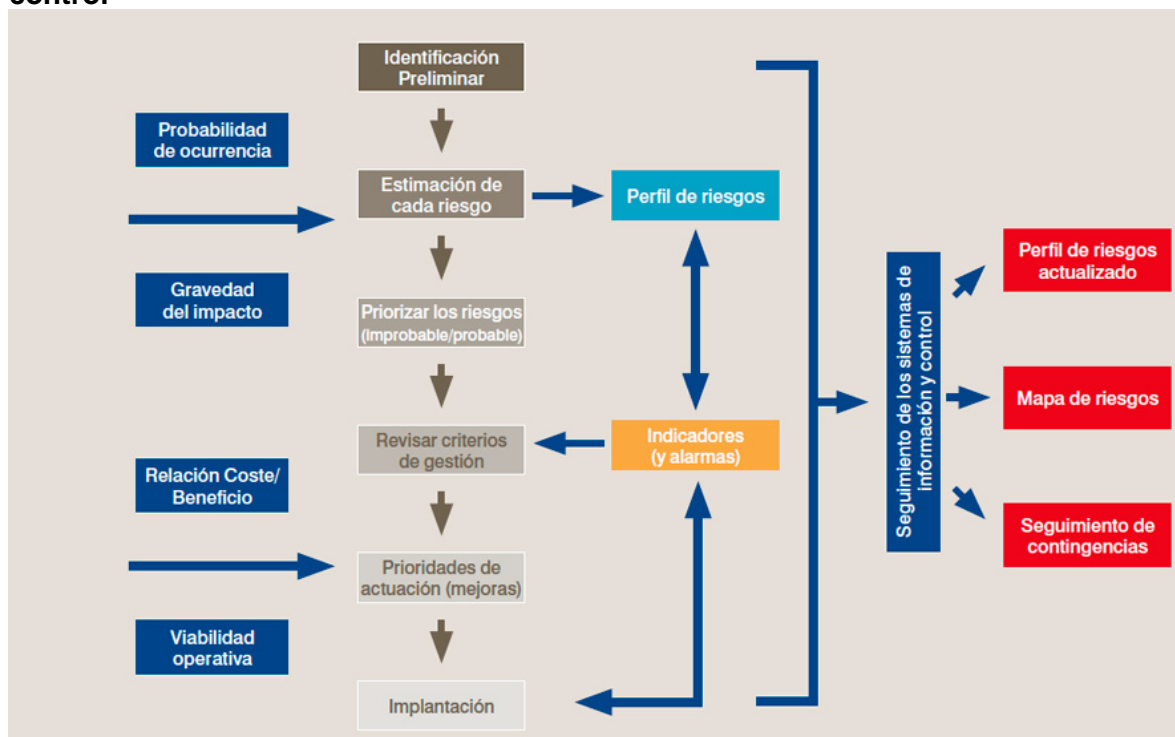
El Grupo SyV, con importante presencia en el ámbito internacional, desarrolla su actividad en diferentes sectores, entornos socioeconómicos y marcos reguladores. En este contexto existen riesgos de diversa naturaleza, consustanciales a los negocios y sectores en los que la compañía opera.

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 11-3 Proceso de identificación del riesgo y establecimiento de medidas de control**



Fuente: (SyV, 2011)

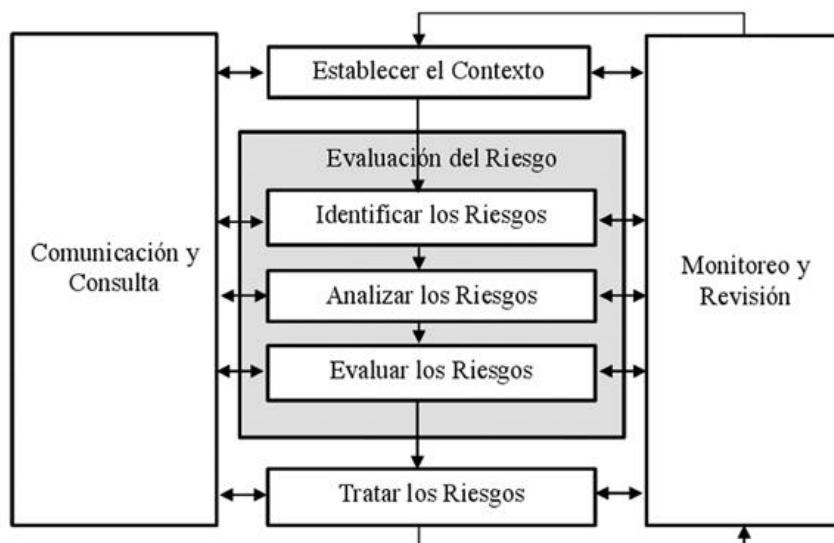
Específicamente, la Unión Vial Río Pamplonita está a cargo del Centro de Control de Operaciones (CCO), desde el cual se ofrece una respuesta eficaz y oportuna ante cualquier eventualidad que se presente en el corredor Pamplona-Cúcuta. Desde el PR90+200, sector Guayabales, vereda La Palmita, municipio 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.

#### 11.1.3.7.4 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 11-4.

**Figura 11-4 Proceso de gestión del riesgo**



Fuente: NTC 5254 e ISO 31000

#### 11.1.3.7.5 Criterios para la valoración del nivel de riesgo

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

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

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 los mismos 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 11-3. 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 11-3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

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

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)



## 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 11-4 se presenta las categorías para calificar la vulnerabilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar en el actual capítulo.

**Tabla 11-4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto	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	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	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	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	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). 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 11-5).

**Tabla 11-5 Categorías para el nivel de exposición**

NIVEL DE EXPOSICION		
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCION	
5	Muy Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy alta probabilidad de ocurrencia
4	Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una alta probabilidad de ocurrencia
3	Media	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia media.
2	Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una baja probabilidad de ocurrencia
1	Muy Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

### 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 11-6).

**Tabla 11-6 Criterios para definir el nivel del riesgo**

AMENAZA		VULNERABILIDAD					EXPOSICIÓN	
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja		
		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		A		M		B		
RANGO		64 - 75		27 - 50		1 - 25		

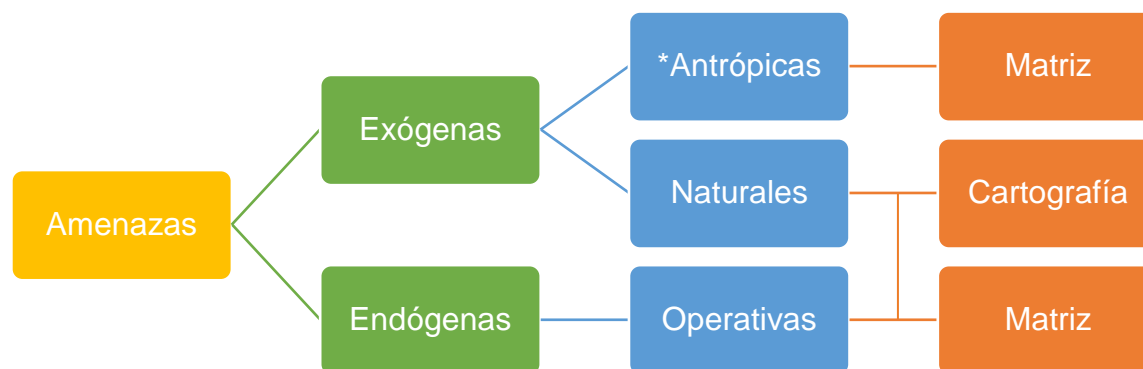
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar, 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 11-5 representa el esquema metodológico para el análisis y evaluación del riesgo.

**Figura 11-5 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

\*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 11-7.

**Tabla 11-7 Definición del nivel de riesgo**

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Alto	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	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	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: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

### Aceptabilidad del nivel de riesgo

Los riesgos tienen un rango de aceptabilidad de acuerdo a las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles; en la Tabla 11-8 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

**Tabla 11-8 Rangos de aceptabilidad del riesgo**

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
<b>BAJO</b>	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.
<b>MEDIO</b>	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.
<b>ALTO</b>	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)*

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.

#### 11.1.3.7.6 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 al contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia del proyecto se elaboró una lista potencial los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo al origen de los mismos:

### ***Amenazas de origen interno (endógenas)***

Son las amenazas que se pueden presentar por el desarrollo de las actividades (rutinarias, no rutinarias y de emergencia<sup>1</sup>) 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 (A)

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. El sitio de acopio y almacenamiento de explosivos a utilizar para las excavaciones del túnel se encuentra localizado en el sitio de coordenadas E=1.159.123, N=1.309.189.

Se dispone adicionalmente, un área de almacenamiento temporal establecida en inmediaciones del portal Norte para el manejo de los explosivos. 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 seiscientas (600) toneladas de ANFO y de doscientas 200 a trescientas 300 toneladas de emulsión.

---

<sup>1</sup> De acuerdo a la norma OHSAS 18002:2008 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008) 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 (ARL Sura, 2015).



El transporte de los explosivos hasta el lugar 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.

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:

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

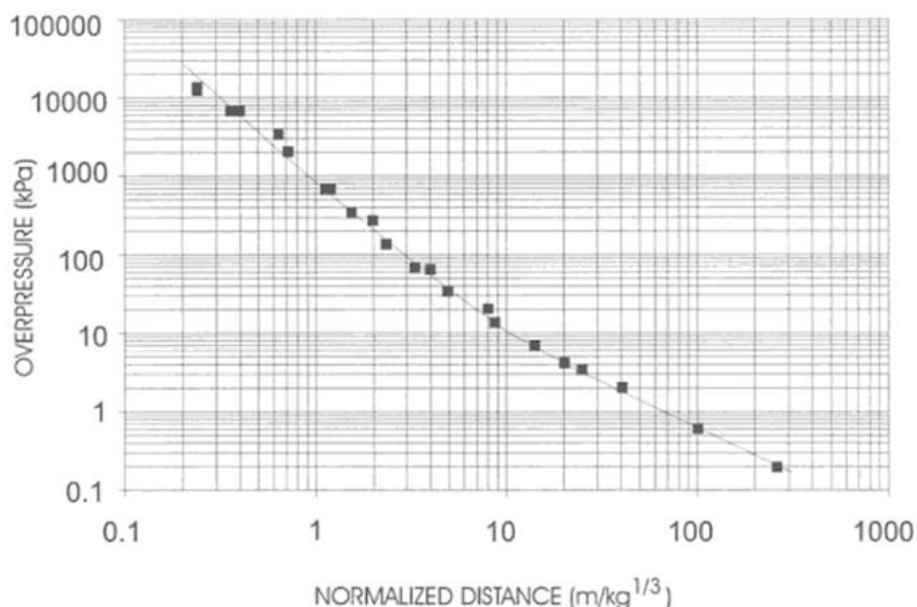
Z = Distancia normalizada (m.kg<sup>-1/3</sup>)

R<sub>d</sub> = Distancia real

W<sub>TNT</sub> = 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 11-6 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 11-6 representa los dos tipos de explosiones (Santamaría Ramiro & Braña Aísa, 1998).

**Figura 11-6 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, se simuló la explosión de 10 toneladas de ANFO; 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 11-9.

**Tabla 11-9 Efectos de la sobrepresión establecidos para el análisis espacial**

Efectos de la Sobrepresión		PSI	kPa	Distancia Normalizada $Z$ (m/kg <sup>1/3</sup> )
1	Dstrucción 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) tomado de (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018).*



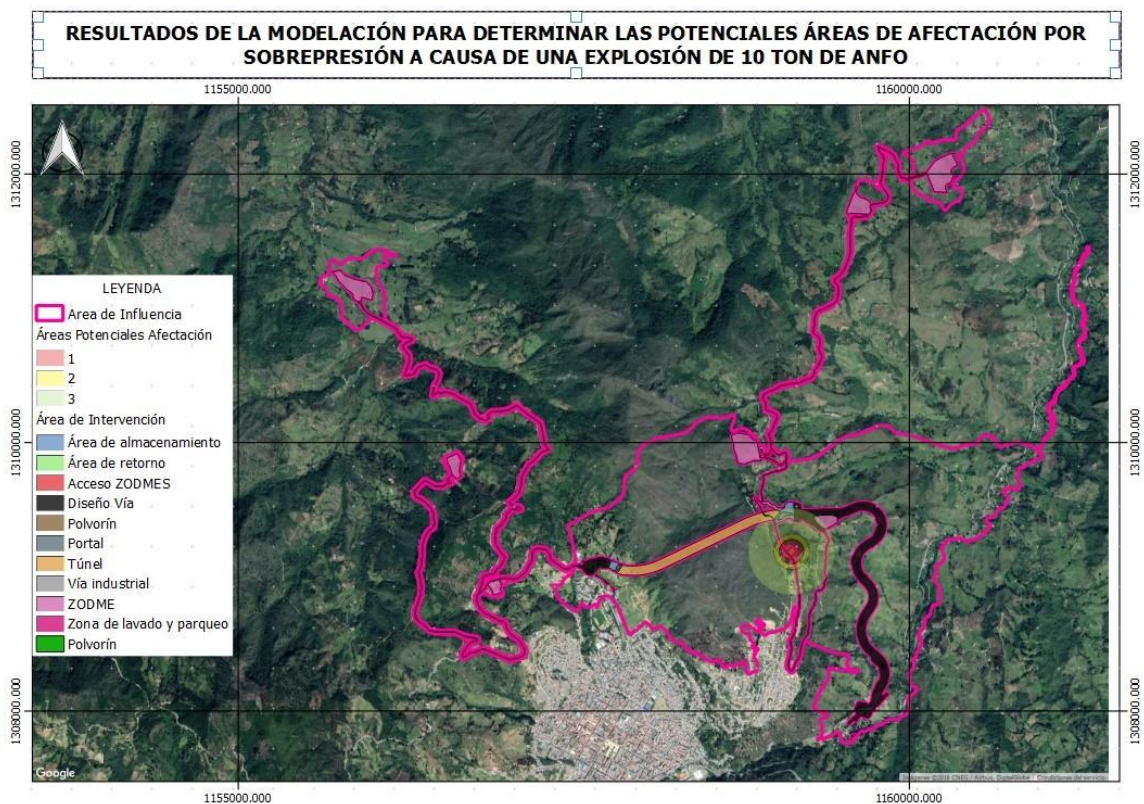
De esta forma, para dichas presiones se obtuvieron los valores de  $R_d$  (m) ilustrados en la Tabla 11-10, con los cuales se graficó la Figura 11-7 Y Figura 11-8.

**Tabla 11-10 Valores obtenidos en la modelación para  $R_d$**

kPa	Z ( $m/kg^{1/3}$ )	$W_{TNT}$	$R_d$ (m)
55,2	4,6	8.073,40	92,3
24,1	6,7		134,5
6,9	16		321

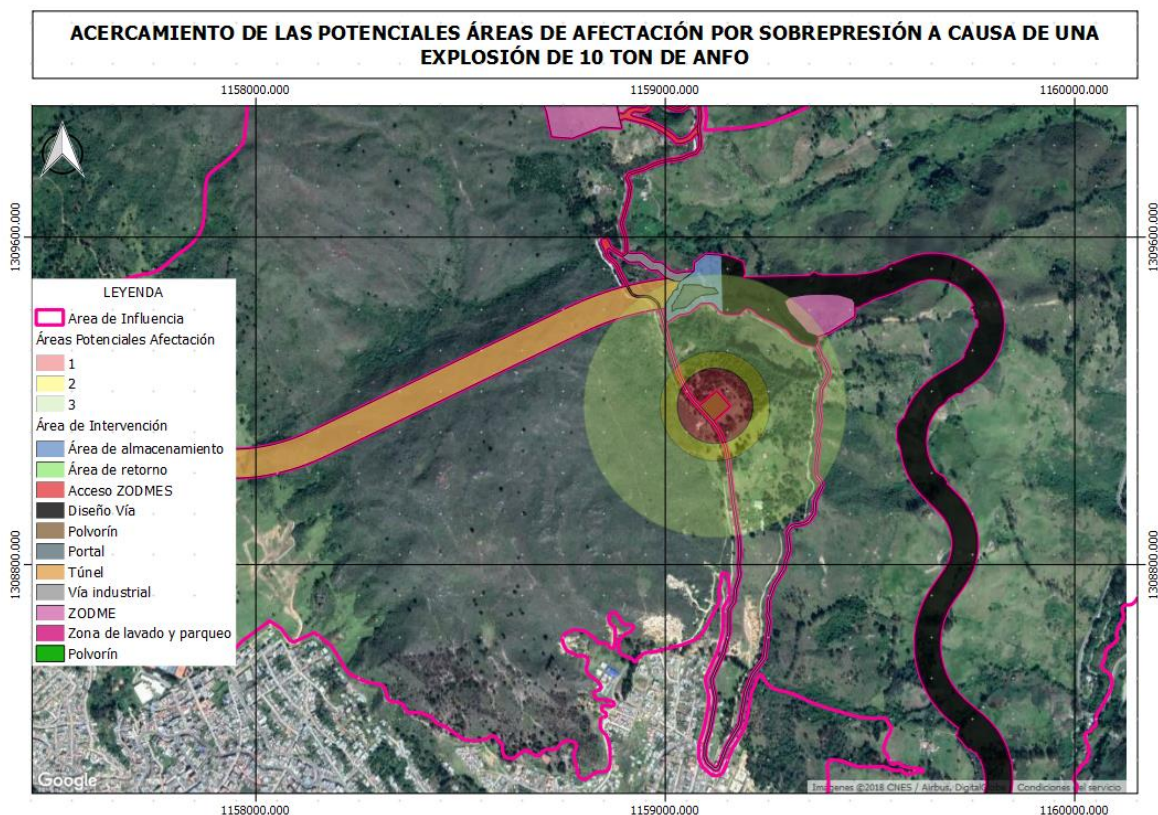
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Figura 11-7 Resultados de la modelación para determinar las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.

**Figura 11-8 Acercamiento de las potenciales áreas de afectación por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.

Dado que las áreas representadas en la Figura 11-7 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 11-11 para consolidar el comportamiento de la amenaza.

**Tabla 11-11 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)



En Colombia, de acuerdo al 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 11-11 se consideró la probabilidad de este tipo de eventos como 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 la envolvente ilustrada en la

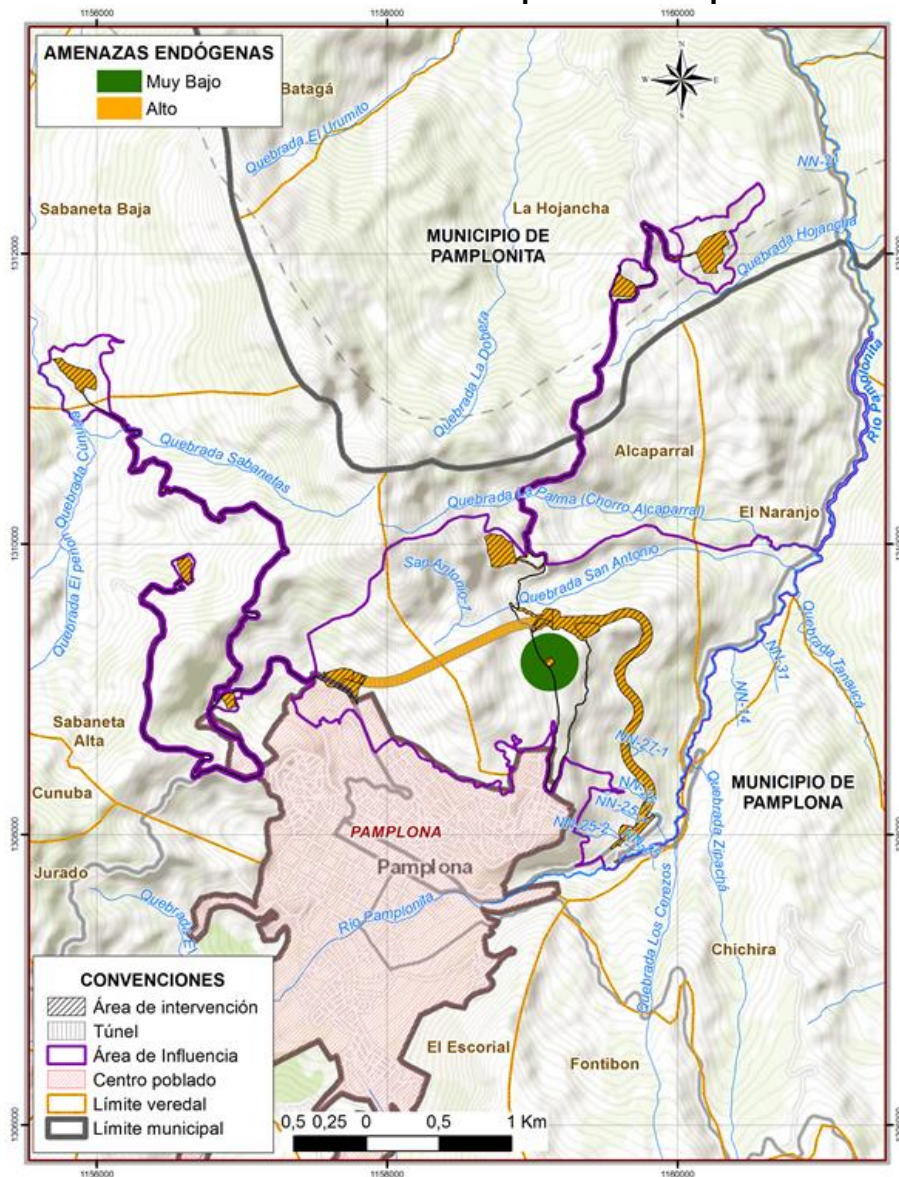
Figura 11-9

**Figura 11-9 Resultados del nivel de riesgo por sobrepresión a causa de una explosión de 10 ton de ANFO**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

### Figura 11-10 Nivel de amenaza a raíz de una explosión en el polvorín



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Derrames (B)

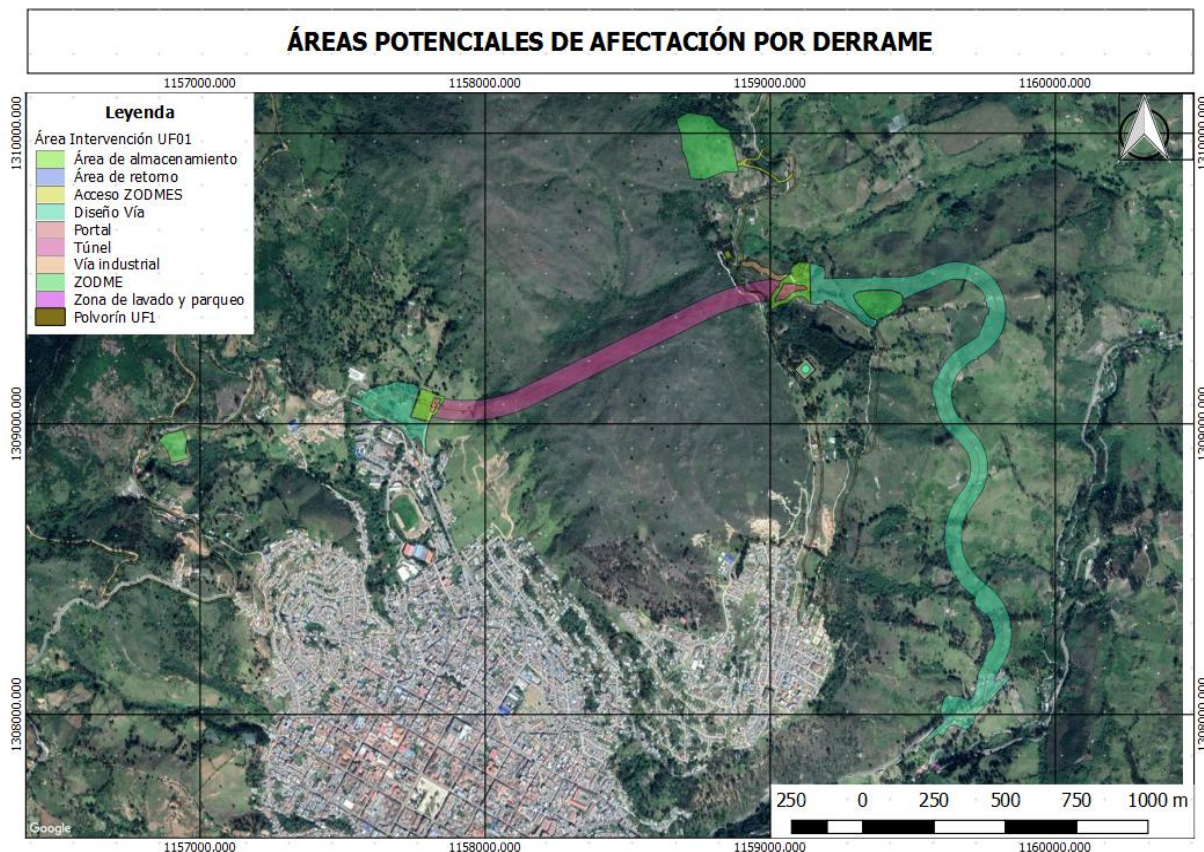
Un derrame en la etapa de construcción podría presentarse por una falla mecánica en las unidades de almacenamiento de combustibles o aceites usados en la maquinaria, vehículos o unidades de generación eléctrica, o una falla en la manipulación, transporte o almacenamiento de dichos productos.

El área potencial de afectación corresponde exactamente a las áreas de intervención; dado que los derrames generados por el tipo de actividad a desarrollar serían localizados y en pequeñas cantidades; por lo cual sus efectos sobre el componente ambiental serían



también reducidos. En la Figura 11-11 se presentan las potenciales áreas de afectación por esta amenaza.

**Figura 11-11 Áreas potenciales de afectación por derrame**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

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, que no presenta ningún cruce con el área de intervención.

- Accidentes laborales (C)

De acuerdo al 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 11-11.

- Accidentes de tránsito (D)

De acuerdo al 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 podría incrementar y por ende aumentar la probabilidad de este tipo de eventos

### ***Amenazas de origen externo (exógenas)***

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

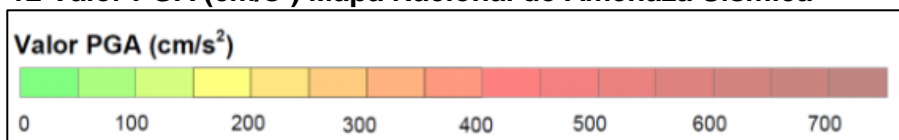
- Amenazas Naturales

- Sismicidad

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 ingles), 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 ( $\text{cm/s}^2$ ) en un rango desde 0 hasta mayor de 350 PGA. Para el área de influencia de la UF1, estos valores van de 300 a 350, localizándose en un área con susceptibilidad Alta (Figura 11-12 y

Tabla 11-12).

**Figura 11-12 Valor PGA ( $\text{cm/s}^2$ ) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica**



Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

**Tabla 11-12 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia UF1 (resaltado en rojo)**

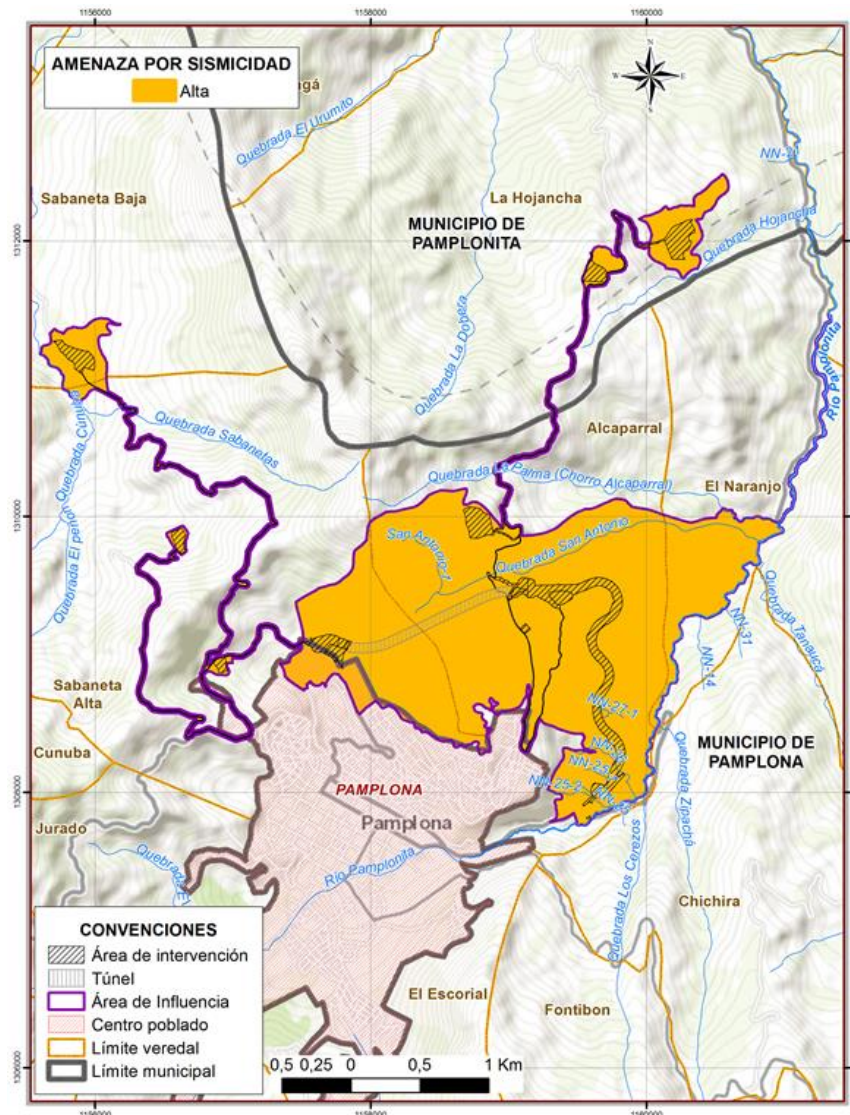
UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (UCP)	PESO	SUSCEPTIBILIDAD
0 – 50 PGA (cm/s <sup>2</sup> )	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s <sup>2</sup> )	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s <sup>2</sup> )	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s <sup>2</sup> )	4	Alta
>350 PGA (cm/s <sup>2</sup> )	5	Muy alta

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En la Figura 11-13 se presenta el mapa de amenaza sísmica para el Área de Influencia de la UF1, donde se evidencia que esta se ubica en su totalidad en zona de amenaza sísmica Alta, presentando un rango de PGA entre 250 y 350 cm/s<sup>2</sup>, zona que 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 (en Venezuela), y la falla frontal de la cordillera oriental (del lado colombiano), además de ser aledaña a uno de los puntos alarmantes en el ámbito nacional: el nido de Bucaramanga, el cual es el segundo nido sísmico más activo del mundo.



Figura 11-13 Amenaza Sísmica



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

La amenaza sísmica no se contempló en el consolidado de amenazas totales ni en los resultados del análisis de riesgos cartográfico dado que presenta una valoración alta para toda el área de influencia y de esta forma enmascararía las otras amenazas analizadas. Adicionalmente, en los reportes estadísticos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres desde el año 1998 al año 2017 solo se reportó 1 evento sísmico con consecuencias, en la fecha del 10 de Marzo de 2015. El CDGRD de Norte de Santander reportó que se presentó 1 vivienda averiada, 4 centros educativos afectados, 1 centro de salud afectado, 2 iglesias averiadas y se presentó por deslizamiento en el km201.



○ Amenaza Geotécnica

Para la Unidad Funcional 1, 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, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

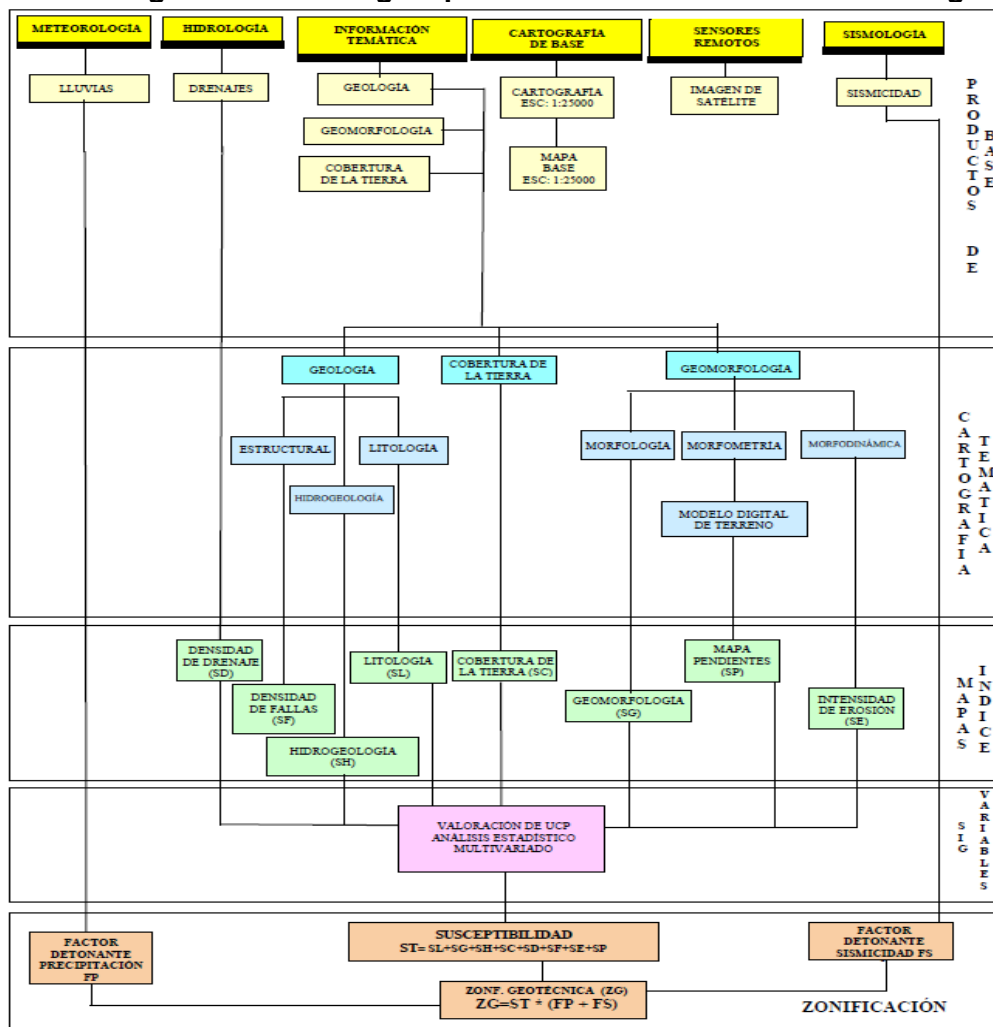
Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999)<sup>2</sup>,

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 1:25.000 del IGAC; incluyendo curvas de nivel, 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.

<sup>2</sup>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.

**Figura 11-14 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 11-13.

**Tabla 11-13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables**

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3

Categoría de susceptibilidad	Peso
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

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 píxeles de igual valor.

Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se remplazó 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 11.14 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia, su descripción, peso y justificación.

**Tabla 11-14 Valores de susceptibilidad por litología**

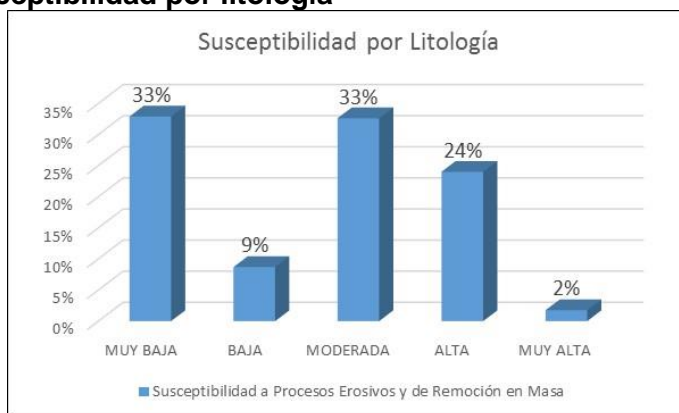
Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qant	Depósito antrópico	5	Ksl	Formación La Luna	3
CA	Cauce activo	5	Kic	Formación Capacho	3
Qc	Depósito coluvial	5	Kitm	Formación Tibú y Mercedes	2
Qca	Depósito coluvioaluvial	5	Jg	Formación Girón	2
Qal	Depósito aluvial	4	Kia	Formación Aguardiente	1
Qt	Depósito de terraza	4	PDo	Ortoneis	1
Qft	Depósitos fluvio-atorrenciales	4	Tpb	Formación Barco	1
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3			

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-15 se grafican los resultados porcentuales de la sectorización del área de influencia según los pesos establecidos para las litologías presentes. El 33% del área se determina como de muy baja susceptibilidad a procesos de erosión y remoción en masa, correspondiendo a las formaciones geológicas Aguardiente (Kia), y Ortoneis (PDo); un 9%

del área, con litología de la formación Tibú Mercedes (Kitm), presenta susceptibilidad baja; un 33%, conformado por materiales de las formaciones La Luna (Ksl), Colón y Mito Juan (Kscm), Capacho (Kic), Barco (Tpb), y de depósitos de terraza (Qt), presenta susceptibilidad moderada; un 24% del área de influencia presenta susceptibilidad alta en relación con la litología, correspondiente a depósitos antrópicos (Qant), depósitos coluviales (Qc), depósitos coluvioaluviales (Qca) y depósitos fluviotorrenciales (Qft); el 2% del área de influencia restante presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción en masa, correspondiente a depósitos aluviales (Qal) frecuentemente expuestos a la acción de la corriente de agua.

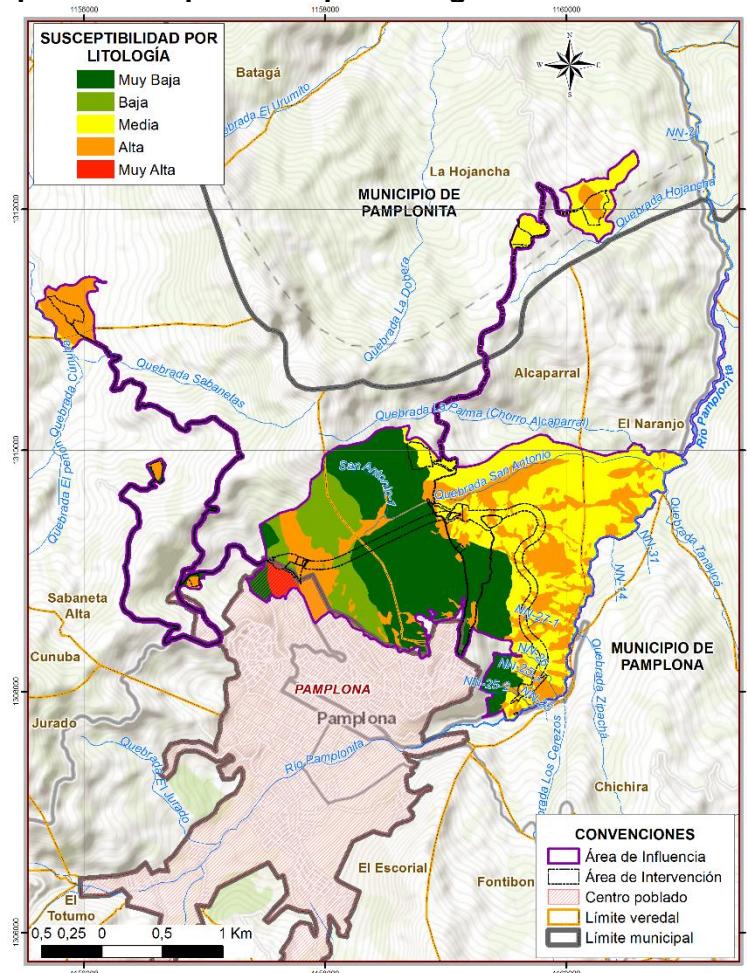
**Figura 11-15 Susceptibilidad por litología**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-16 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por litología.

**Figura 11-16 Mapa de susceptibilidad por litología**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

#### ■ Geomorfología (SG)

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 cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), cono de talus (SDct), cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (SDdtr), y de cauce aluvial (Fca); considerados de muy alta susceptibilidad. En segundo lugar, considerados de susceptibilidad alta se encuentran las geoformas de flancos de canteras (Afc), por la conformación de taludes de corte. En tercer lugar, con carácter de susceptibilidad moderada se encuentran las geoformas de espolón moderado (SDefesmc, SDefesmm y SDefesml), los conos de deyección (Fcdy), las superficies de explanación (Asp), las terrazas de acumulación (Fta) y las laderas de contrapendiente (Slcp). Las áreas con geoformas de ladera campos y llenos antrópicos (Ar), altiplano (Sda), lomo denudado bajo de longitud larga, y de ladera estructural, presentan susceptibilidad baja. Finalmente, con susceptibilidad baja asociada a la alta estabilidad del terreno debida a su suave pendiente se encuentran las geoformas de glaciés de acumulación (SDga) y de terraza o berma de fallamiento.

En la Tabla 11-15 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 11-15 Valores de susceptibilidad por geomorfología**

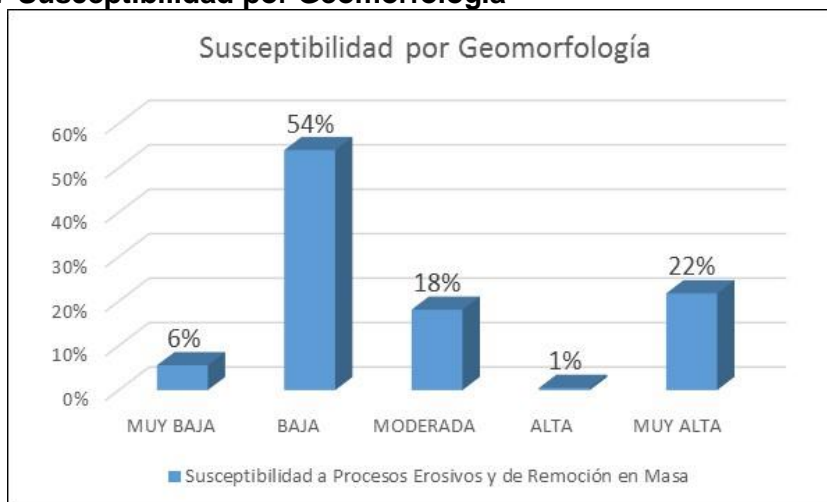
SIMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	PESO
SDco	Cono o Lóbulo coluvial y de solifluxión	5
SDct	Cono de Talus	5
SDdrt	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	5
SDdtr	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	5
Fca	Cauce aluvial	5
Afc	Flancos de Canteras	4
SDefesmc	Espolón festoneado moderado de longitud corta	3
SDefesml	Espolón festoneado moderado de longitud larga	3
SDefesmm	Espolón festoneado moderado de longitud media	3
Fcdy	Cono de deyección	3
Asp	Superficies de explanación	3
Fta	Terraza de Acumulación	3
Slcp	Ladera de Contrapendiente	3
Ar	Campos y llenos antrópicos	2
Sda	Altiplano	2
SDldebl	Lomo Denudado bajo de longitud larga	2

SIMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	PESO
SDle	Ladera estructural	2
SDlo	Ladera Ondulada	2
SDga	Glacis de Acumulación	1
SDBf	Terraza o berma de fallamiento	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 11-17 muestra que por la variable de Geomorfología el 22% del área de influencia se localiza en terrenos de muy alta susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa; el 18% de la zona se encuentra en terrenos de moderada susceptibilidad a dichos procesos; el 54% del área presenta susceptibilidad baja, y el 6% susceptibilidad muy baja.

**Figura 11-17 Susceptibilidad por Geomorfología**



Fuente: AECOM – ConCol, 2018

En la

Figura 11-18 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por geomorfología.

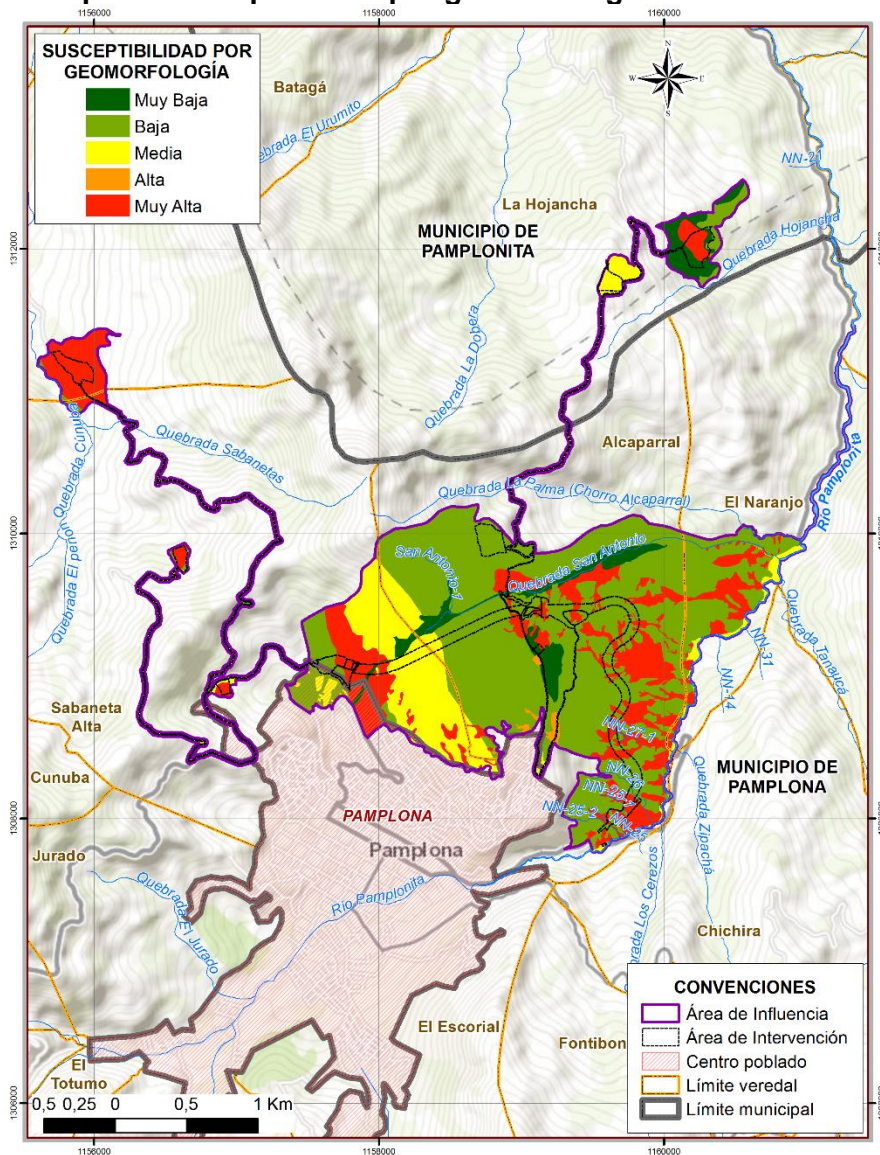
#### ▪ Hidrogeología (SH)

Las diferentes formaciones geológicas se consideran a nivel de este estudio como complejo hidrogeológico independiente; luego, cada uno de estos complejos se agrupan 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 Tabla 11-16 se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.



**Figura 11-18 Mapa de susceptibilidad por geomorfología**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

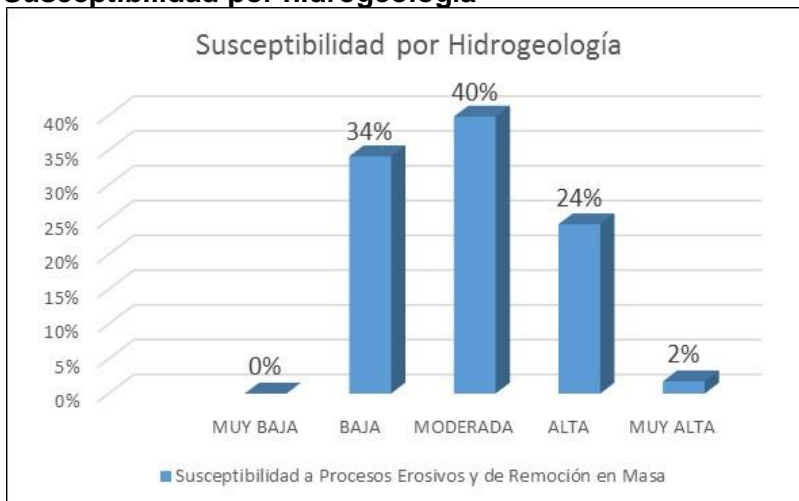
**Tabla 11-16 Valores de susceptibilidad por hidrogeología**

SÍMBOLO	(UCP)	PESO
Qal	Depósito aluvial	5
Qc	Depósito coluvial	4
Qca	Depósito coluvioaluvial	4
Qft	Depósito fluviotorrencial	4
Qt	Depósito de terraza	4
Qant	Depósito antrópico	3
Kic	Formación Capacho	3
Kitm	Formación Tibú y Mercedes	3
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3
Ksl	Formación La Luna	3
Tpb	Formación Barco	3
Kia	Formación Aguardiente	2
PDo	Ortoneis	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-19 se muestra la susceptibilidad a movimientos en masa por la variable hidrogeología. El 34% del área presenta susceptibilidad por factores hidrológicos baja; el 40% del área presenta susceptibilidad moderada; el 24% del área presenta susceptibilidad alta; y el 2% del área de influencia presenta susceptibilidad muy alta.

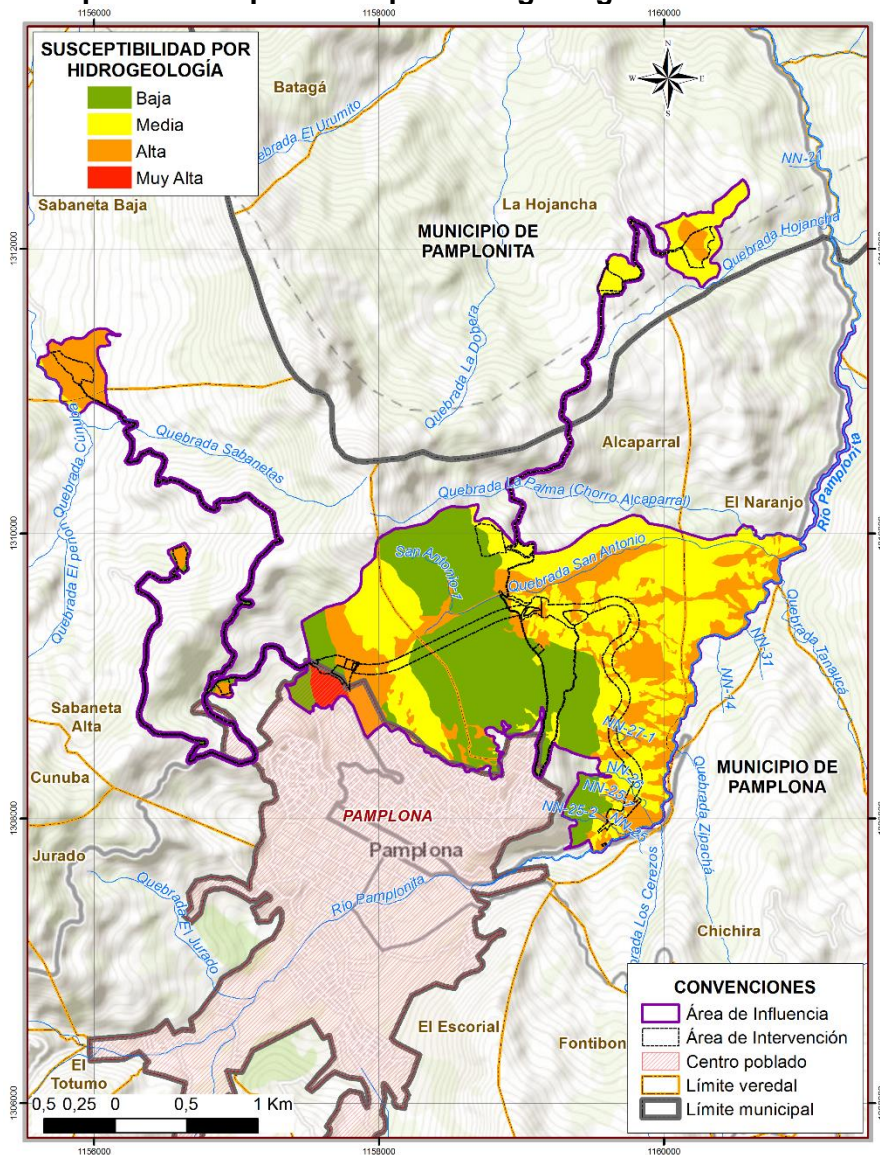
**Figura 11-19 Susceptibilidad por hidrogeología**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-20 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 11-20 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018



### ▪ 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 radicales, 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.

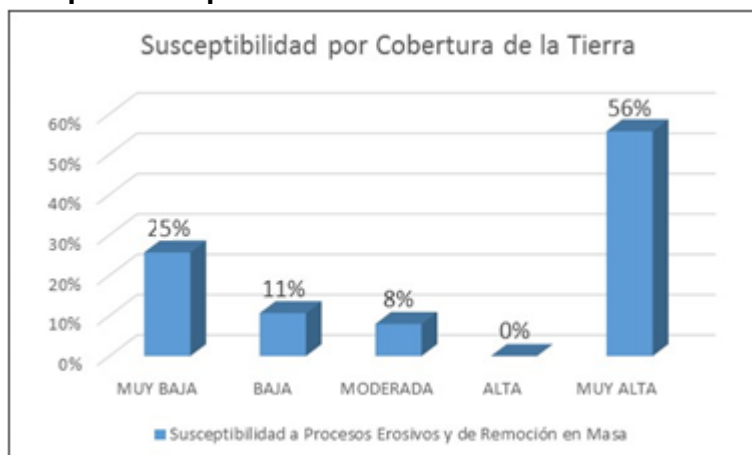
**Tabla 11-17 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (UCP)	PESO
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Mosaico de pastos y cultivos	5
Pastos arbolados	5
Pastos enmalezados	5
Pastos limpios	5
Río	5
Zonas de extracción de material de construcción	5
Construcciones Rurales	3
Red vial	3
Tejido urbano continuo	3
Tejido urbano discontinuo	3
Zonas comerciales	3
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2
Tros cultivos permanentes arbustivos	2
Arbustal denso alto	1
Arbustal denso bajo	1
Bosque de galería y ripario	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 11-21 muestra que el 56% de la UF2 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por cobertura de la tierra, correspondiente a las áreas dominadas por pastos; el 25% presenta susceptibilidad muy baja, relacionada con áreas boscosas; el 11% del área presenta susceptibilidad baja mientras que el 8% presenta susceptibilidad moderada a dichos procesos.

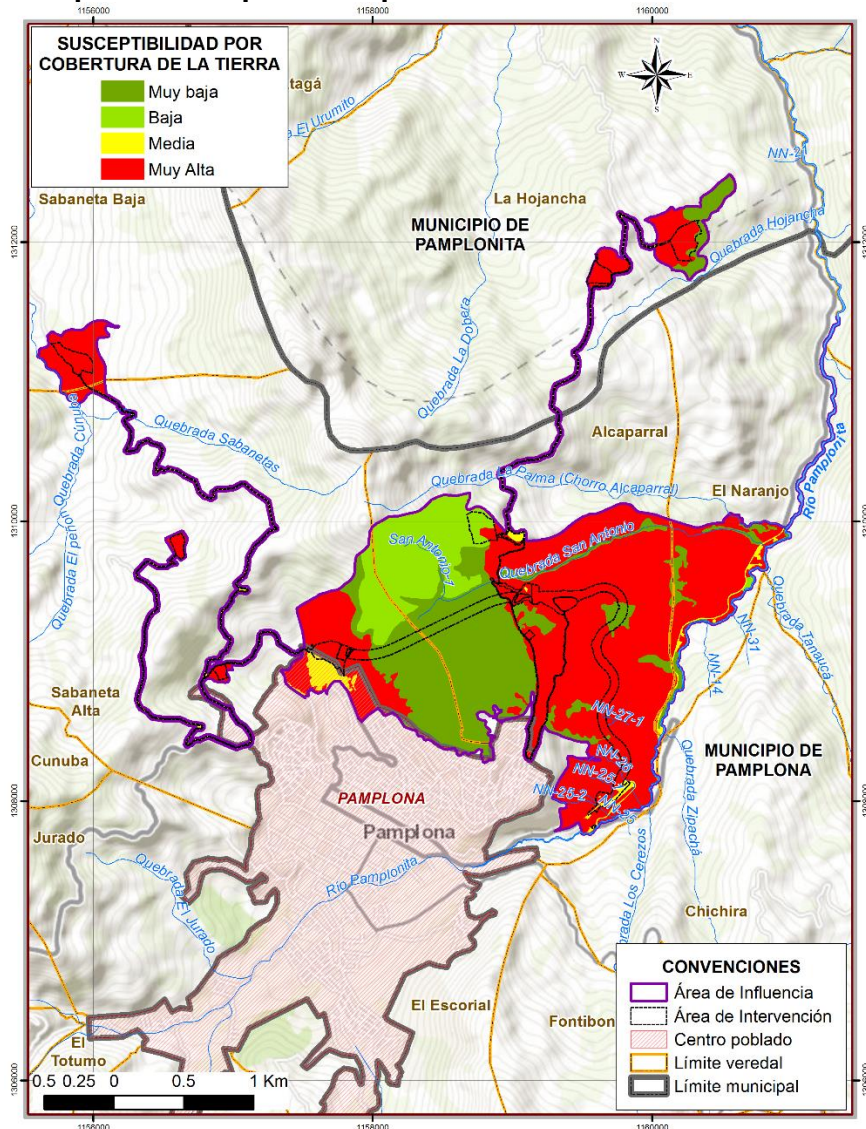
**Figura 11-21 Susceptibilidad por cobertura de la tierra**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-22 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por cobertura de la tierra.

**Figura 11-22 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018



### ▪ 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 11-18).

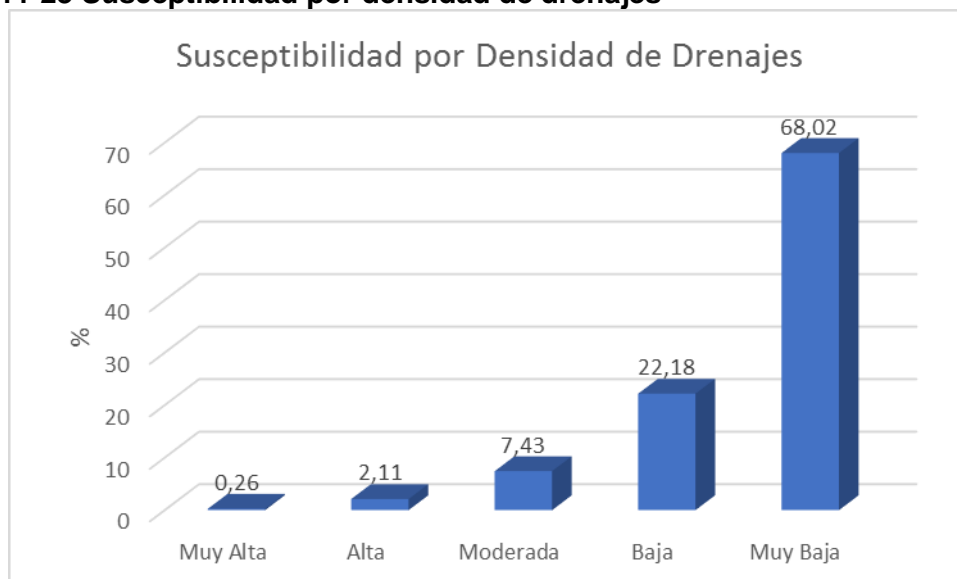
**Tabla 11-18 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes**

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) ( $m/m^2$ )	Peso
0 – 0,005	1
0,006 – 0,015	2
0,016 – 0,025	3
0,026 – 0,035	4
> 0.035	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-23 se muestra que el 68% del área de influencia presenta muy baja susceptibilidad a fenómenos de remoción por densidad de drenajes, el 22% es de susceptibilidad baja, el 7% es de susceptibilidad moderada y el 2% del área presenta susceptibilidad alta.

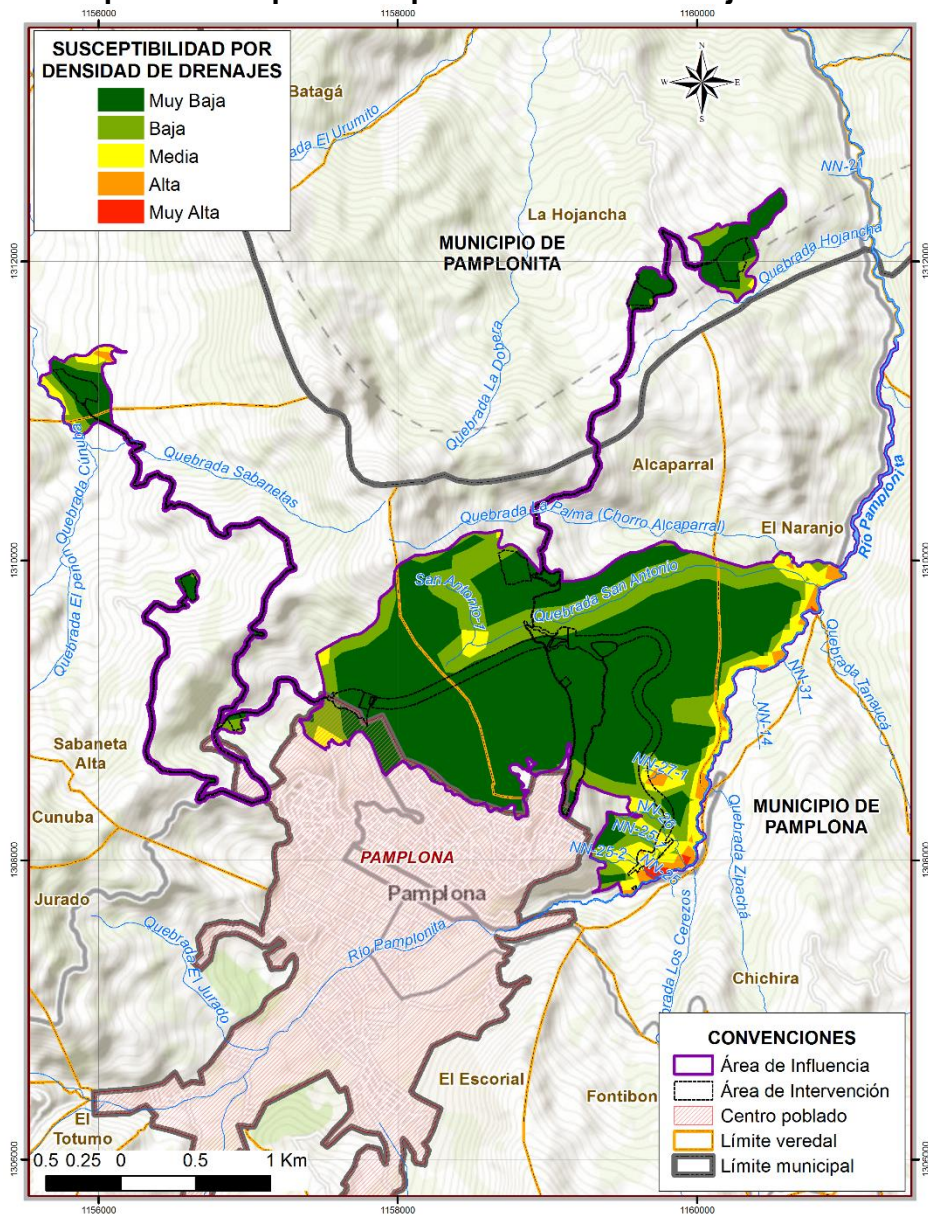
**Figura 11-23 Susceptibilidad por densidad de drenajes**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-24 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por densidad de drenajes.

**Figura 11-24 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Densidad de Fallas Geológicas (SF)**

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 desarrollo de zonas de debilidad de las mismas, 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 de la Tabla 11-19.

**Tabla 11-19 Ponderación de fallas según su tipo**

Tipo de fallas	Ponderación
Falla definida	4
Falla inferida	3
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	3
Lineamiento fotogeológico	3
Pliegue anticlinal	2
Pliegue sinclinal definido con cabeceo	2
Eje Sinclinal	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

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 de la siguiente manera.

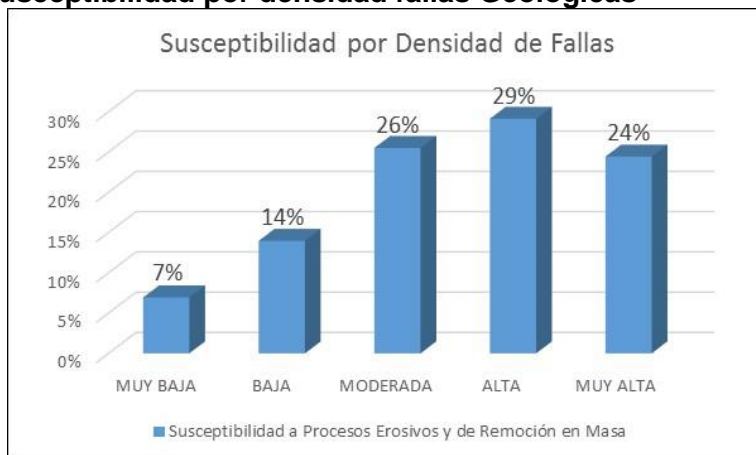
**Tabla 11-20 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas**

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) ( $m/m^2$ )	Peso
0.000 – 0.003	1
0,004 - 0,006	2
0,006 - 0,009	3
0,010 - 0,012	4
> 0.012	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-25 se muestra que el 24% del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por densidad de fallas geológicas; el 29% del área es de alta susceptibilidad; el 26% de moderada; el 14% de baja susceptibilidad y el 7% de muy baja susceptibilidad.

**Figura 11-25 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-26 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.

#### ▪ 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.

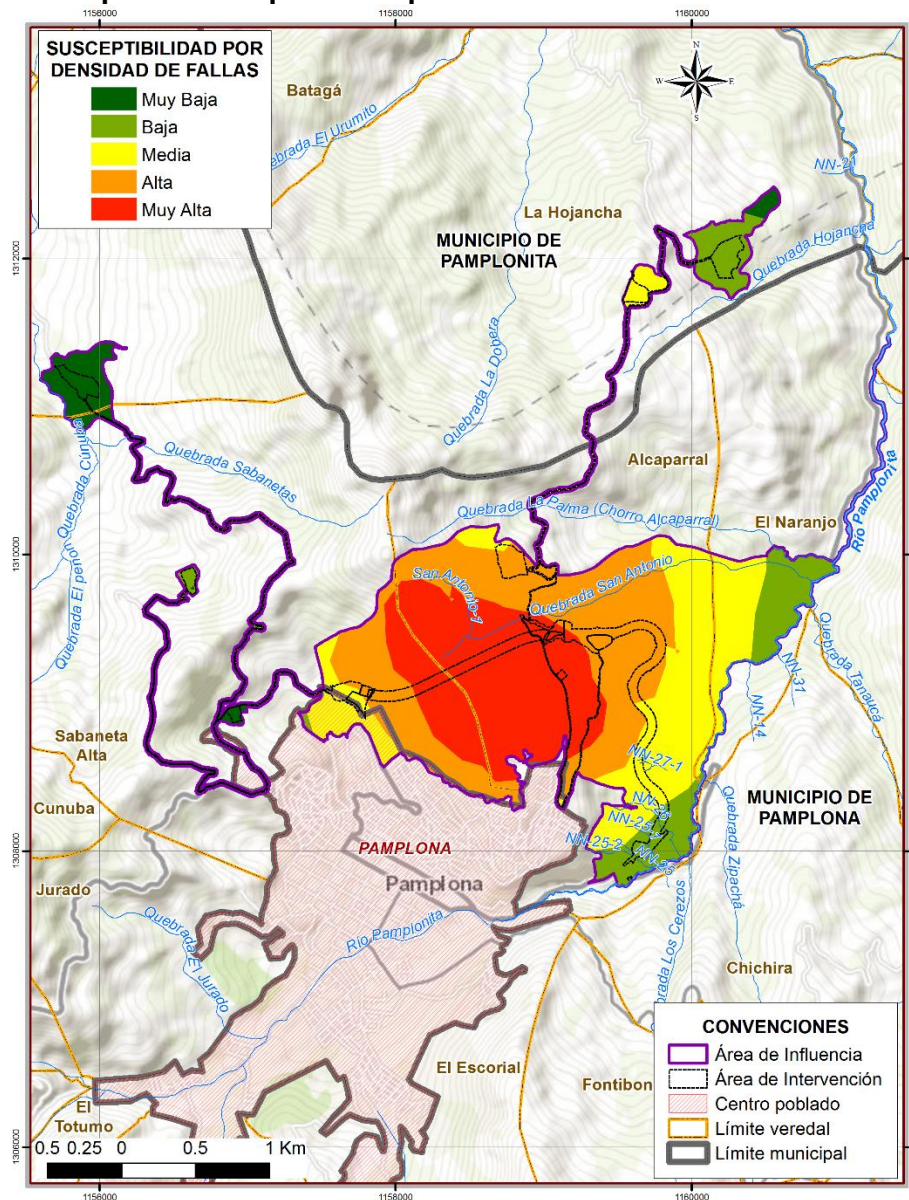
**Tabla 11-21 Valores de susceptibilidad por pendientes**

Unidad Cartográfica de Parámetro		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
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



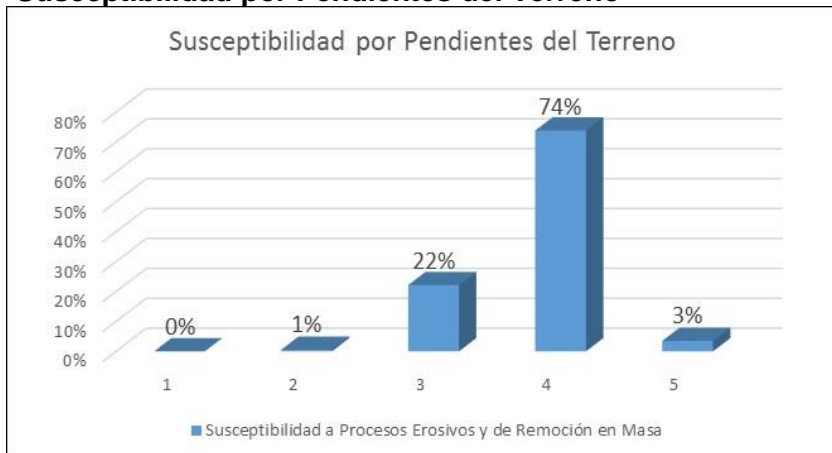
**Figura 11-26 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 11-27 muestra que el 74% del Área de Influencia de la UF 1 es de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa según la inclinación del terreno (pendientes entre 25-75%), el 22% es de susceptibilidad moderada (pendientes entre 7-25%), el 3% es de muy alta susceptibilidad (pendientes >75%) y menos del 2% presenta baja o muy baja susceptibilidad ((pendientes <7%).

**Figura 11-27 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 11-28 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.

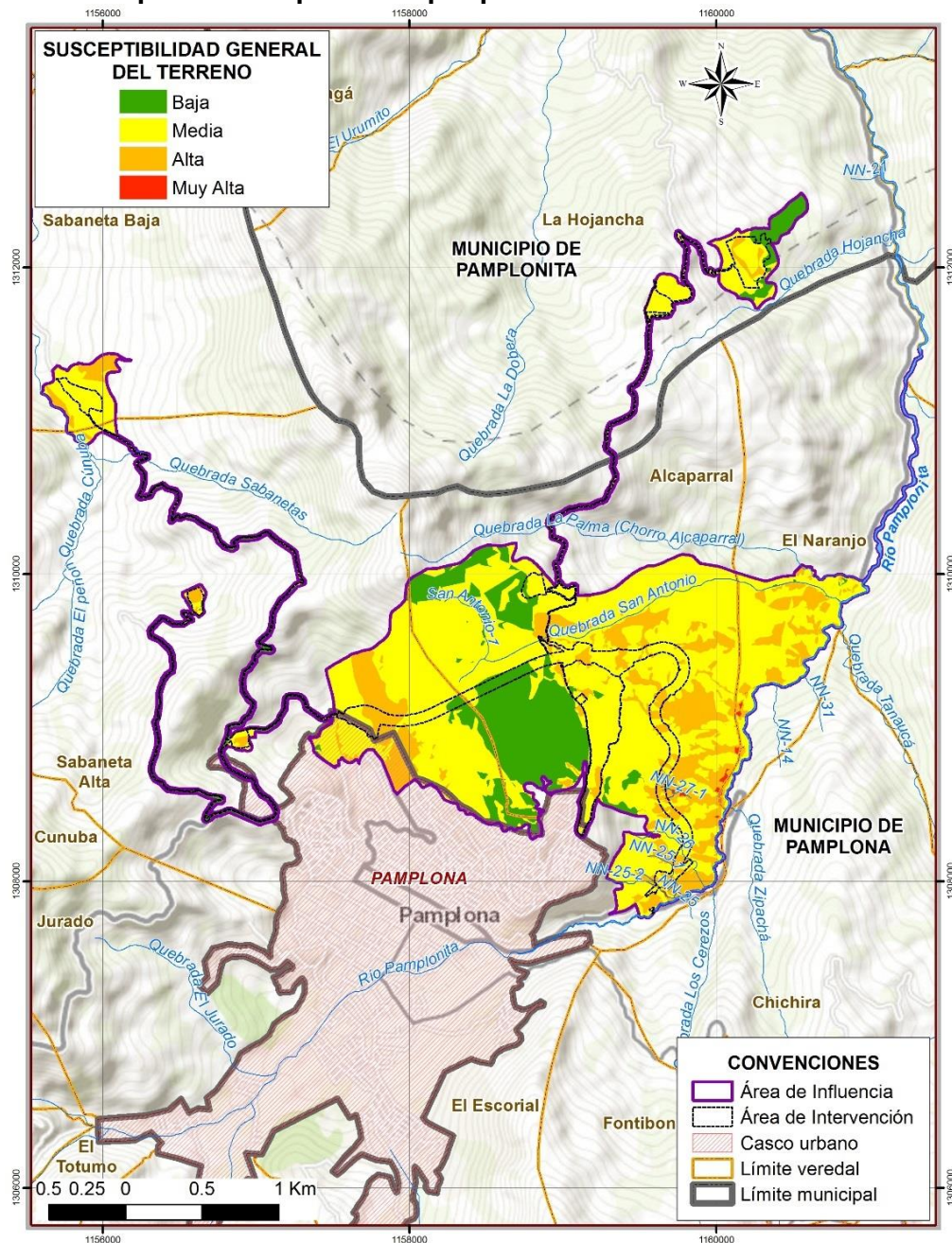
#### ▪ Morfodinámica (SE)

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; la Unidad Funcional 1 se trabajó con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017), de Bing y fotografías aéreas del año 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, desprendimientos de rocas y explotación de canteras; delimitando aproximadamente las áreas que encierran dichos procesos mediante polígonos y resaltando con líneas los escarpes y cicatrices de deslizamiento.



**Figura 11-28 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos, considerados de susceptibilidad muy alta; en segundo lugar de acuerdo con la susceptibilidad del terreno se encuentran los procesos de remoción en masa inactivos, 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;

las áreas de cantera o con erosión en cárcavas también se clasifican como de susceptibilidad moderada (Ver Tabla 11-22).

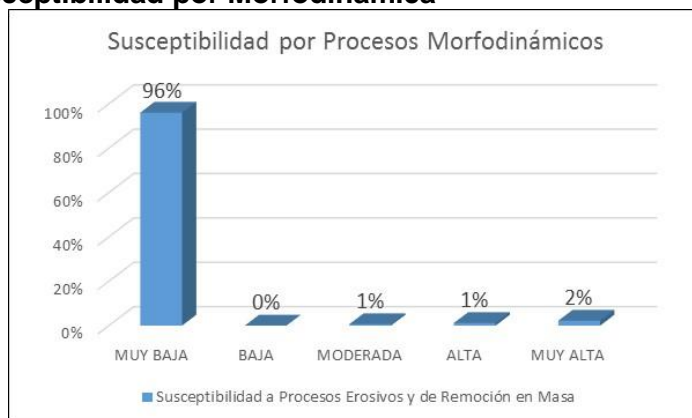
**Tabla 11-22 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos**

Procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa	Peso
Deslizamiento activo	5
Deslizamiento inactivo	4
Deslizamiento estabilizado	3
Desprendimiento de rocas	3
Cantera	3
Erosión en cárcavas	3

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-29 se muestra que la mayor parte del área, con un 96% del total es de muy baja susceptibilidad a procesos de remoción por influencia de procesos morfodinámicos, correspondiente a las zonas donde no existen procesos erosivos o estos se limitan a erosión laminar; y un 2% del área presenta susceptibilidad muy alta, correspondiente a las zonas afectadas por procesos de remoción en masa activos, en los que se tuvieron en cuenta incluso procesos menores de pequeños movimientos con desprendimientos superficiales originados en terracetas por sobrepastoreo. El restante 2% del área es de susceptibilidad moderada a alta, correspondiente a las zonas de erosión en cárcavas, y zonas estabilizadas con obras civiles o con rasgos de procesos inactivos.

**Figura 11-29 Susceptibilidad por Morfodinámica**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-30 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por morfodinámica.

### ▪ 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.

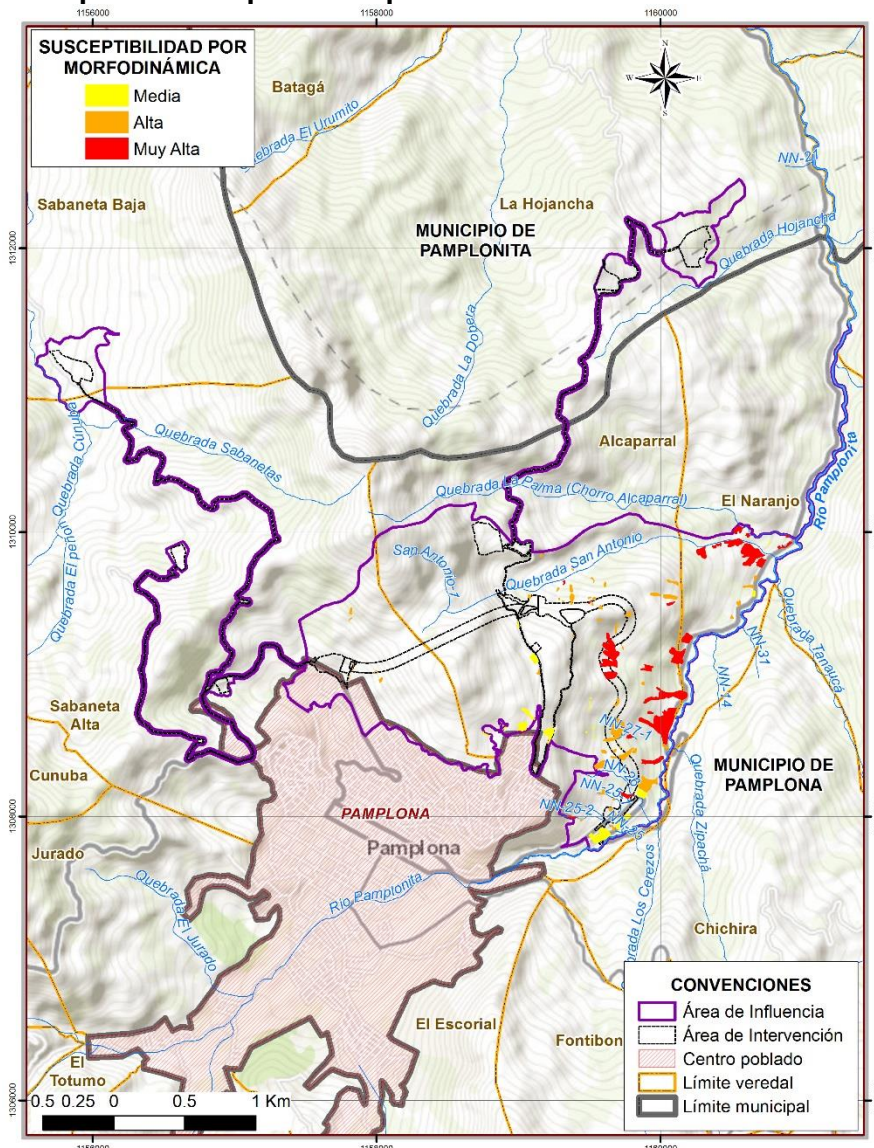
SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.

SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.

SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.



**Figura 11-30 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 13 y 34. Se establecen los siguientes 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 11-23.

**Tabla 11-23 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno**

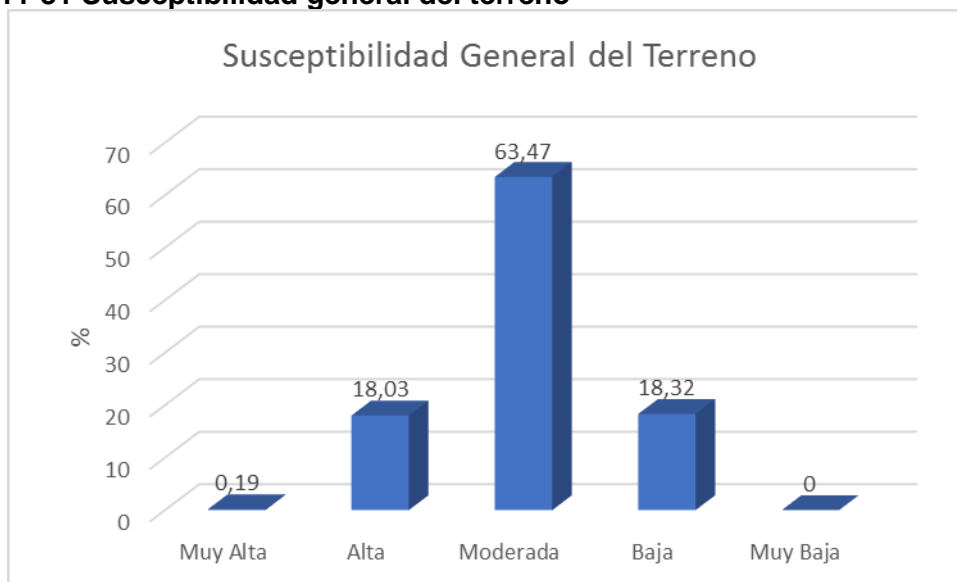
INTERVALOS	PESO	CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD
1 – 8	1	Muy Baja
9 – 16	2	Baja

INTERVALOS	PESO	CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD
17 – 24	3	Moderada
25 – 32	4	Alta
> 32	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-31 se observa la distribución de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de influencia. El 63% del área es de moderada susceptibilidad a movimientos en masa, correspondiendo a zonas con procesos menores, inactivos o esporádicos de remoción en masa, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. El 18% es de baja a muy baja susceptibilidad, relacionado con zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa, en donde la combinación de parámetros como litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distanciado de fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea, favorecen la estabilidad geotécnica; finalmente, el restante 18% del Área de Influencia es de alta susceptibilidad, con zonas de depósito coluvial, de suelos residuales arcillosos húmedos o de rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.

**Figura 11-31 Susceptibilidad general del terreno**

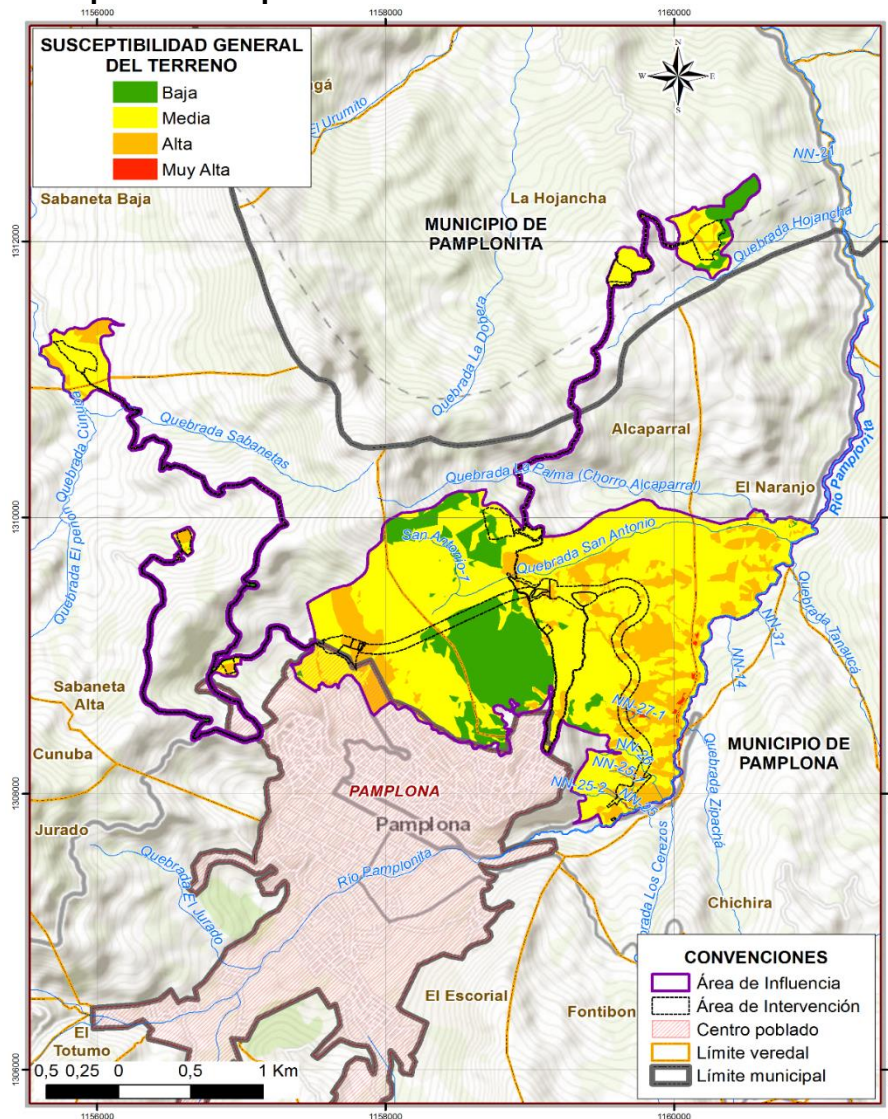


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-32 se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.



**Figura 11-32 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- **Factores detonantes**

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

- **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 Tabla 11-24 se presentan los rangos de precipitación y su calificación asociados como factor detonante de procesos erosivos y de de remoción en masa.

**Tabla 11-24 Intervalos de categoría de precipitación**

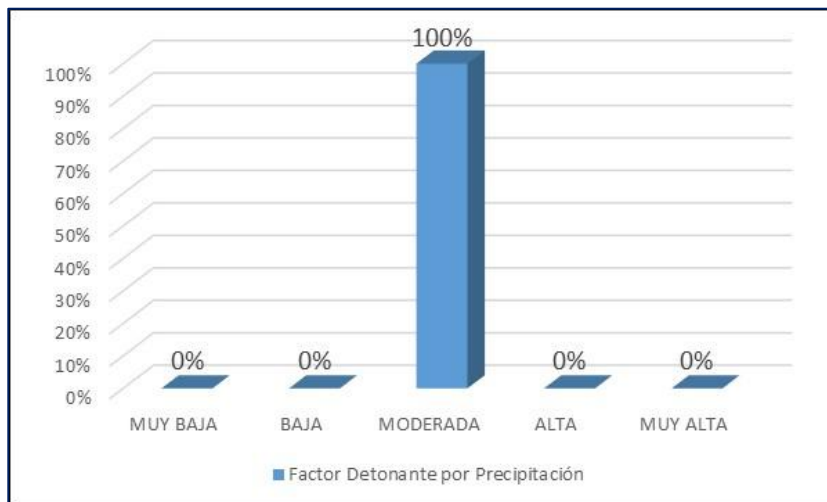
Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
0 a 200	Muy Baja	1
200 – 800	Baja	2
800 – 1500	Moderada	3
1500 – 2500	Alta	4
>2500	Muy Alta	5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 11-33 y la

Figura 11-34 muestran la influencia de la precipitación como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa en la Unidad Funcional 1; con el 84% del área con susceptibilidad baja y el 16% con susceptibilidad moderada a movimientos en masa.

**Figura 11-33 Factor detonante por Precipitación**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018



**FACTOR DETONANTE POR PRECIPITACIÓN**

Media

**CONVENCIONES**

- Área de Influencia
- Área de Intervención
- Centro poblado
- Límite veredal
- Límite municipal

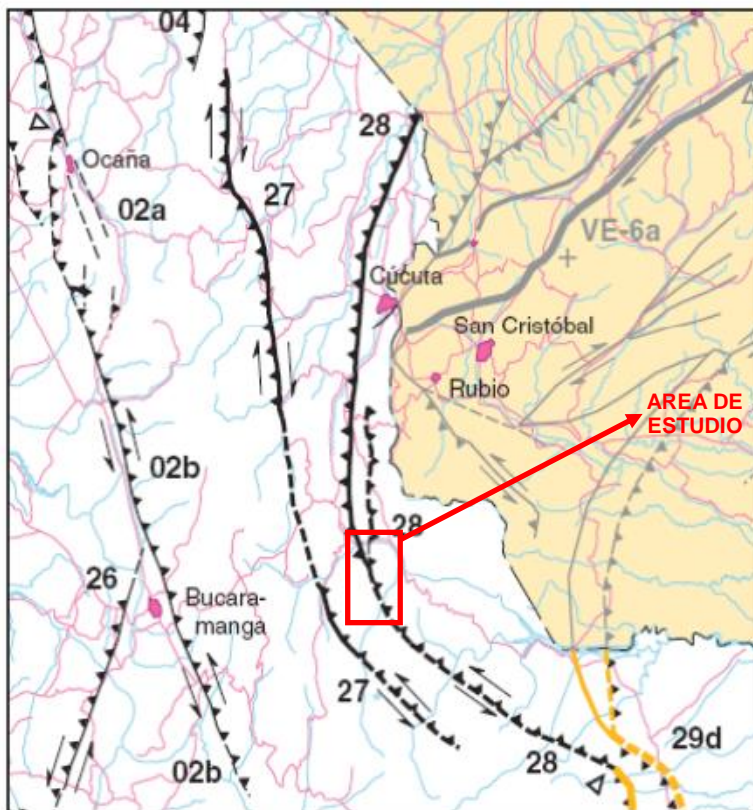
Corredor 4G Pamplona – Cúcuta  
Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona  
Capítulo 11.1.3 Planes y Programas – Plan Gestión del Riesgo

## □ Sismicidad (FS)

La Unidad Funcional 1 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. En la zona donde se encuentra la Unidad Funcional 1 se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N-S, que conforman bloques y pliegues en dirección NNE-SSW. El área de influencia, 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. En la Figura 11-35 se puede observar el fallamiento geológico de la zona, notándose que el área de estudio es cruzada por el sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

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.

**Figura 11-35 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)**



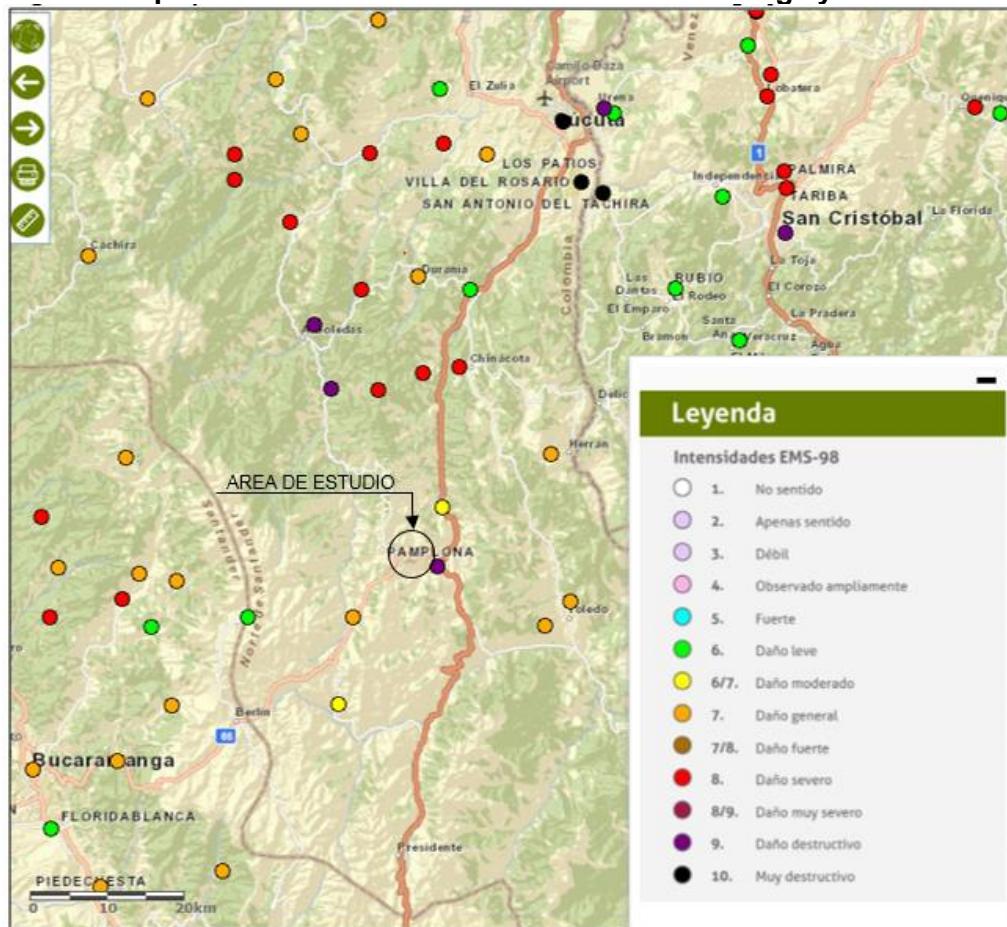
Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

La

Figura 11-34 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. La Unidad Funcional 1 queda en cercanías del casco urbano del municipio de Pamplona, ubicado aproximadamente en la parte central de la Figura. Se destaca el registro histórico de sismos con intensidades de daño general, severo y destructivo en la región; especialmente el sismo de daño destructivo ocurrido en Pamplona el 15 de febrero de 1796, a escasos kilómetros de la UF1.



**Figura 11-36. 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 estructurasismogénicas 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/s²) en un rango desde 50 – 250 PGA como se ilustra en la Tabla 11-25.

**Tabla 11-25 Intervalos de categorías de sismicidad**

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

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La totalidad del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 se ubica en el rango de 250 a 350 PGA, que corresponde a amenaza sísmica alta (Ver Figura 11-37), Lo cual va en línea con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, que cataloga el Municipio de Pamplona como de amenaza sísmica alta, con valores de aceleración horizontal pico efectiva Aa de 0.30, y de velocidad pico efectiva Av de 0.25.

#### ▪ 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.

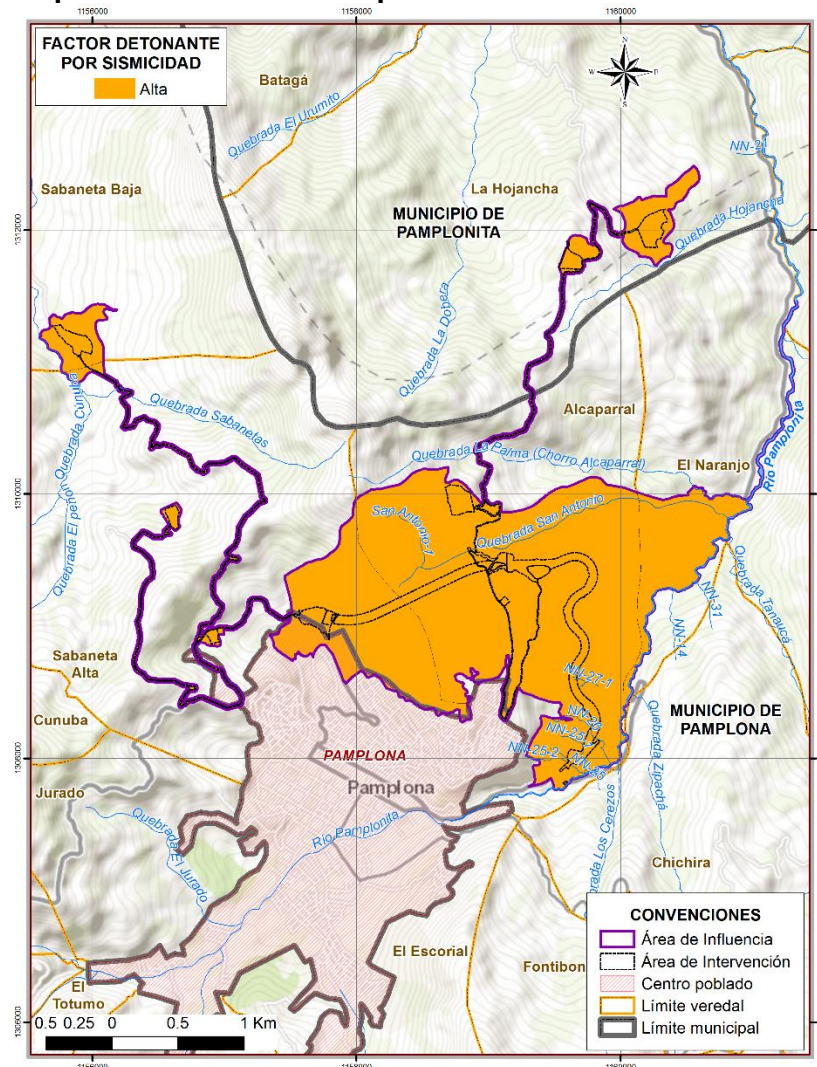
La zonificación geotécnica del área de estudio se dividió en cinco categorías de amenaza (Tabla 11-26), que van desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

**Tabla 11-26 Categorías para la zonificación geotécnica**

Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 5	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
6 – 15	IIIA	Baja	Alta	2
16 – 25	II	Moderada	Moderada	3
26 – 35	IB	Alta	Baja	4
>35	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

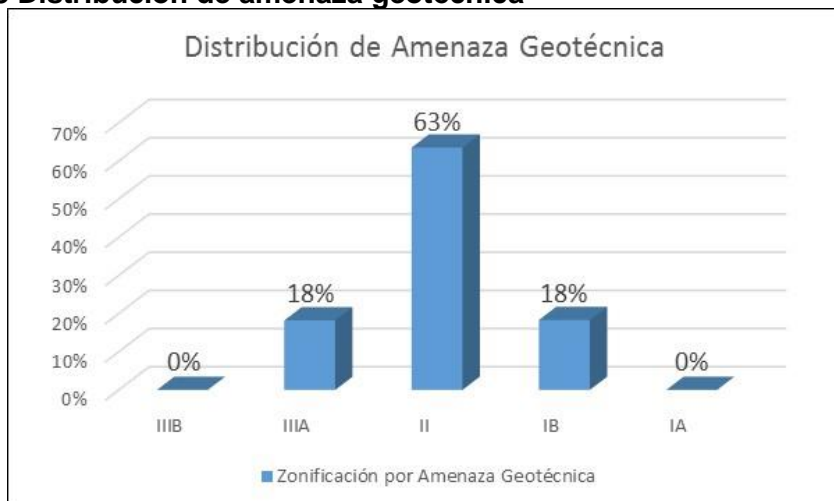
**Figura 11-37 Mapa de factor detonante por sismicidad**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 11-38 y en la Figura 11-39 se observa la distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del área de influencia, donde el 63% es de amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18% presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

**Figura 11-38 Distribución de amenaza geotécnica**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Tabla 11-27 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.



**AMENAZA GEOTÉCNICA**

- Baja
- Media
- Alta

**CONVENCIONES**

- Área de intervención
- Túnel
- Área de Influencia
- Centro poblado
- Límite veredal
- Límite municipal

**Tabla 11-27 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica**

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
IIIB	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa, relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 2 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.	0
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 favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta	100,1



Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
			humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	
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 y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.	346,9
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos 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 depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.	99,5
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 2 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.	0

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

○ Inundación

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)

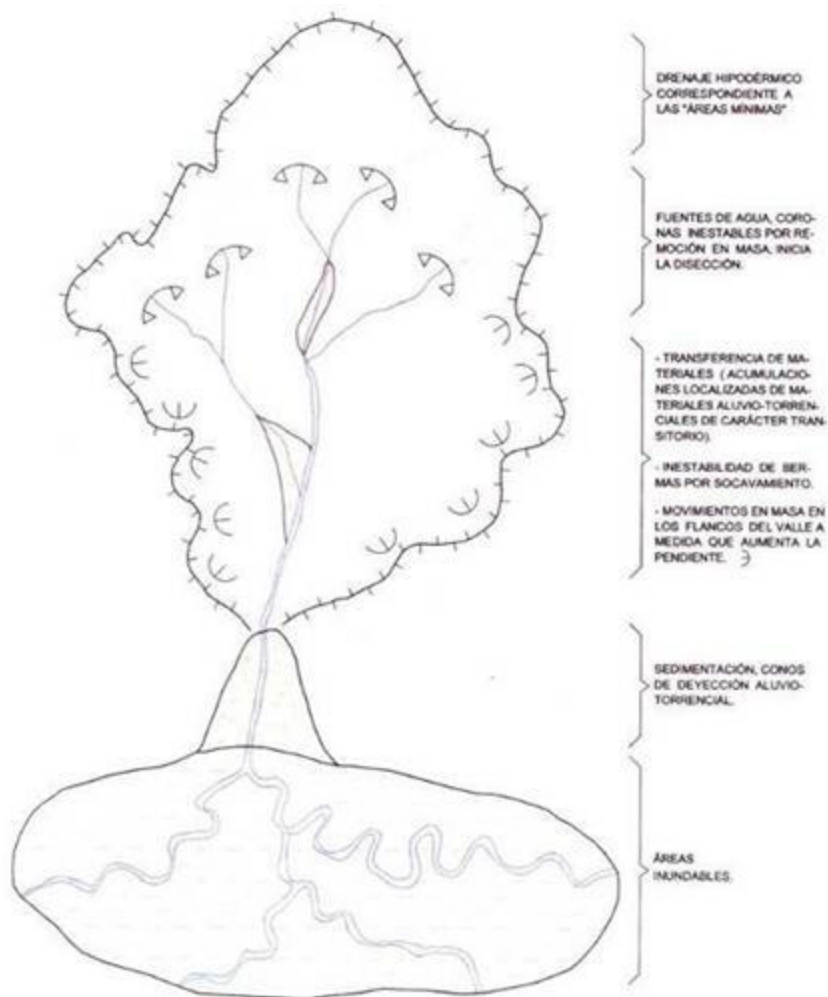
y zonas susceptibles a inundación (extraídas con base en el análisis de sistemas morfogénéticos del territorio nacional en el año 2010 (IDEAM 2012).

Según Flórez (2003), los modelados aluviales<sup>3</sup> 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 11-40 Sistema de Transferencia**



Fuente: (Arango, 2001)

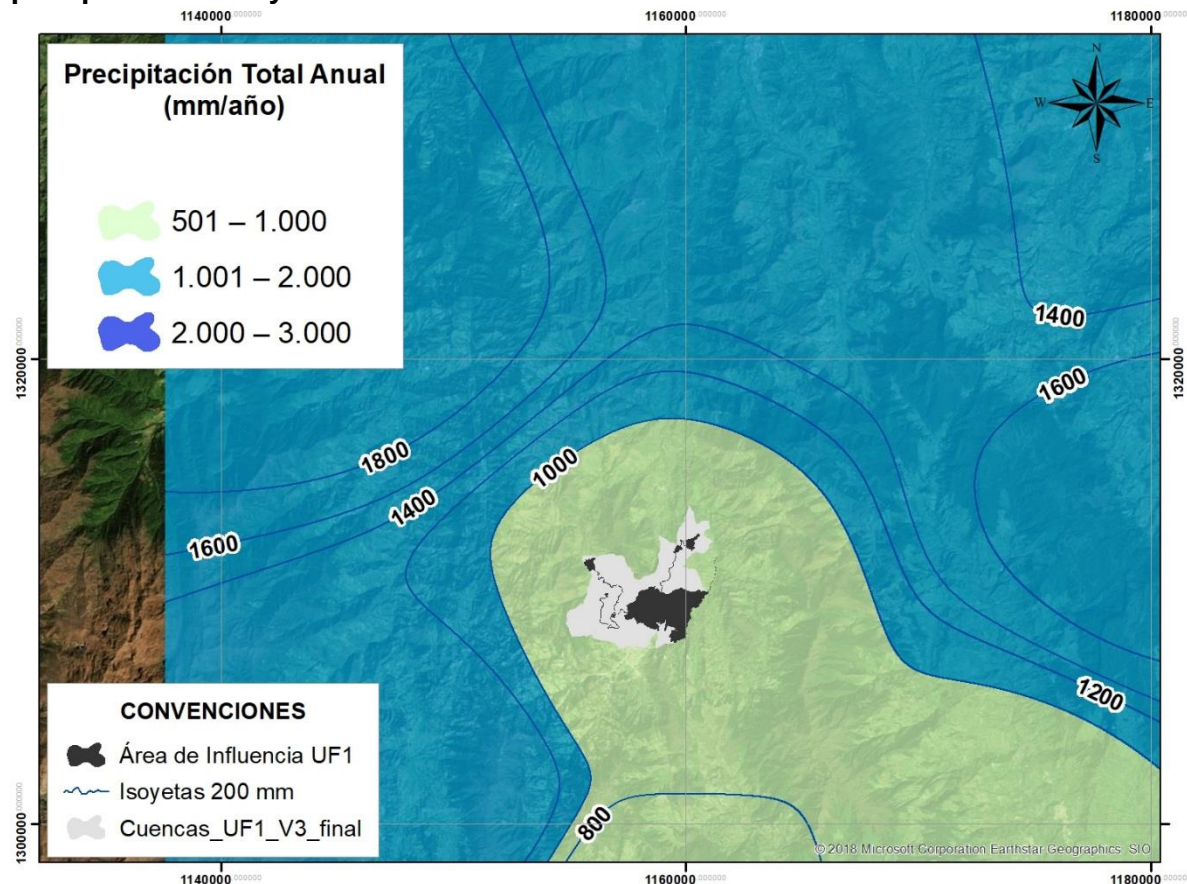
La zonificación por inundación se realizó utilizando un sistema semicuantitativo, siguiendo los procedimientos de zonificación del sistema de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación, descritos por Varnes y Van Westeen.

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 1 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 11-41).

**Figura 11-41 Cuencas transversales al área de influencia vs zonificación de la precipitación e isoyetas**



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

La evaluación de la amenaza por inundación se definió así:

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

Donde:

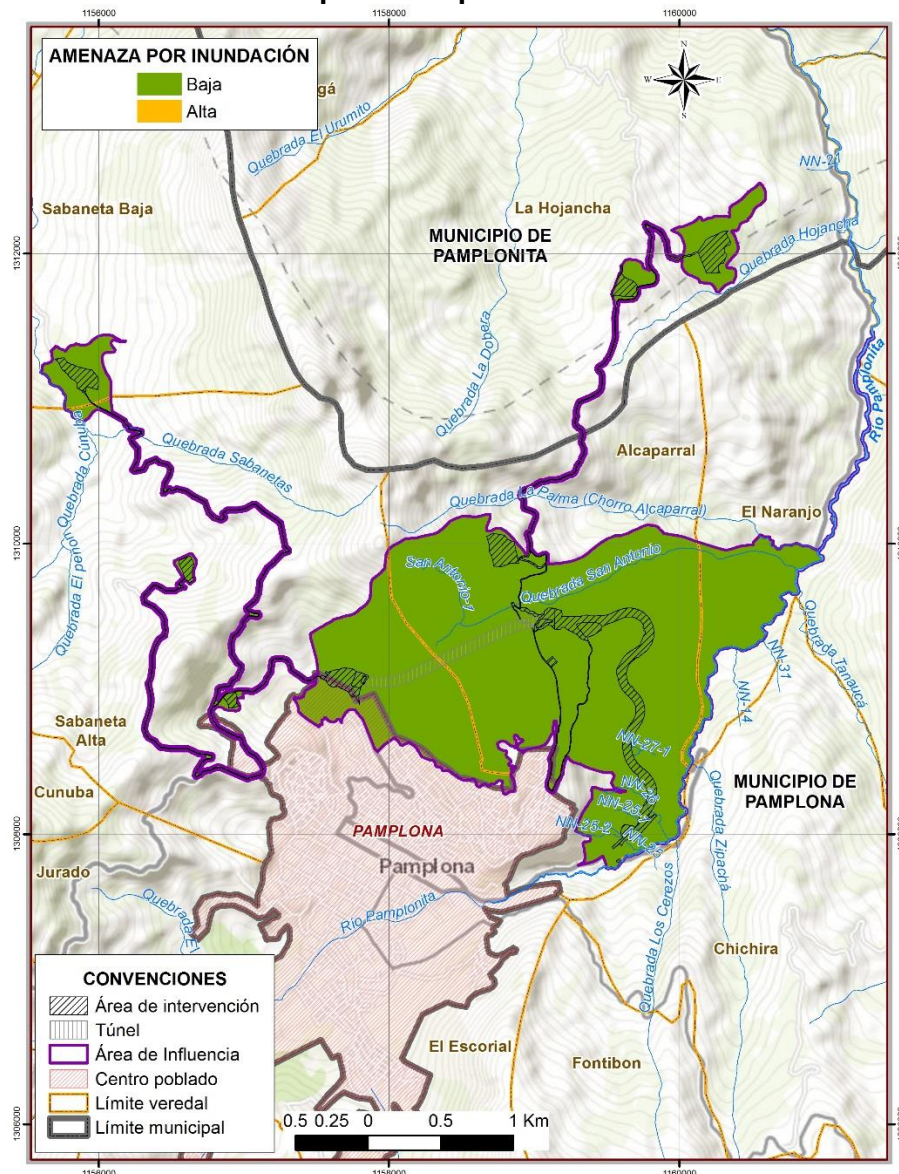
$Ai$  Susceptibilidad por inundación  
 $SG$  Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve  
 $P$  Precipitación



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 11-42 Zonificación Susceptibilidad por inundación



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

○ 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 UF1. 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:

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

**Tabla 11-28 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 UF1 es el siguiente:

**Tabla 11-29 Coeficiente de compacidad de Gravelius de las cuencas con cauce asociadas al área de influencia de la UF1**

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Coeficiente de Compacidad de Gravelius ( $K_c$ )
Brighthon	0,998625	5,31361	1,50
El Buque	3,352887	8,265558	1,65
El Peñon	2,135175	6,33401	1,22
Hojancha	0,951858	5,627817	1,63

Cuenca	Área (km2)	Perímetro (km)	Coeficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)	
La Cruz	0,952945	4,810482	1,39	
La Palma	2,366519	8,208702	1,51	
La Reforma	1,013676	4,988582	1,40	
NN-CA-15	0,268213	2,698032	1,63	
NN13	0,011912	0,543518	1,40	
NN15	0,361272	2,624307	1,23	
NN25	0,350598	3,432551	1,64	
NN26	0,155746	2,413572	1,73	
NN27	0,702014	4,018692	1,35	
NN28	0,10824	1,868078	1,60	
NN3	0,713205	4,30115	1,44	
NN30	0,180032	2,040342	1,36	
NN32	0,269395	3,140892	1,71	
NN42	0,379867	4,262567	1,95	
NN7	0,200911	2,66143	1,68	
Sabanetas	1,286336	5,905957	1,47	
Sabanetas-01	0,024612	0,915066	1,65	
Sabanetas-02	0,013472	0,53504	1,30	
Sabanetas-03	0,065443	1,479388	1,63	
Sabanetas-04	0,033515	0,977784	1,51	
Sabanetas-05	0,047389	1,072264	1,40	
Sabanetas-06	0,029708	0,934787	1,53	
Sabanetas-10	0,016767	0,677639	1,48	
Sabanetas-14	0,173771	2,263331	1,53	
Sabanetas-15	0,854855	4,880163	1,49	
San Antonio	1,7013	7,49984	1,95	

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

#### – 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 (km <sup>2</sup> )

**Figura 11-43 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:

**Tabla 11-30 Índice de Melton de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1**

Cuenca	Índice de Melton	Presenta Torrencialidad
San Antonio	1,39	si
La Palma	1,21	si
El Buque	0,35	no
NN27	1,86	si
NN15	2,33	si
NN13	0,44	no
NN25	0,35	no
NN26	0,41	no
Sabanetas	0,52	si
El Peñón	0,31	no
La Reforma	0,33	no
NN3	0,56	si
NN7	0,41	no
Hojancha	0,51	si
NN42	0,61	si
Brigthon	0,42	no
La Cruz	0,29	no
NN28	0,69	si
NN30	0,69	si
NN32	0,68	si
Sabanetas - 01	0,77	si
Sabanetas - 02	0,34	no
Sabanetas - 03	0,71	si
Sabanetas - 04	0,38	no
Sabanetas - 05	0,69	si
Sabanetas - 06	0,32	no
Sabanetas - 10	0,27	no
Sabanetas - 14	0,09	no
Sabanetas - 15	0,70	si

Fuente: Aecom - ConCol. 2018




### – 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 UF1; 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 11-31 Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno (mm/día)**

T <sub>r</sub> (años)	PMax24h (mm/día)	Thiessen	Rangos	Valores
2	45,09		<45	1
5	55,00		45 – 52,5	2
10	61,73		52,5 – 60	3
25	70,24		60 – 67,5	4
50	76,56		67,5 - 75	5
100	82,82		>75	6

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

### – 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 sustrato 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:

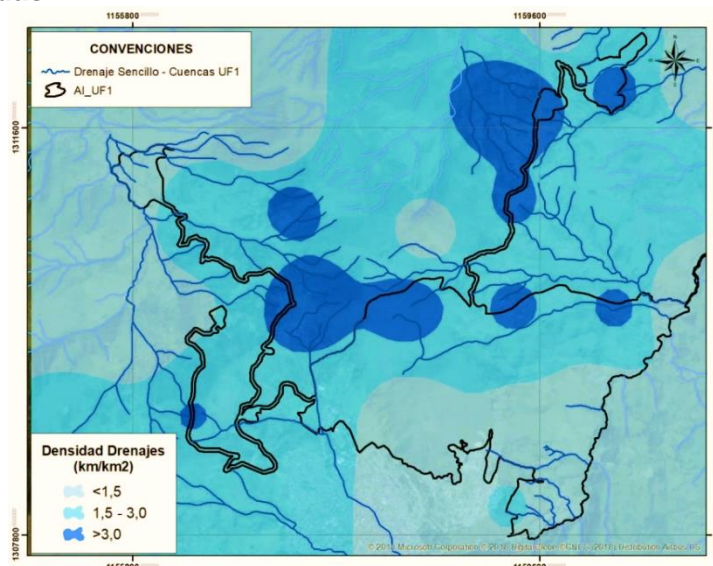
**Tabla 11-32 Categorización y características de la densidad de drenaje**

Densidad de Drenaje (km/km <sup>2</sup> )	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 UF1 y cuencas asociadas, los resultados fueron los siguientes:

**Figura 11-44 Densidad de drenaje (km/km<sup>2</sup>) en el área de influencia de la UF1 y cuencas asociadas**



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

– **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:

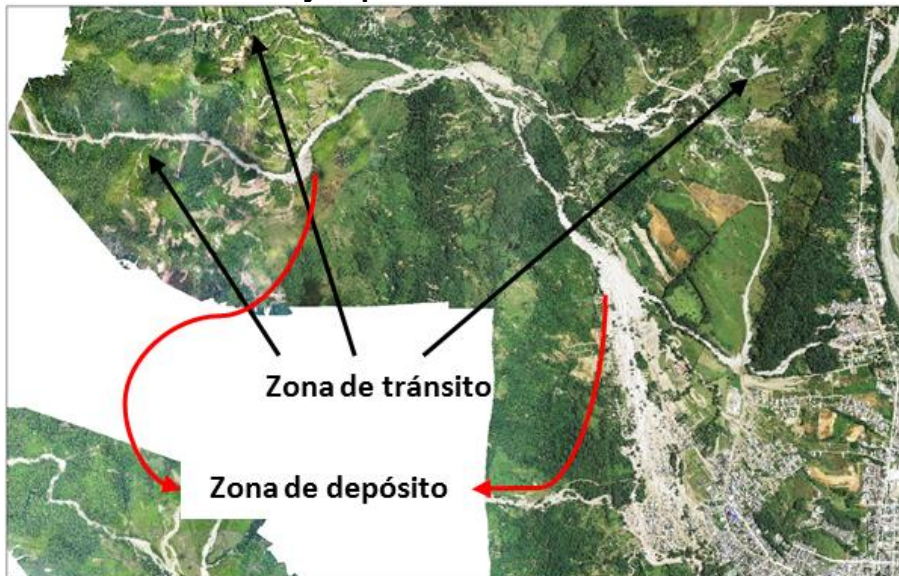
**Tabla 11-33 Categorías de las pendientes (%) para zonas de depósito y zonas de tránsito**

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 11-45 Zonas de tránsito y depósito – avenida torrencial en Mocoa en 2017**



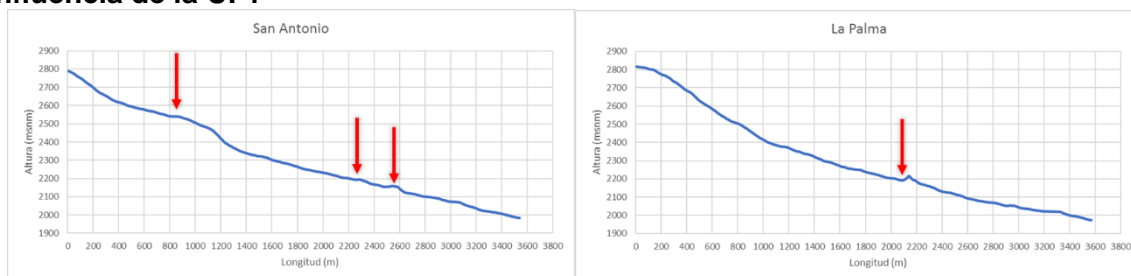
Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Posteriormente se determinó la planimetría de las corrientes principales de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1 con base en el Modelo de Elevación Digital, con una resolución de 12,5 x 12,5 metros; la finalidad es ubicar los cambios bruscos de pendiente, los cuales presumen el escenario para: a) Zonas de tránsito y b) Zonas de depósito.

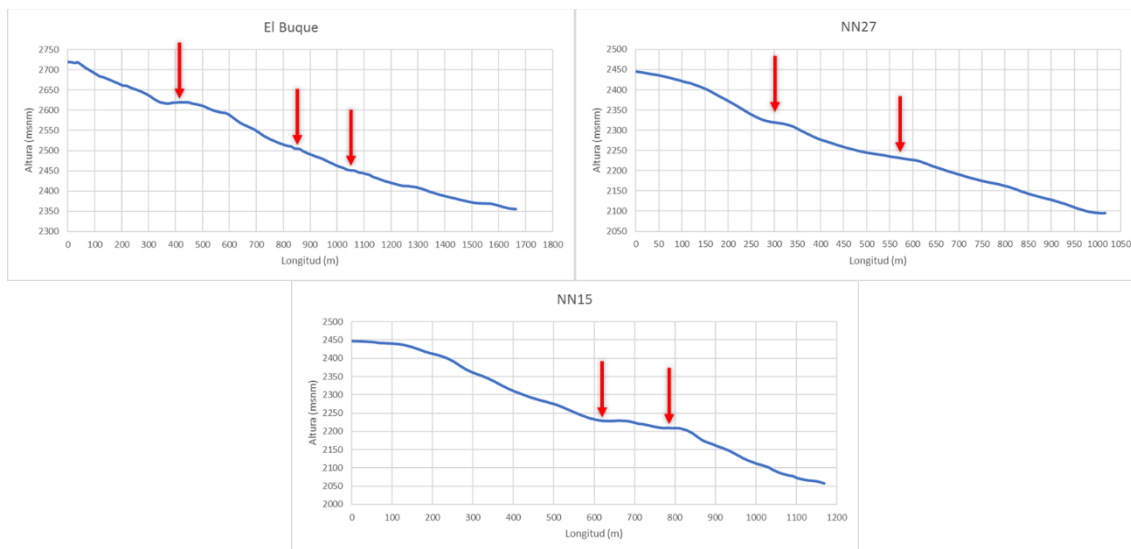
En la

Figura 11-46 se encuentran los perfiles altitudinales de las corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1, adicionalmente mediante una flecha roja fueron señalados los sitios donde ocurren los cambios de pendiente, es decir, de zona de tránsito a una potencial zona de depósito.

**Figura 11-46 Perfiles altimétricos corrientes de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1**



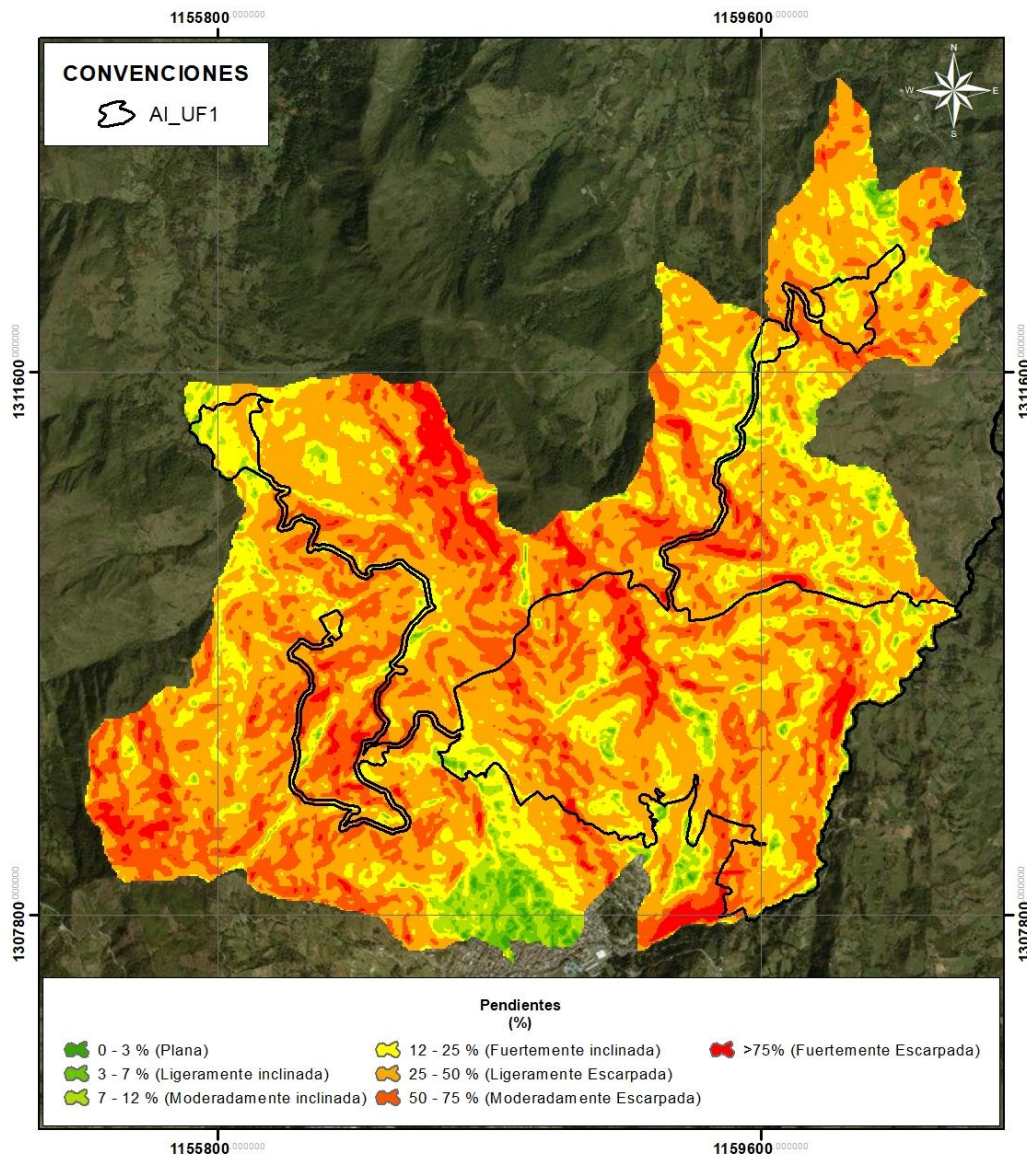




Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Con base en las categorías se determinó el mapa de pendientes en función de zonas de tránsito y zonas de depósito en el área de influencia de la UF1, incluyendo las cuencas, las potenciales zonas de depósito (Figura 11-47) acompañadas por un buffer de 100 metros circulares en torno a estas. Los resultados fueron los siguientes:

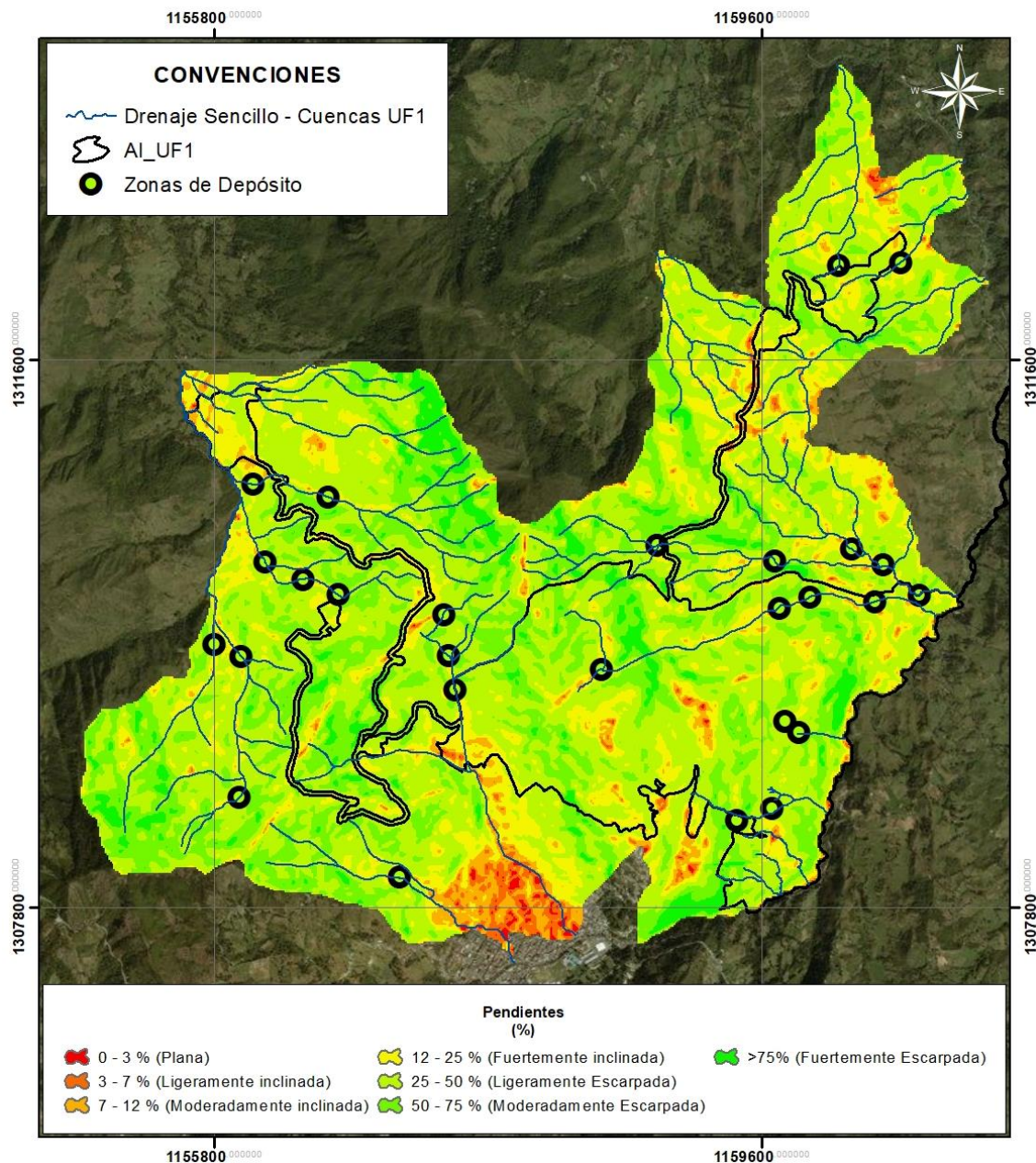
**Figura 11-47 Mapa de pendientes categorizado de mayor pendiente a menor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de tránsito)**



Fuente: Aecom - ConCol. 2018



**Figura 11-48 Mapa de pendientes categorizado de menor pendiente a mayor pendiente (Insumo Amenaza Avenida Torrencial – Zonas de depósito)**



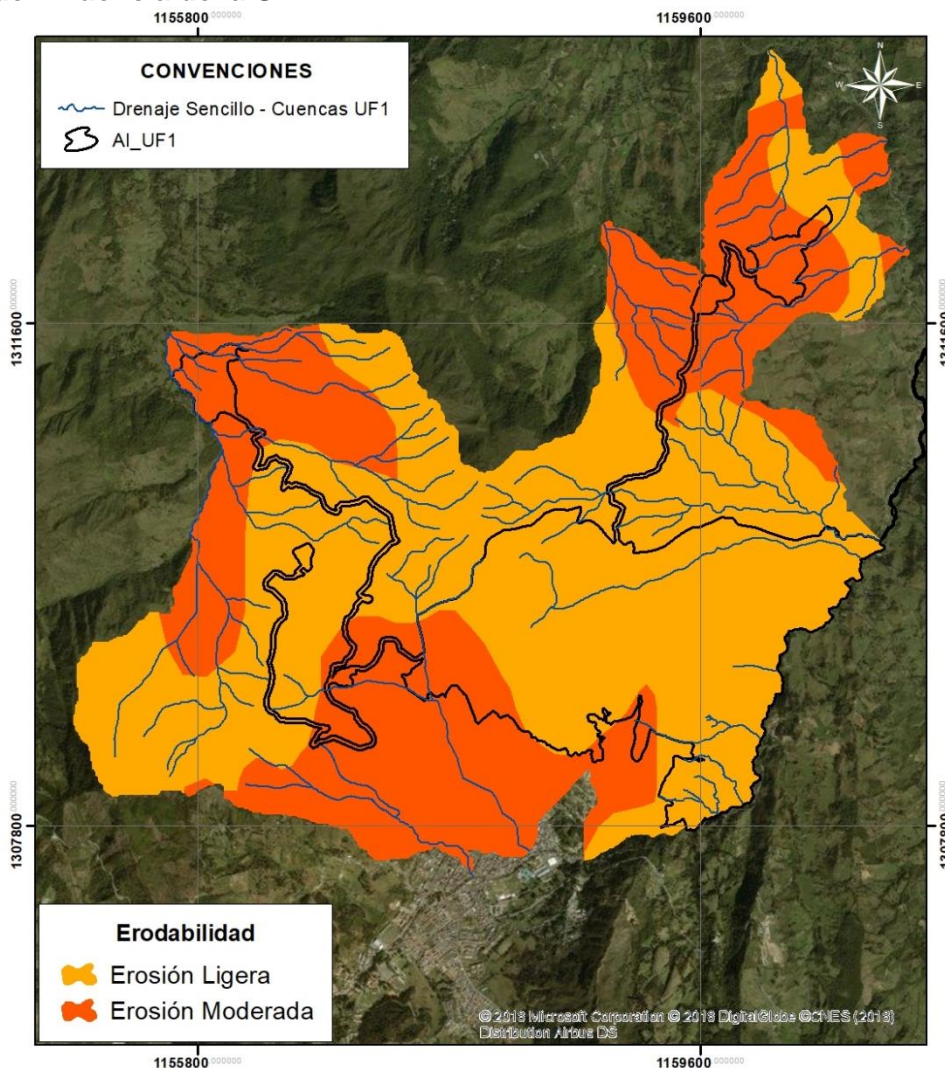
Fuente: Aecom - ConCol. 2018

#### – Erodabilidad de los suelos

La erodabilidad de los suelos fue determinada con base en el Estudio Nacional de la Degradación de Suelos por Erosión en Colombia (IDEAM, MADS, U.D.C.A, 2015). En dicho estudio clasifican las unidades por tipo de erosión (eólica o hídrica), la clase de erosión (laminar, deflación / dunas, terraceo, pavimento del desierto, surcos y/o cárcavas), grado

de erosión (ligera, moderada, severa o muy severa), finalmente realizan una zonificación (erosión ligera, moderada, severa o muy severa). Sin embargo, hay sectores que son calificados como NO SUELO y SIN EVIDENCIA, como es el caso de un amplio sector del área de influencia de la UF1 que se encuentra dentro de la segunda categoría, dichos sectores son zonificados como “Sin evidencia de erosión”. No obstante, con base en las unidades de suelos (Ver Figura 11-49) el sector corresponde a la unidad de suelo MMEg1, la cual según (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014) se caracteriza por un grado ligero de erosión.

**Figura 11-49 Grado de erosión de los suelos asociados a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1**



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

De acuerdo con lo anterior se definió que el sector categorizado en el mapa de grado de erosión como “sin evidencia” serán calificados como grado “ligero”. Por lo tanto, las categorías y su valor son los siguientes:



**Tabla 11-34 Categorías y valores definidos para la erodabilidad del suelo**

Grado de erosión	Valores
Ligera	1
Moderada	3
Severa	4
Muy Severa	5

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

#### – 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 – Zonas de tránsito

$$\text{Amenaza } AvTzt = K_c * \text{índice de Melton} * P_{\max 24h\_Tr:100años} * \text{DensidadDrenaje} * S_{Zt} * E$$

- Zonificación de la amenaza por avenida torrencial – Zonas de depósito

$$\begin{aligned} &\text{Amenaza } AvTzd \\ &= K_c * \text{índice de Melton} * P_{\max 24h\_Tr:100años} * \text{DensidadDrenaje} * S_{Zd} \\ &* \text{Buffer}100m_{Zd} * E \end{aligned}$$

Las categorías mediante las cuales se jerarquizaron los valores de la zonificación fueron determinadas generando una primera zonificación donde la variable Precipitación Máxima en 24 horas corresponde a la definida para el tiempo de retorno 1,33 años, evento con mayor probabilidad de ocurrencia y considerado para el presente análisis como de menor importancia, el valor máximo fue dividido en (5) categorías (irrelevante, ligera, moderada, severa y muy severa). Dicho escenario representa un evento de lluvias máximas ordinario, el cual sería el punto de referencia para categorizar un evento de lluvia extremo, como lo es la precipitación máxima en 24 horas para el tiempo de retorno de 100 años, evento con menor probabilidad, pero con posibilidad de ocurrencia de acuerdo a los resultados obtenidos mediante la distribución de Gumbel para valores máximos.

Los resultados de la zonificación fueron los siguientes:

**AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES - ZONA DE TRANSITO**

- Muy Baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy Alta

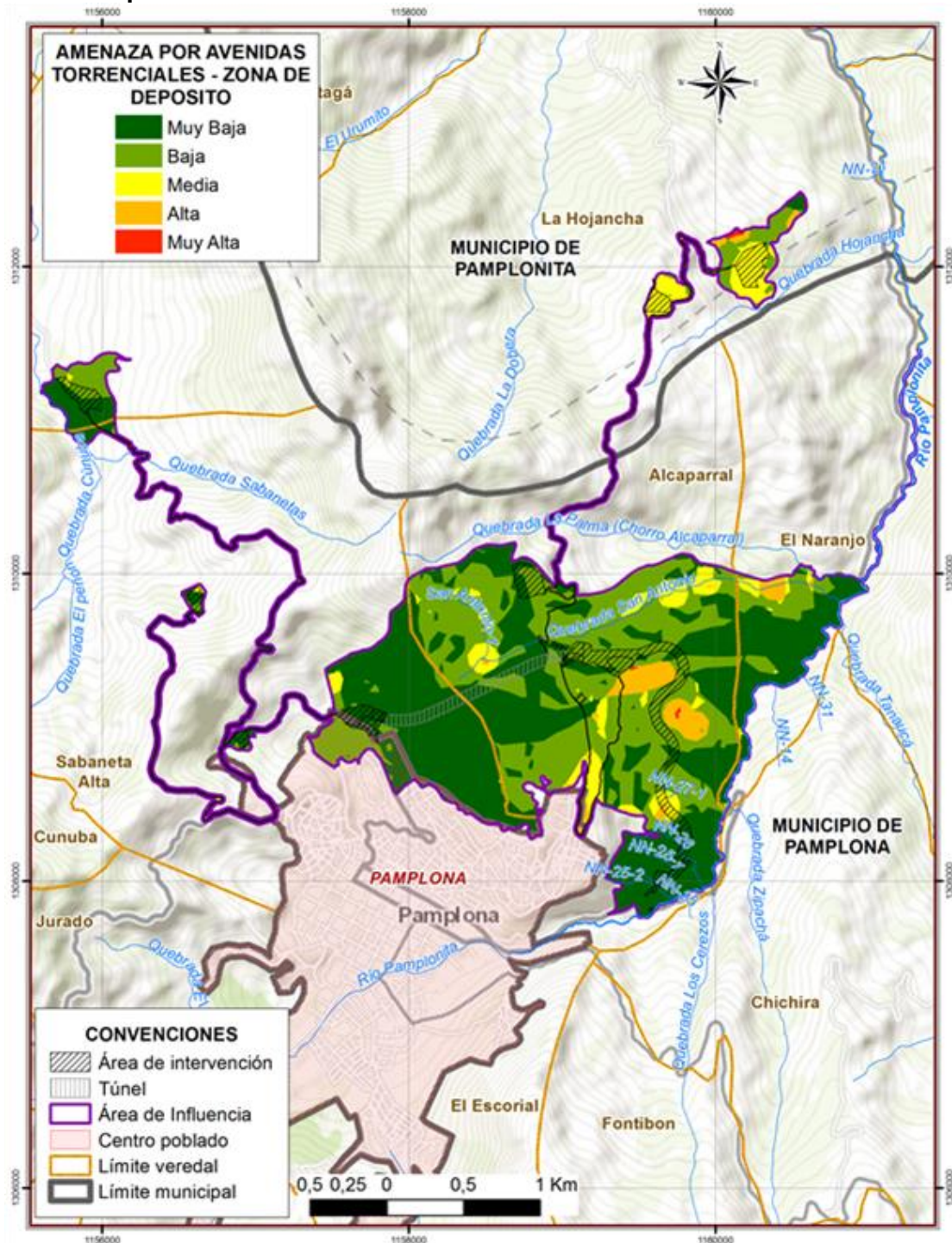
**CONVENCIONES**

- Área de intervención
- Túnel
- Área de Influencia
- Centro poblado
- Límite veredal
- Límite municipal

Mapa de amenaza por avenidas torrenciales en la zona de tránsito de Pamplona, Colombia. El mapa muestra la zona de influencia y de intervención, con niveles de amenaza clasificados en Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta. Se incluyen los municipios de Pamplona, Pamplonita y Chichirá, así como las quebradas y ríos de la zona.

Corredor 4G Pamplona – Cúcuta  
Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción de la Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona  
Capítulo 11.1.3 Planes y Programas – Plan Gestión del Riesgo

**Figura 11-51 Amenaza por Avenida Torrencial - Evento de precipitación Tr100 años - Zonas de Depósito**



Fuente: Aecom - ConCol. 2018



De esta manera los resultados indican lo siguiente:

- Zonas de tránsito: las cuencas Brighthon, NN27, NN15, La Cruz, Hojanha, NN3, Sabanetas, Sabanetas - 15 por su estructura (edáfica, hidrológica y topográfica) tienen el mayor potencial de aporte de detritos y coluviones a los cauces, tanto de afluentes como principales. Por último y en menor medida la cuenca El Buque, La Palma y La Reforma las cuales cuentan con un limitado sector con potencial. Dicha zonificación es un instrumento o carta de navegación para el manejo ambiental de dichas cuencas pues expone los sectores vulnerables a movimientos en masa ante evento(s) de precipitación.
- Zonas de depósito: la zonificación de amenaza por avenida torrencial para este elemento expresa los sectores con mayor potencial a recibir los detritos y/o coluviones y/o material aluvial transportado por un suceso de avenida torrencial, las cuencas con zonas de depósito potenciales son sabanetas, Sabanetas 15, La Cruz, NN3, parte baja de la cuenca San Antonio, NN15, sectores de la NN27 y sectores de la cuenca El Peñón; la cuenca Brighthon cuenta con sectores importantes en cercanías a su entrega al río Pamplonita. Este producto es una importante herramienta de gestión territorial puesto que expone los sectores donde podría materializarse un riesgo por el depósito de los materiales arrastrados por una avenida torrencial.
  - 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 viento<sup>3</sup>.

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 11-35 y en la Figura 11-52 se muestran los valores medios mensuales multianuales de velocidad de viento para la estación Iser Pamplona, asociada a la Unidad Funcional 1.

**Tabla 11-35 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)**

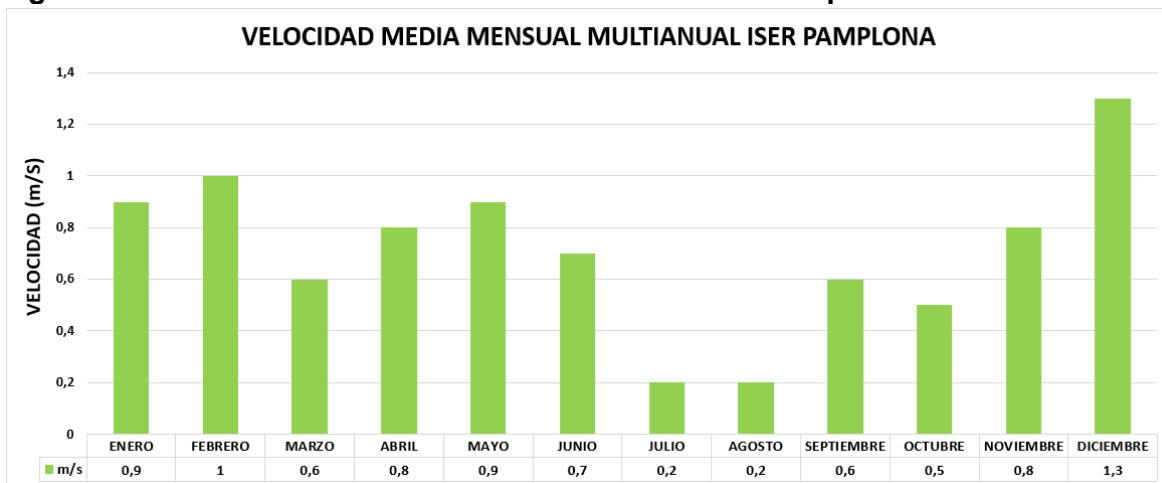
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
0.9	1	0.6	0.8	0.9	0.7	0.2	0.2	0.6	0.5	0.8	1.3	0.71

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

<sup>3</sup> 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 11-52 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona**

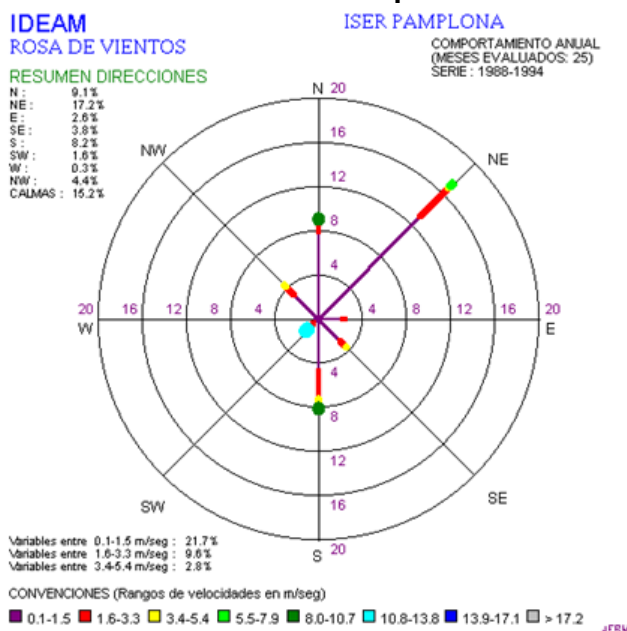


Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11-52 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 11-53.

**Figura 11-53 Rosa de vientos estación Iser Pamplona**

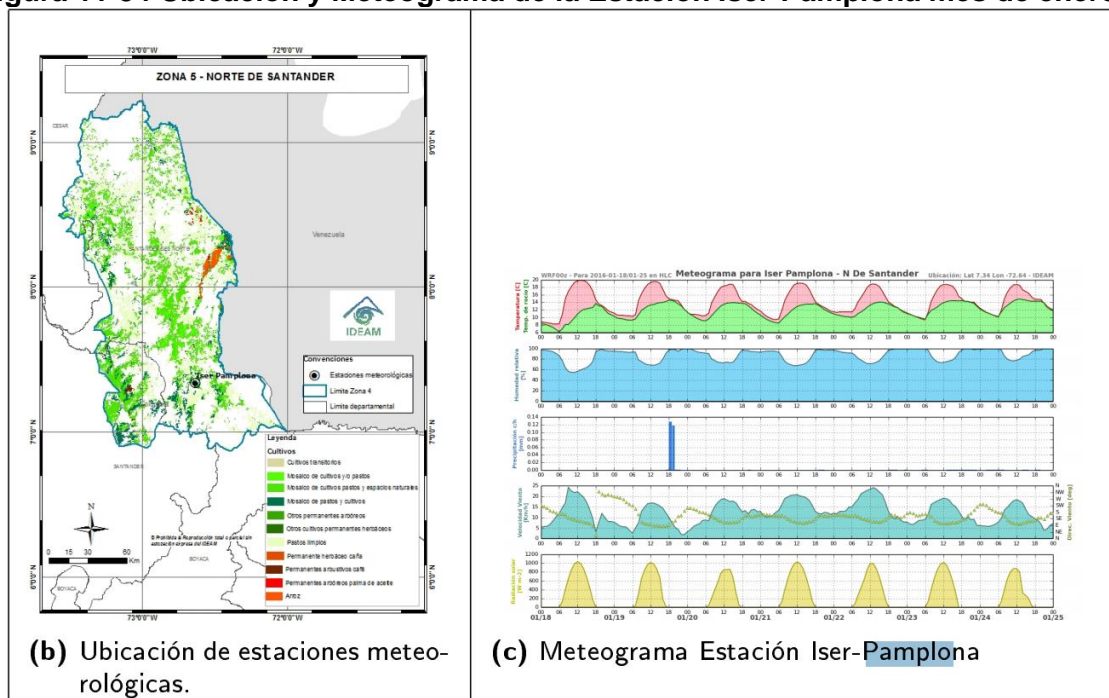


Fuente: IDEAM, (Aecom - ConCol , 2017)

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.

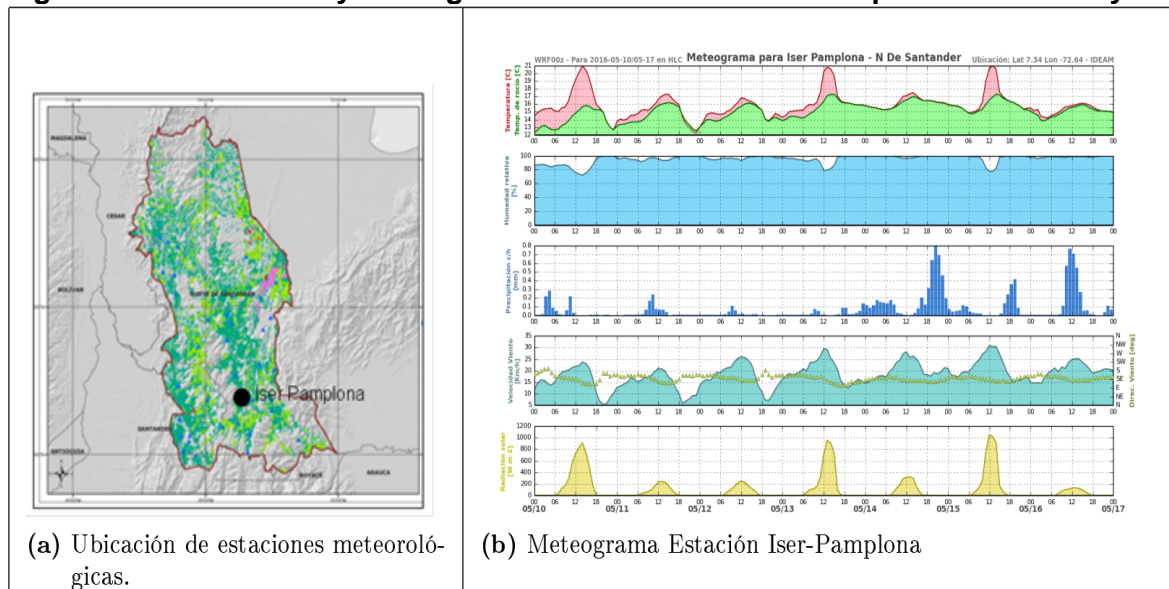
Adicional, al analizar la información consignada y al considerar el periodo registrado para la rosa de vientos (1988-1994) de la estación Iser Pamplona, se muestra a continuación en la Figura 11-54 y la Figura 11-55 la velocidad de viento registrada en el Meteograma de la misma estación en el periodo del 18 de enero al 25 de enero y del 10 de mayo al 17 de mayo del año 2016.

**Figura 11-54 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero**



Fuente: (IDEAM, 2016)

**Figura 11-55 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 a los diferentes reportes del boletín agrometereológico presentado por el IDEAM, con respecto a la información reportada en la rosa de vientos ( Figura 11-53); por lo cual se considera que la probabilidad de manifestación de esta amenaza es remota.

- Tormentas eléctricas

Según Torres Sánchez<sup>4</sup>, la principal influencia del nivel ceráunico 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 Ceráunico (NC) y la Densidad de Descargas (rayos) a Tierra (DDT) en la zona de estudio, como se presentan a continuación:

- i. Nivel Ceráunico

El mapa de niveles ceráunicos 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 Ceráunico que se denota en 40 días tormentosos al año.

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

De acuerdo a lo anterior y los criterios de la Tabla 11-36, la probabilidad de amenaza por tormentas eléctricas, según el Nivel Ceráunico es Muy Baja.

**Tabla 11-36 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel ceráunico**

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 ceráunico. 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/Km<sup>2</sup>-año)

NC: Nivel Ceráunico (días/año)

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/km<sup>2</sup>-año. Este valor se compara con lo dispuesto en la Tabla 11-37 y teniendo en cuenta que el valor es menor que 9, la amenaza de tormentas para el área del proyecto es muy baja.

**Tabla 11-37 Probabilidad de la amenaza según la DDT**

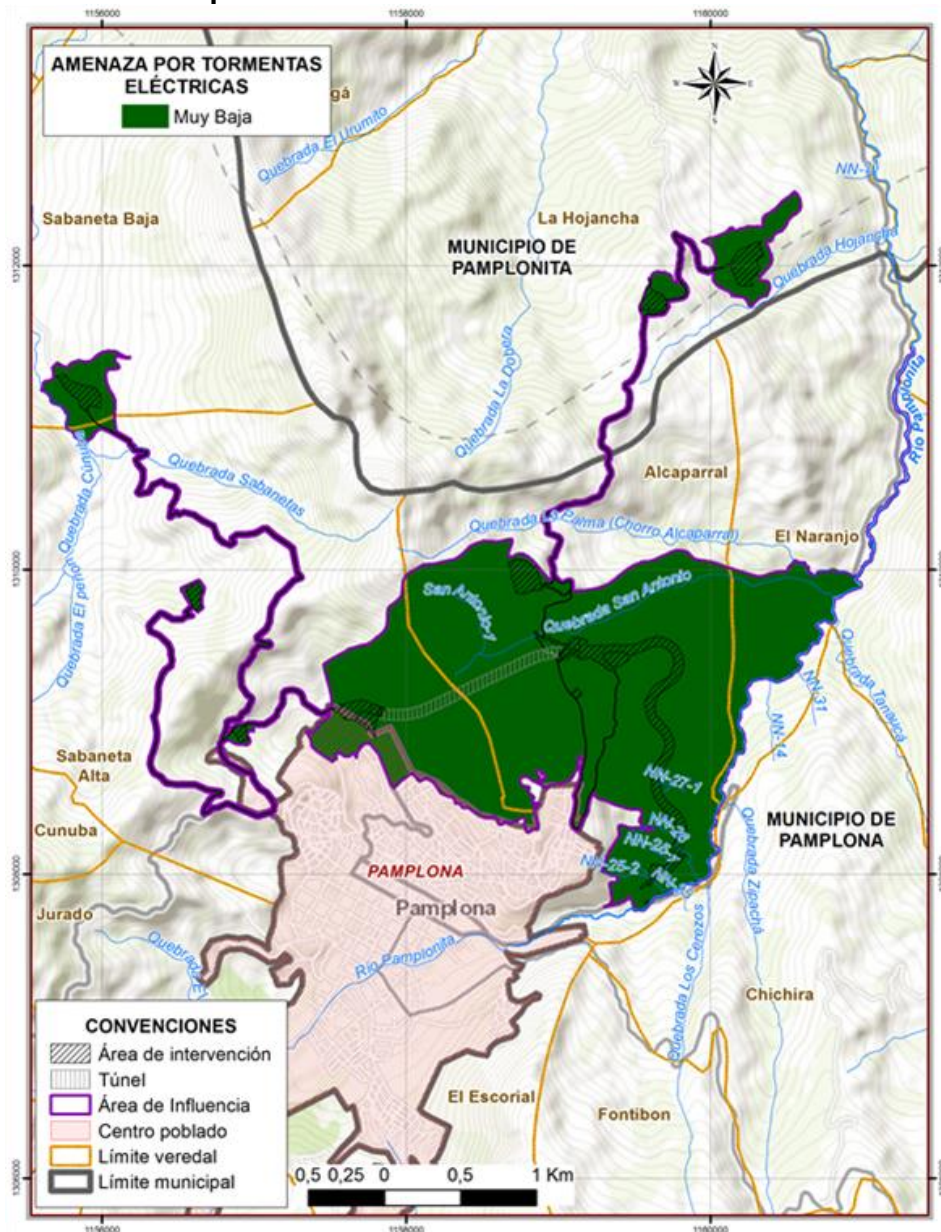
Rango de DDT (descargas/km <sup>2</sup> -año)	Probabilidad
≤ 9	Muy baja
10-18	Baja
19-27	Media
28-44	Alta
≥ 45	Muy alta

Fuente: GIICO<sup>5</sup>. Adaptado (Aecom - ConCol , 2017).

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



Figura 11-56 Amenaza por tormentas eléctricas



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- 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 a los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión Del Riesgo de Desastres-Colombia (UNGRD), se registra en el municipio de Pamplona, entre los años del 2012 al 2017, un total de 12 incendios forestales con un área afectada de 108 hectáreas. El año con mayor número de incendios está dado por el 2015 con 4 reportes para el año, causados principalmente por las fuertes temperaturas (Tabla 11-38). En el año 2017, no se registraron incendios forestales en el municipio.

**Tabla 11-38 Incendios forestales reportados por el UNGRD**

Departamento	Municipio	Fecha	Área afectada (Ha)
Norte de Santander	Pamplona	15-feb-12	35
		06-ene-13	5,0
		06-ene-13	5,0
		17-ene-14	10
		16-mar-14	10
		17-dic-14	5
		08-ene-15	1
		26-feb-15	4
		11-may-15	0
		21-oct-15	4
		06-feb-16	4
		20-ago-16	25
		<b>Total general</b>	<b>108</b>

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

El diagnóstico del PBOT del municipio de Pamplona (2015), clasifica el grado de susceptibilidad del municipio frente a eventos naturales que para el caso de los incendios forestales identifica varias veredas en vulnerabilidad ambiental media y alta. En la Fotografía 11-1, Fotografía 11-2 y Tabla 11-39, se presenta el registro de eventos ocurridos en febrero y agosto de 2016.

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, arbustales y herbazales; 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, adicionalmente dada la ocurrencia registrada por los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión Del Riesgo de Desastres-Colombia, en la Tabla 11-40 se presenta la distribución por categorías de probabilidad de ocurrencia de incendios forestales para el área de influencia. En la Figura, se puede observar la distribución espacial de la Amenaza por Incendios forestales para la UF1

**Tabla 11-39 Calificación de la amenaza de incendios forestales por cobertura de la tierra**

COD	COBERTURA	GRADO
314	Bosque de galería y ripario	Alta
32211	Arbustal denso alto	Alta
32212	Arbustal denso bajo	Alta
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Alta
242	Mosaico de pastos y cultivos	Media
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	Media
2221	Otros cultivos permanentes arbustivos	Media
231	Pastos limpios	Baja
232	Pastos arbolados	Baja
233	Pastos enmalezados	Baja
112	Tejido urbano discontinuo	Muy baja
113	Construcciones Rurales	Muy baja
12211	Red vial	Muy baja
1212	Zonas comerciales	Muy baja
1315	Zonas de extracción de material de construcción	Muy baja
511	Ríos (50 m)	Muy baja

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Tabla 11-40 Reporte de área por categoría para incendios forestales**

CATEGORÍA	AREA (ha)	AREA (%)
Muy alta	-	-
Alta	195,28	35,71%
Media	33,63	6,15%
Baja	268,85	49,16%
Muy Baja	49,13	8,98%
<b>Total general</b>	<b>546,89</b>	<b>100</b>

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Fotografía 11-1 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Agosto 20 de 2016**



Fuente: <https://www.laopinion.com.co/pamplona/intentan-controlar-incendio-en-pamplona-117403>

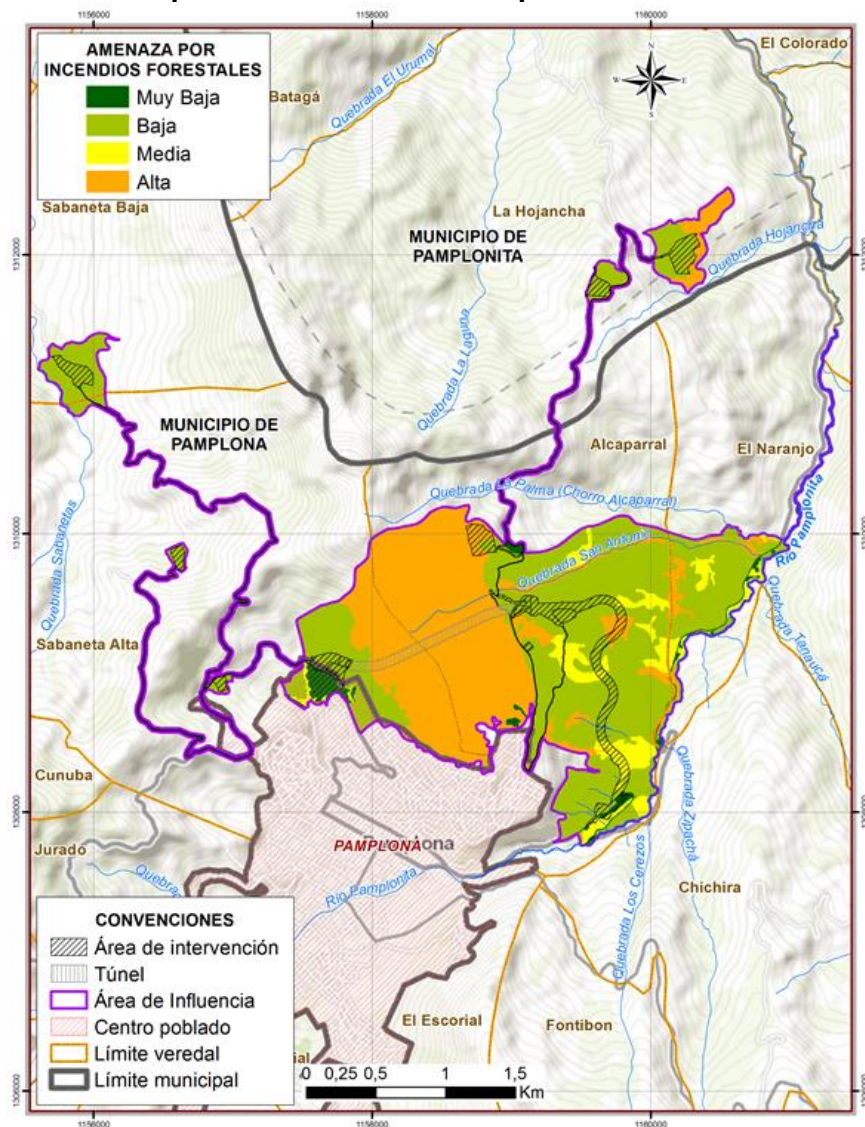
**Fotografía 11-2 Incendio Forestal Cerro Cristo Rey. Febrero 9 de 2016**



Fuente: <https://www.laopinion.com.co/pamplona/pamplona-sigue-alerta-por-incendios-forestales-106573#OP>



**Figura 11-57 Amenaza por Incendios forestales para la UF1**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

○ Riesgo biológico

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 y 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 la serpiente venenosa de la familia Elapidae (*Micrurus dumerilii*) ya que el área se encuentra en su rango de distribución. En general, esta especie habita en climas cálidos, templados y fríos (pero se encuentran principalmente en el bosque húmedo tropical); y provocan entre el 90 y el 95% de los accidentes ofídicos en el país.

Las serpientes corales 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.

Sin embargo, durante la caracterización de la fauna silvestres para el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 sector Pamplona, dicha especie de serpiente no es común y por ende no se registran accidentes con ella.

Teniendo en cuenta lo anterior la probabilidad de manifestación de esta amenaza, Muy Baja, por ende, se presenta en forma excepcional reportando un (1) caso cada 10 años o más.

- Amenazas Antrópicas

El área de influencia del proyecto UF1, se integra por los municipios de Pamplona y Pamplonita, 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 tres principales amenazas consideradas para el área de influencia del proyecto.

○ Delincuencia Común (F)

La delincuencia común está relacionada con el accionar de personas o grupos de personas que 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.

Siendo éste un fenómeno de inseguridad que no se enmarca en un accionar con direccionamientos de orden político o ideológico, sino meramente delincuenciales, no tiene como referencia a estructuras organizadas con gran capacidad operativa, sino pequeños grupos o incluso personas que actúan de forma independiente.

Lo anterior, además genera que no haya objetivos preestablecidos o limitados para la delincuencia común, por lo que los equipos, maquinarias, instalaciones o incluso las personas vinculadas al proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona", pueden ser blancos de los hechos delictivos como extorsión, hurto simple, hurto de materiales o maquinarias, acciones vandálicas y eventualmente secuestros extorsivos.

Al consultar lo reportado por los medios de comunicación locales, de manera reciente, en Pamplona se han redoblado esfuerzos para reducir la delincuencia. A través de la Policía Nacional se implementó la estrategia que busca crear cultura de seguridad ciudadana y reducir hechos que afectan el bienestar de la población. Los diez frentes de seguridad creados corresponden a Las Américas, El Topón, La Romero, El Libertador, El Zulia, San Ignacio, Tinto Redondo, Barrio Ursúa y Cuatro Esquinas. Cada uno cuenta con un coordinador de cuadra quien está en contacto permanente con sus vecinos y el Cuadrante (Extra El Diario de Todos, 2017).

**Fotografía 11-3 Relanzamiento frentes de seguridad en Pamplona**



Fuente: (Extra El Diario de Todos, 2017)

De otra parte, en 2016 en el marco de un Consejo de Seguridad, se evidenció que hay zonas de la cabecera municipal en la que se presentan hechos de inseguridad y riñas sobre todo durante los fines de semana, así como un aumento en el consumo de sustancias psicoactivas. El subsecretario de Gobierno de Norte de Santander, solicitó la colaboración de la Policía y se comprometió a aumentar el número efectivos en la zona (La Opinión, 2016).



Así mismo, en marzo de 2018, se extendió una estrategia denominada “Yo no pago y denuncio”, por parte de la Policía Nacional, para frenar las extorsiones, principalmente a través de vía telefónica, que se han vuelto a presentar desde inicios de año, por parte de la delincuencia común. (La Opinión, 2018)

#### Fotografía 11-4 Campaña “Yo no pago y denuncio” en Pamplona



Fuente: Diario La Opinión, 2018.

En el municipio de Pamplonita se identifica 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, pretendía viajar al Catatumbo para insertarse en las filas de un grupo armado al margen de la ley (Vanguardia.com, 2015).

Con base lo reportado por los medios de comunicación, se observa que en los municipios del área de influencia actualmente no se adelantan hechos delincuenciales provenientes de estructuras organizadas 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.

De acuerdo con la caracterización del componente político – organizativo del presente estudio (numeral 5.3.7), se identifica que el departamento de Norte de Santander ha contado con la presencia histórica de grupos armados de carácter subversivo desde la década de los setenta y la entrada de grupos paramilitares desde los ochenta.



Para el caso particular del municipio de Pamplona –fundamentalmente-ha habido presencia del Ejército de Liberación Nacional –ELN- a través de los frentes Efraín Pabón y Claudia Isabel Escobar Jerez, grupo armado que se ha mantenido en el territorio desde finales de los años setenta, con fuerte influencia sobre todo en los municipios que integran la región del Catatumbo. (Movimiento de Víctimas de Crímenes de Estado, 2008)

Actualmente, en el departamento 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, 2016).

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 11-41, se presentan las cifras con relación a las acciones de conflicto armado y el total de homicidios registrados en Pamplona durante el periodo 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, presenta distintas categorías para calificar la presencia y la intensidad del conflicto en los municipios de Colombia.

**Tabla 11-41 Características del conflicto en Pamplona, años 1990 - 2013**

Municipio	Acciones del conflicto armado	Total homicidios	Presencia	Intensidad <sup>6</sup>
Pamplona	21	326	Interrumpido <sup>7</sup>	Baja <sup>8</sup>
Pamplonita	3	38	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 11-41, se observa que Pamplona y Pamplonita cuentan con una baja intensidad del conflicto, dado que la dinámica armada se ha concentrado en otras zonas del departamento, principalmente en la región del Catatumbo, pese a lo anterior, la presencia se mantiene en el municipio de Pamplona, pero con una incidencia baja y sin tener lugares de control permanente, por cuenta de la dinámica de los grupos armados al margen de la ley.

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

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> Durante el periodo hay años sin presencia de grupos armados.

<sup>8</sup> Levemente afectados e interrumpido

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)

Además, en el mes de febrero de 2018 se presentó otro atentado contra la infraestructura vial que comunica a Cúcuta con Pamplona de la presente concesión: Unión Vial Río Pamplonita-UVRP, a la altura del municipio de Bochalema en el puente denominado El Palermo. (Fotografía 11-5)

Esta acción fue realizada por el Ejército de Liberación Nacional-ELN, en el marco del paro armado que decretó esta guerrilla entre las 6:00 a.m. del 10 de febrero y las 6:00a.m. del 13 del mismo mes debido a la negativa del Gobierno de reabrir el quinto ciclo de negociación. (Semana, 2018)

#### **Fotografía 11-5 Infraestructura vial- Puente El Palermo objetivo de ataque del ELN**



*Fuente:* (La Lengua Caribe, 2018)

Con base en el análisis anterior y teniendo en cuenta que además de la presencia de bandas criminales en la zona, 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 media.

- 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.

Aunque de acuerdo con lo identificado a través de la información incluida dentro de la caracterización del componente político-organizativo del presente estudio (numeral 5.3.7), no hay organizaciones sociales que luchen por la garantía de los derechos de las comunidades, se considera que las acciones de protesta social pueden presentarse, afectando de manera directa, las actividades del proyecto.

Lo anterior, puede estar asociado a cuatro factores principalmente. El primero de estos, relacionado con las expectativas de mejora en las condiciones de vida que generan los proyectos de infraestructura en la población vecina.

El segundo elemento a tener en cuenta se vincula a la migración de población venezolana que llega con el propósito de garantizar su subsistencia en Colombia. La cercanía de Pamplona y Pamplonita a la frontera con Venezuela facilita el arribo de personas que buscan el acceso a servicios públicos, sociales y a una fuente de empleo que les garantice los ingresos para mantener a sus familiares.

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 y en contra de la Unión Vial Río Pamplonita.

Un tercer aspecto a tener en cuenta se relaciona con los recursos naturales pues constituyen un elemento de vital importancia para suplir las necesidades de las personas que habitan el territorio. Lo anterior, dado que la totalidad de las comunidades de tipo rural, y algunas del área urbana tienen como principal o incluso única fuente para la provisión del recurso hídrico, los acueductos veredales que se surten de los nacimientos y quebradas presentes en el área, como se detalla en el componente espacial (Numeral 5.3.4). En consecuencia, las afectaciones o amenazas a los recursos naturales, son factores de alta sensibilidad y que hacen que sea probable una acción de protesta social.

Por último, el cuarto factor que puede ocasionar acciones de protesta social está asociado a la localización de la Universidad de Pamplona en el Barrio El Buque del mismo municipio. De acuerdo con lo reportado por los medios de comunicación, los estudiantes se movilizaron en octubre del año pasado, solicitando mejorar la calidad educativa (El Tiempo, 2017).

**Fotografía 11-6 Protesta de estudiantes en Universidad de Pamplona**



Fuente: (El Tiempo, 2017)

De acuerdo con el 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 11-42. 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 11-42). Para las amenazas naturales se tiene la cartografía presentada con anterioridad donde se reflejan los polígonos con sus diferentes categorías.

**Tabla 11-42 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

ID*	AMENAZA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	OBSERVACIONES*
<b>AMENAZAS ENDÓGENAS</b>				
A	Incendios / Explosiones	1	Muy Baja	Análisis espacial
B	Derrames	3	Media	Análisis matricial
C	Accidentes laborales*	4	Alta	Análisis matricial
D	Accidentes de tránsito*	4	Alta	Análisis matricial
<b>AMENAZAS NATURALES</b>				
J	Sismicidad	4	Alta	Análisis espacial
K	Amenaza geotécnica	4	Alta	Análisis espacial
L	Inundación	2	Baja	Análisis espacial



ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		OBSERVACIONES*
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	2	Baja	Análisis matricial
<b>AMENAZAS ANTRÓPICAS</b>				
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). 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 a 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 11-43, se listan los elementos en riesgo involucrados en el análisis y se muestran espacialmente en la Figura 11-58, Figura 11-59, Figura 11-60 y Figura 11-61.

**Tabla 11-43 Componentes vulnerables**

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN		CARACTERÍSTICAS
Ambiental	Áreas sensibles	Rondas Protección	30 metros de rondas hídricas
		Otras áreas	314 Bosque de galería y ripario
			Arbustal denso alto (32211)
			Ríos (50 m) (511)
Social	Asentamientos humanos		Construcciones Rurales (113)
			Tejido urbano continuo (111)
			Tejido urbano discontinuo (112)
Socioeconómico y cultural	Infraestructura pública		Red vial (12211)
			Redes identificadas en campo
	Infraestructura productiva		Otros cultivos permanentes arbustivos (2221)
			Explotación de materiales de construcción
			Zonas comerciales
			Mosaico de pastos y cultivos
Individual	Áreas de intervención del proyecto		Área de almacenamiento
			Área de retorno

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
		Accesos ZODMES
		Diseño de vía
		Portal
		Túnel
		Vía industrial
		ZODMES
		Zonas de lavado y parqueo
		Polvorín

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

Figura 11-58 Componente Ambiental

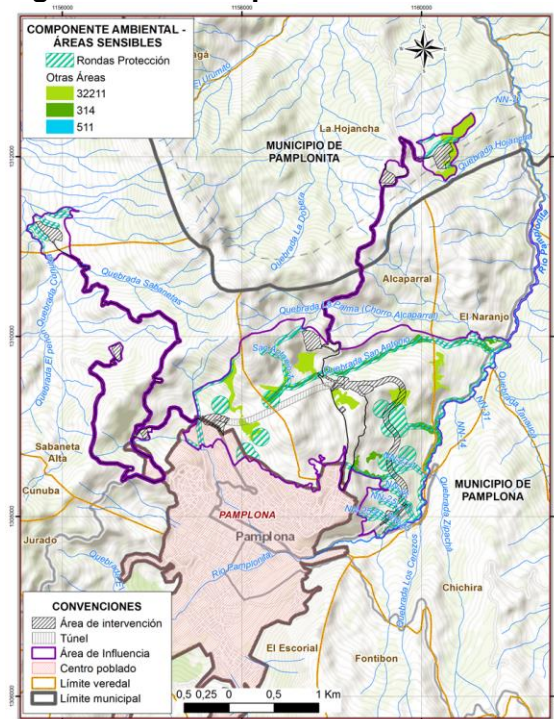
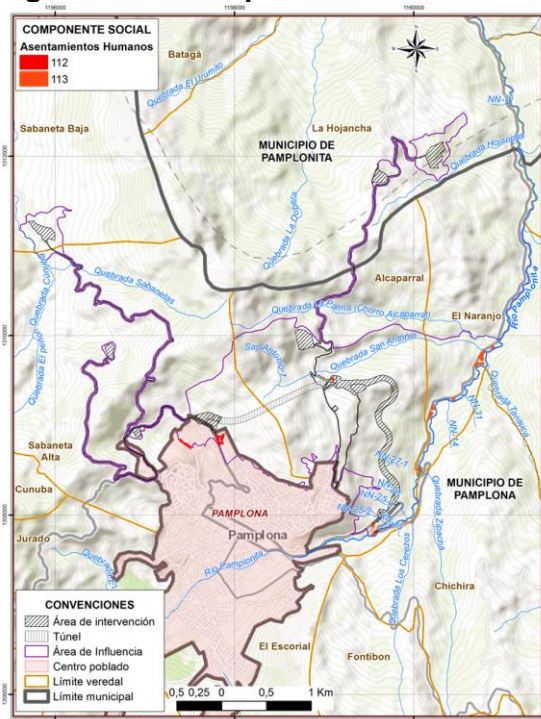
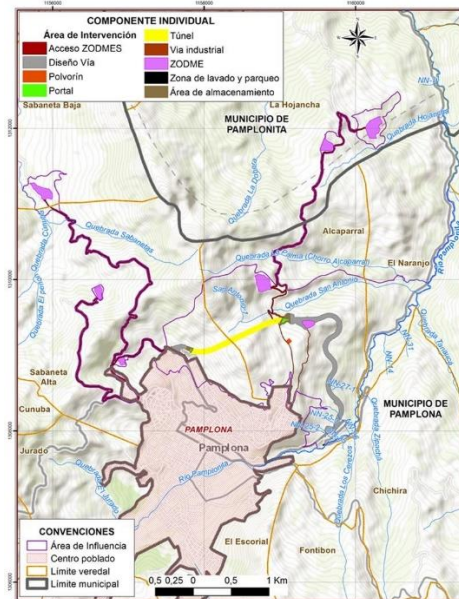
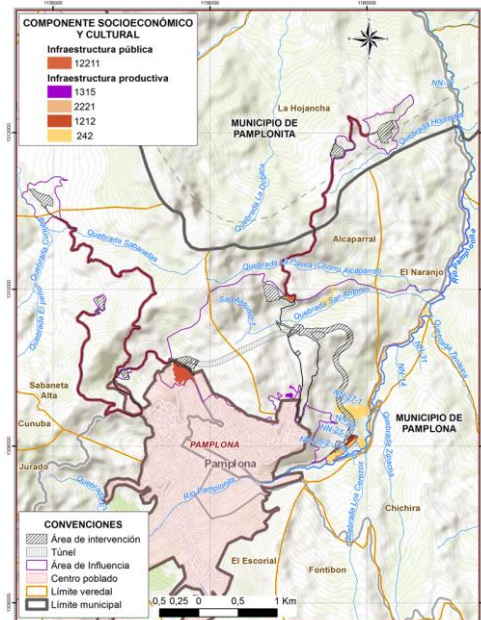


Figura 11-59 Componente Social



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Figura 11-60** Componente Socioeconómico y cultural **Figura 11-61** Componente Individual

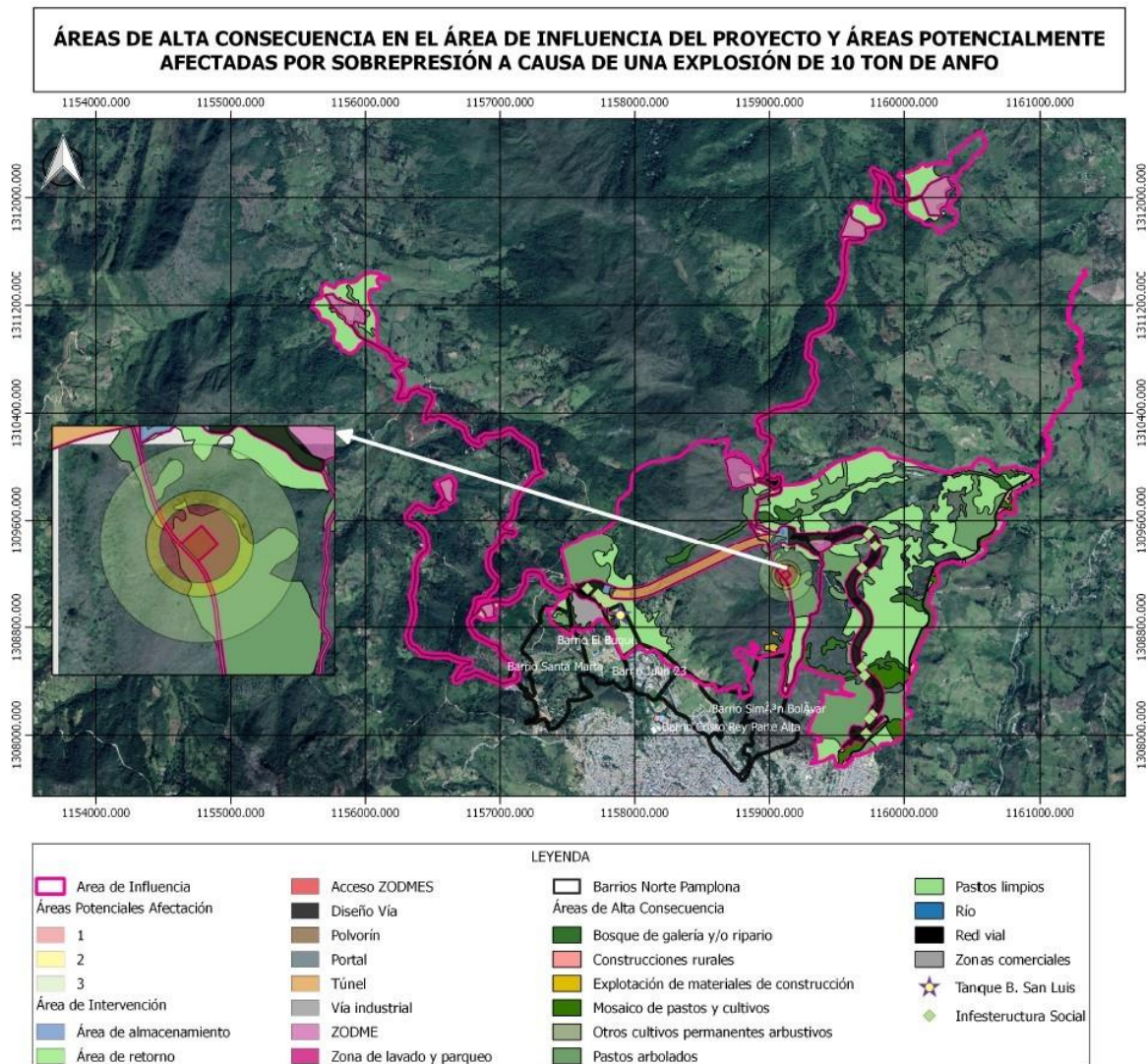


Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

De acuerdo a la amenaza endógena de explosión espacializada, no se identificaron áreas de alta consecuencia (áreas pobladas de más de 50,000 habitantes, vías fluviales, fuentes de agua para consumo humano, doméstico, áreas de actividades agrícolas, recreativas, industriales y de transporte; carreteras principales, vías férreas, acuíferos, ecosistemas sensibles y áreas protegidas, fauna y flora) que puedan verse afectadas en el fortuito caso de la explosión del polvorín. Las áreas circundantes al polvorín que podrían verse afectadas corresponden a áreas de pastos arbolados, donde se podrían desarrollar actividades pecuarias relacionadas principalmente con la ganadería extensiva. En la Figura 11-62 se presentan espacialmente la ubicación de los elementos sensibles identificados y de la envolvente de afectación por sobrepresión en caso de la explosión del polvorín.



**Figura 11-62 Áreas de alta consecuencia en el área de influencia del proyecto y áreas potencialmente afectadas por sobrepresión a causa de una explosión de 10 Ton de ANFO**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

#### ■ 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 11-43), en la Tabla 11-44 se presentan los escenarios de riesgo identificados (celdas resaltadas con color azul).



**Tabla 11-44 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto**

ID	ORÍGEN	AMENAZA	1 Preconstructiva	2 Construcción	3 Construcción de Túneles
A	Endógenas	Incendios / Explosiones			A3
B		Derrames		B2	B3
C		Accidentes laborales	C1	C2	C3
D		Accidentes de tránsito	D1	D2	D3
E	Naturales	Vendavales	E1		
F		Riesgo Biológico	F1		
G	Antrópicas	Delincuencia Común	G1		
H		Acciones de grupos armados al margen de la Ley	H1		
I		Acciones de protesta social	I1		

*Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)\* A pesar de que las amenazas naturales y antrópicas pueden afectar los componentes sociales, socioeconómicos y ambientales, no se relacionan como escenarios analizados ya que no sería alcance del plan de gestión de riesgos de la compañía su atención.*

#### Resultados matriciales del análisis de riesgo

En la Tabla 11-45 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 11-45 Resultados matriciales del análisis de riesgo**

ETAPA	ESCENARIO		PROBABILIDAD DE LA AMENAZA		VULNERABILIDAD				EXPOSICIÓN				RIESGO			
					Individ	Social	Socioeconóm	Ambiental	Individ	Social	Socioeconóm	Ambiental	Individ	Social	Socioeconóm	Ambiental
Preconstructiva	C.1	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.1	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B
	E.1	Vendavales	2	Baja	1	1	1	1	2	2	2	2	B	B	B	B
	F.1	Riesgo Biológico	2	Baja	5	1	2	1	5	1	1	1	A	B	B	B
	G.1	Delincuencia Común	2	Baja	2	1	1	2	4	4	1	1	B	B	B	B
	H.1	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	Media	5	1	1	1	4	4	1	1	A	B	B	B

ETAPA	ESCENARIO		PROBABILIDAD DE LA AMENAZA		VULNERABILIDAD				EXPOSICIÓN				RIESGO			
					Individ	Social	Socioeconóm	Ambienta	Individ	Social	Socioeconóm	Ambienta	Individ	Social	Socioeconóm	Ambienta
Construcción	I.1	Acciones de protesta social	4	Alta	2	2	1	1	4	4	1	1	M	M	B	B
	B.2	Derrames	3	Media	2	2	1	1	3	1	1	3	M	B	B	B
	C.2	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.2	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B
Construcción de Túneles	A.3	Incendios / Explosiones	1	Muy Baja	5	5	3	3	1	1	1	1	B	B	B	B
	B.3	Derrames	3	Media	2	2	1	1	3	1	1	3	M	B	B	B
	C.3	Accidentes laborales	4	Alta	5	1	1	1	4	1	1	1	A	B	B	B
	D.3	Accidentes de tránsito	4	Alta	5	5	1	1	4	4	1	1	A	A	B	B

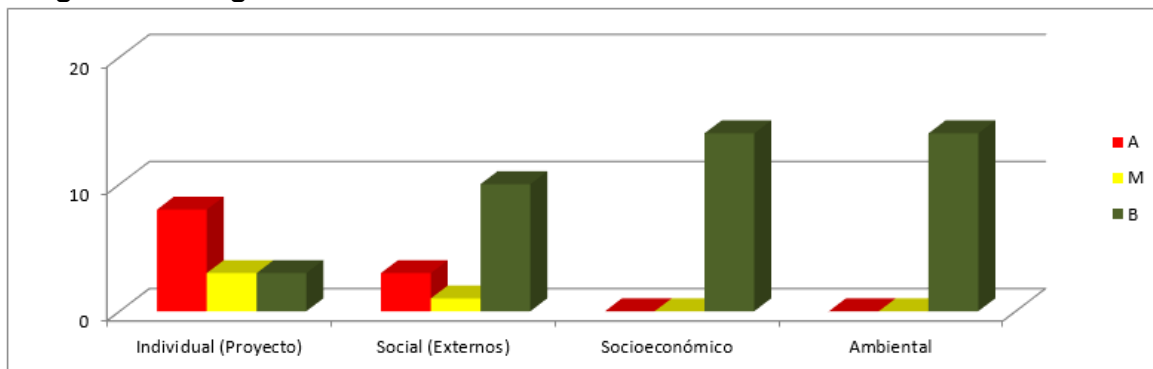
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

En la Figura 11-63 se presentan los resultados obtenidos para el análisis de riesgos matricial. Se observa que los elementos vulnerables socioeconómicos y ambientales presentados en la Tabla 11-43 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 del polvorín, presentó una categoría de riesgo baja dado la muy baja probabilidad de manifestación del evento.

**Figura 11-63 Resultado del número de escenarios de riesgo por componente y categoría de riesgo**



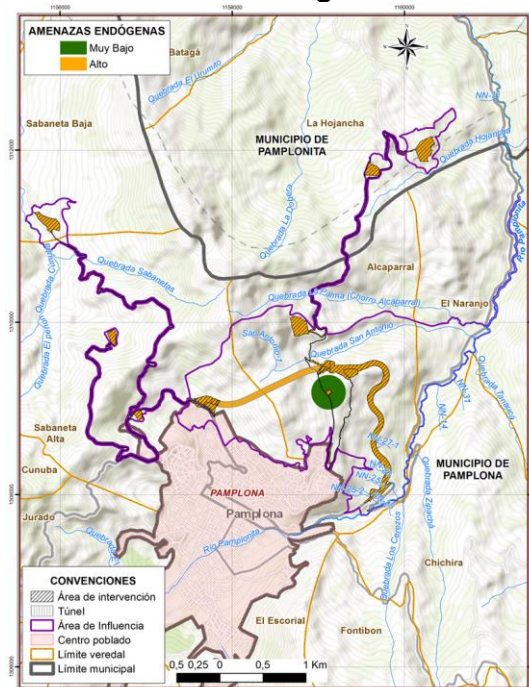
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

▪ **Resultados a nivel espacial del análisis de riesgo**

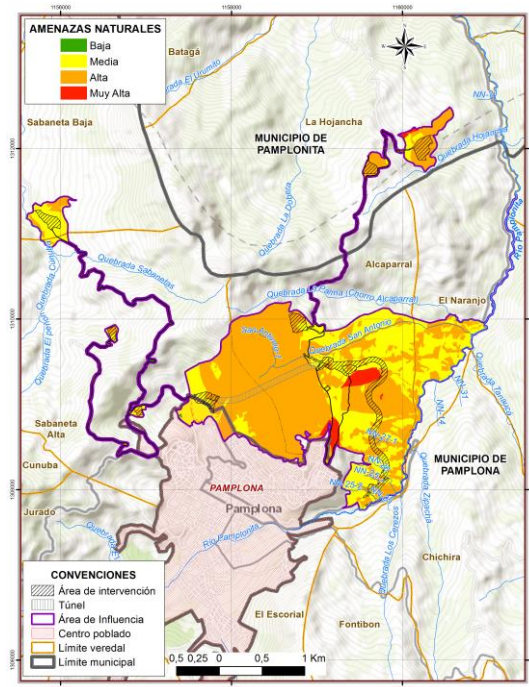
- Consolidado de amenazas

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 11-64 para las amenazas endógenas, la Figura 11-65 para las amenazas naturales y la y Figura 11-66 cómo el consolidado de amenazas, priorizando las categoría de amenaza más alta en un mismo espacio geográfico.

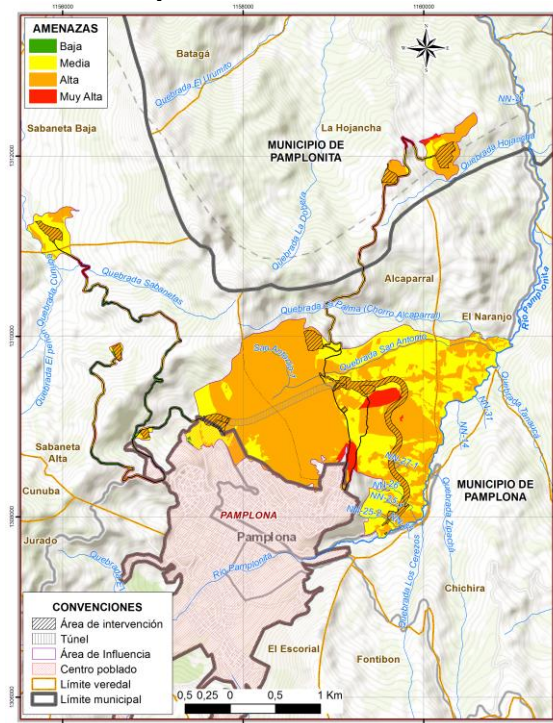
**Figura 11-64 Representación espacial de las amenazas endógenas**



**Figura 11-65 Representación espacial de las amenazas naturales**



**Figura 11-66 Representación espacial de la amenaza consolidada en el territorio**



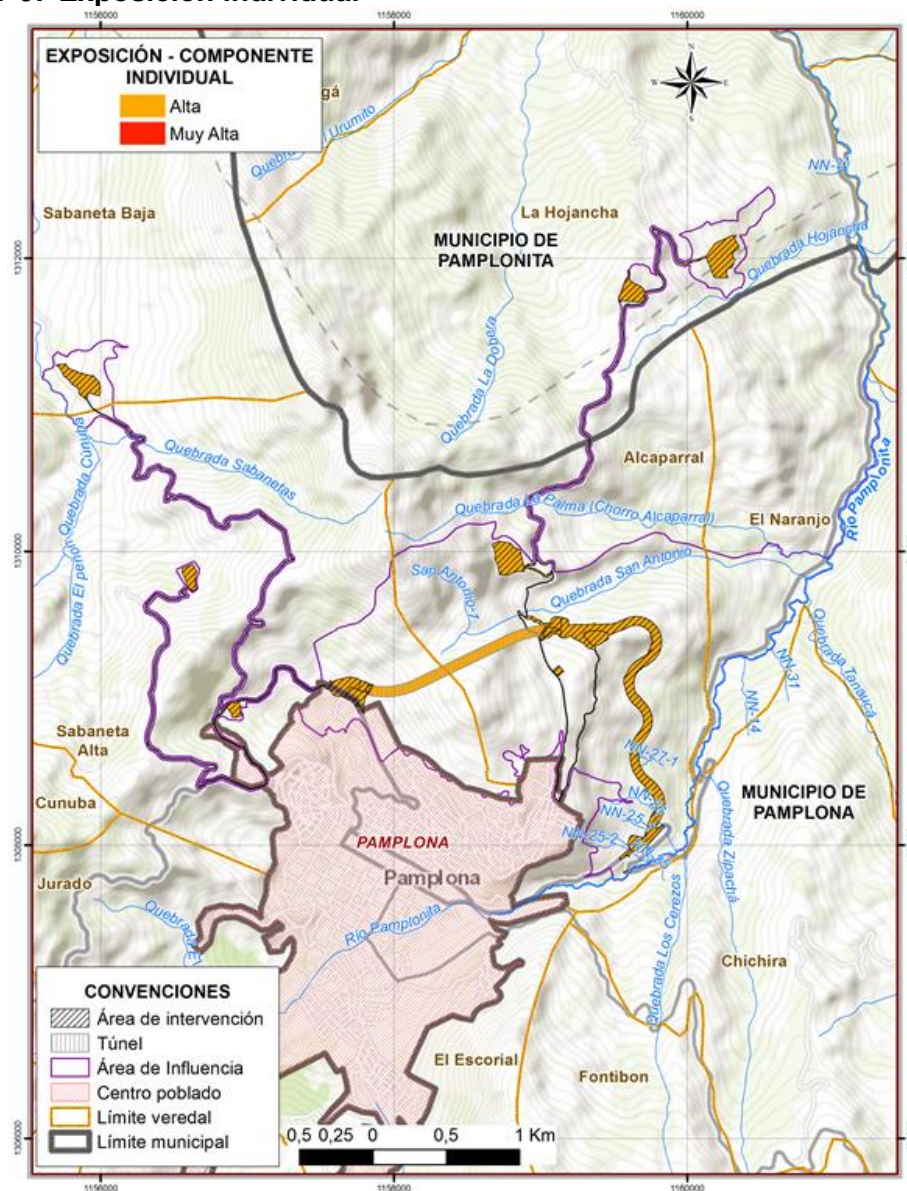
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)



- Identificación de elementos expuestos y Vulnerabilidad

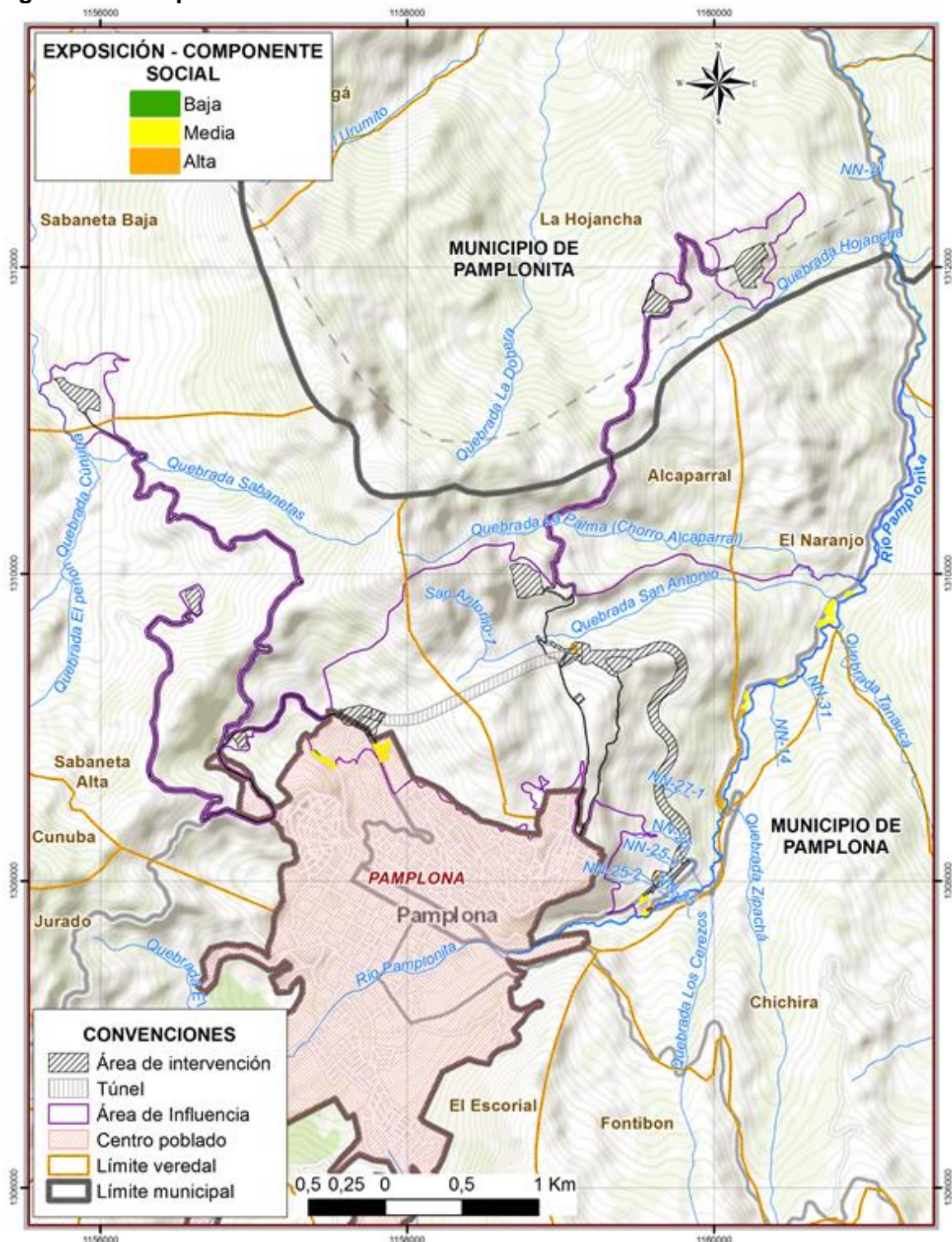
A su vez, para el caso de la exposición se presenta en la Figura 11-67, Figura 11-68, Figura 11-69 y Figura 11-70 los resultados del análisis de la exposición de los elementos vulnerables en función de las amenazas naturales.

**Figura 11-67 Exposición individual**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

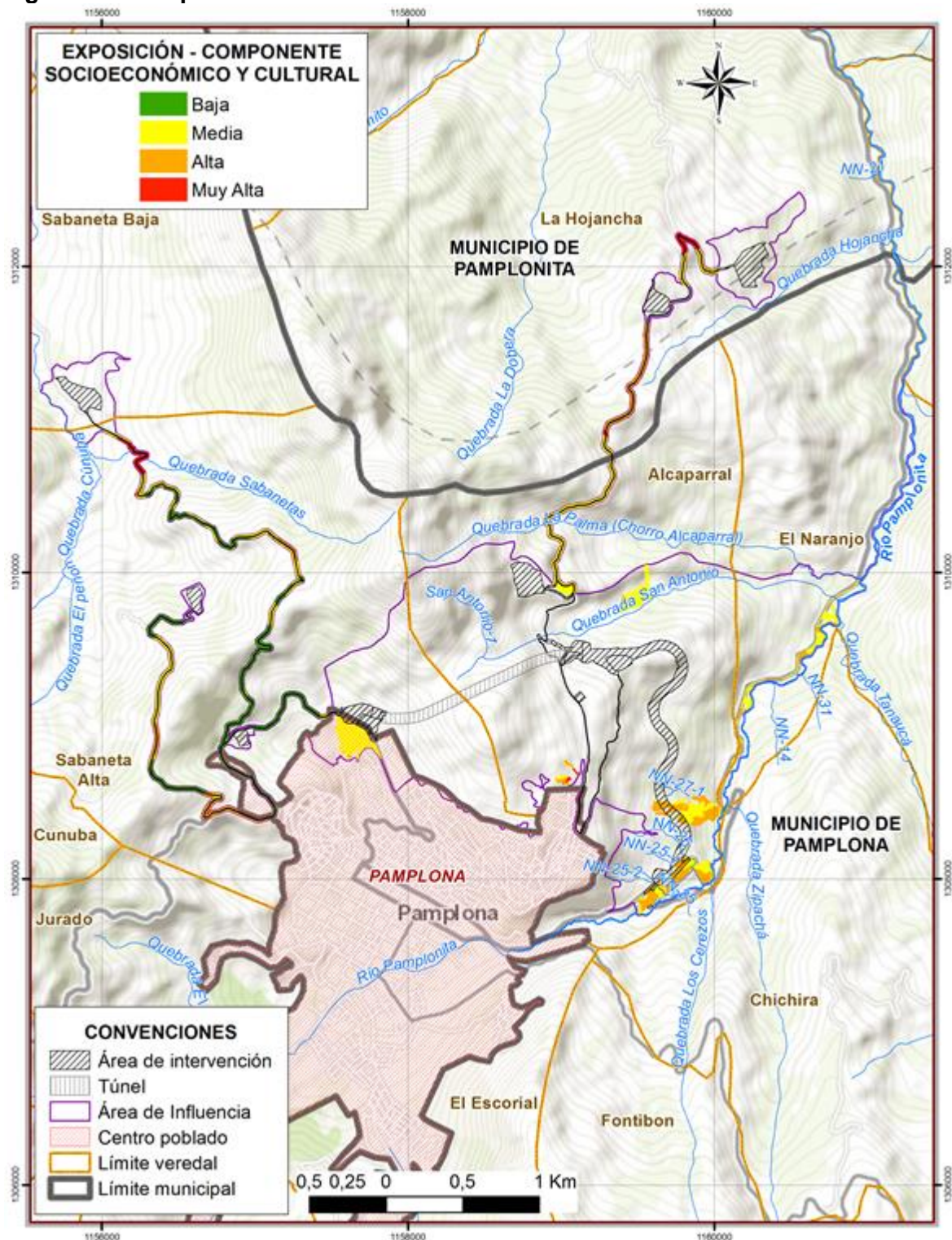
Figura 11-68 Exposición social



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)



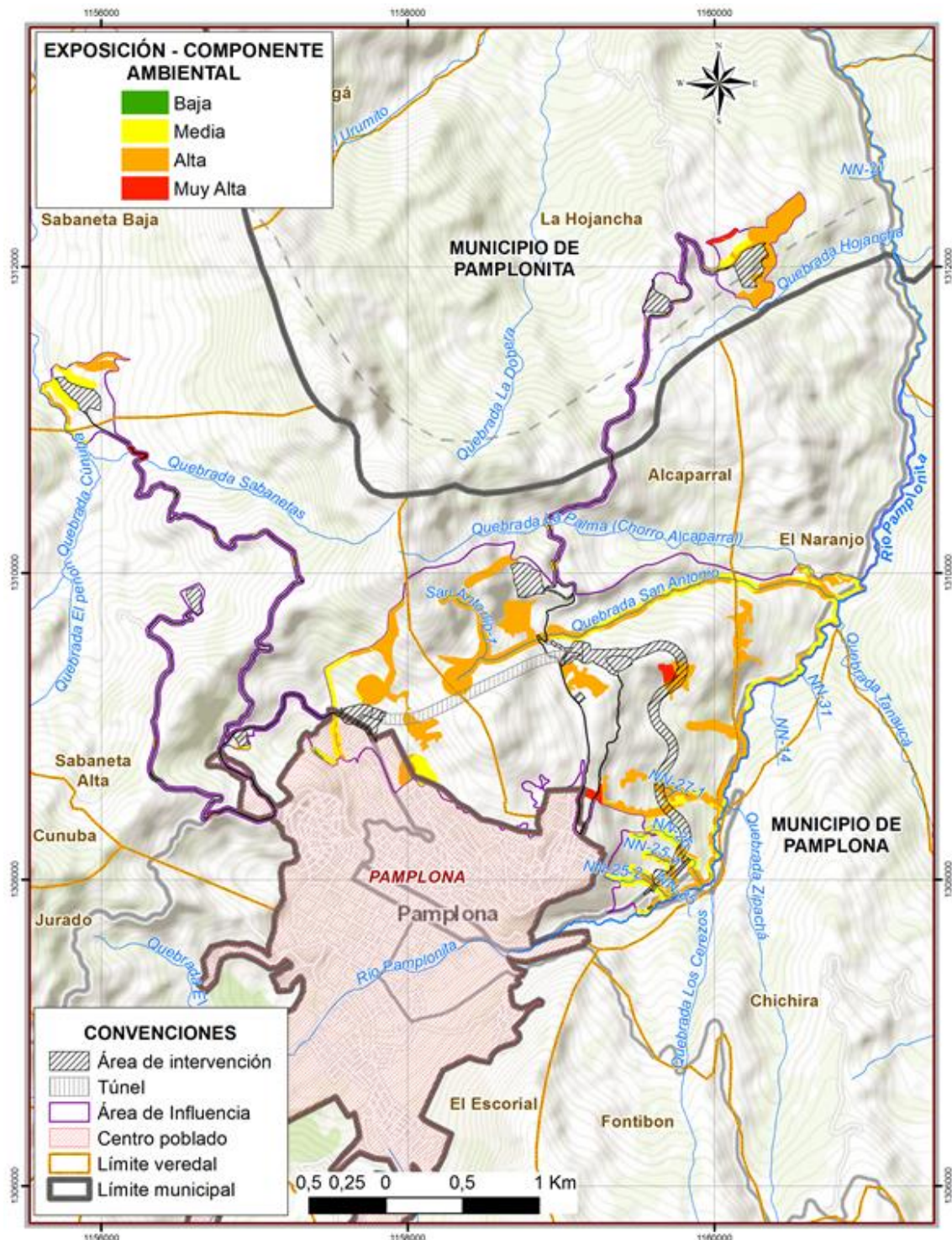
**Figura 11-69 Exposición socioeconómica**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Figura 11-70 Exposición ambiental**





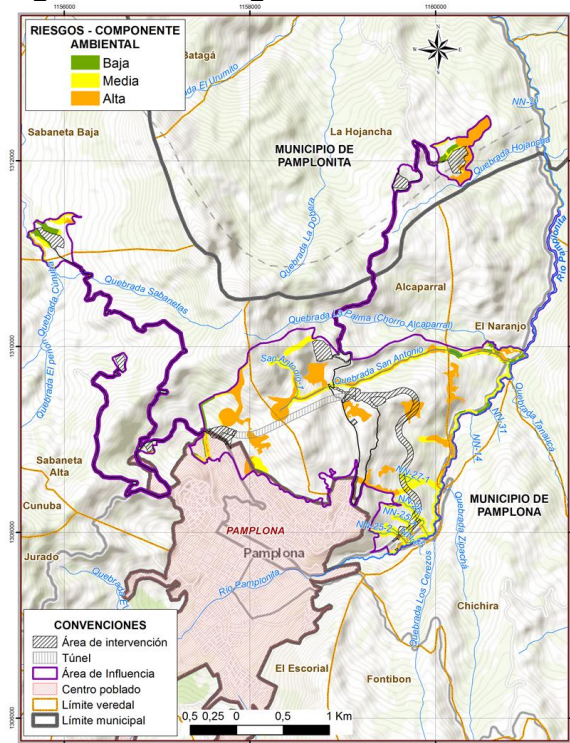
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)



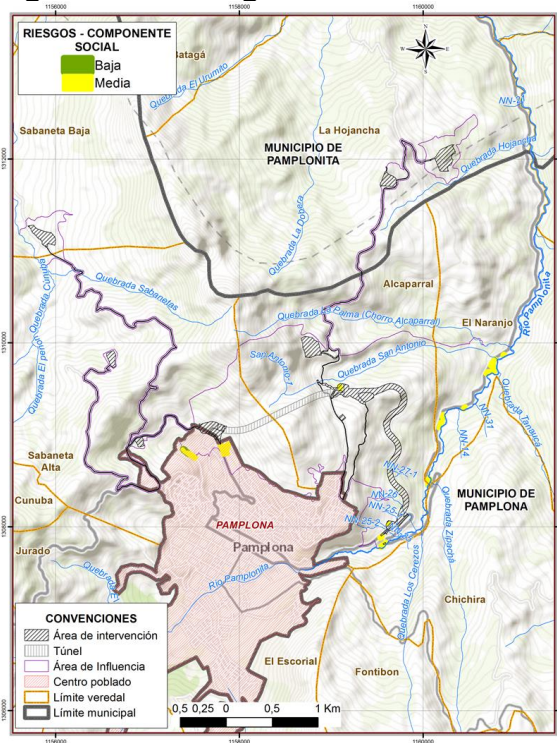
- Riesgo

Por último, se obtuvo la estimación del riesgo de acuerdo a la Tabla 11-7, obteniendo el consolidado en la Figura 11-75, y los riesgos para los diferentes componentes en la Figura 11-71, Figura 11-72, Figura 11-73 y Figura 11-74.

### Figura 11-71 Riesgo Ambiental

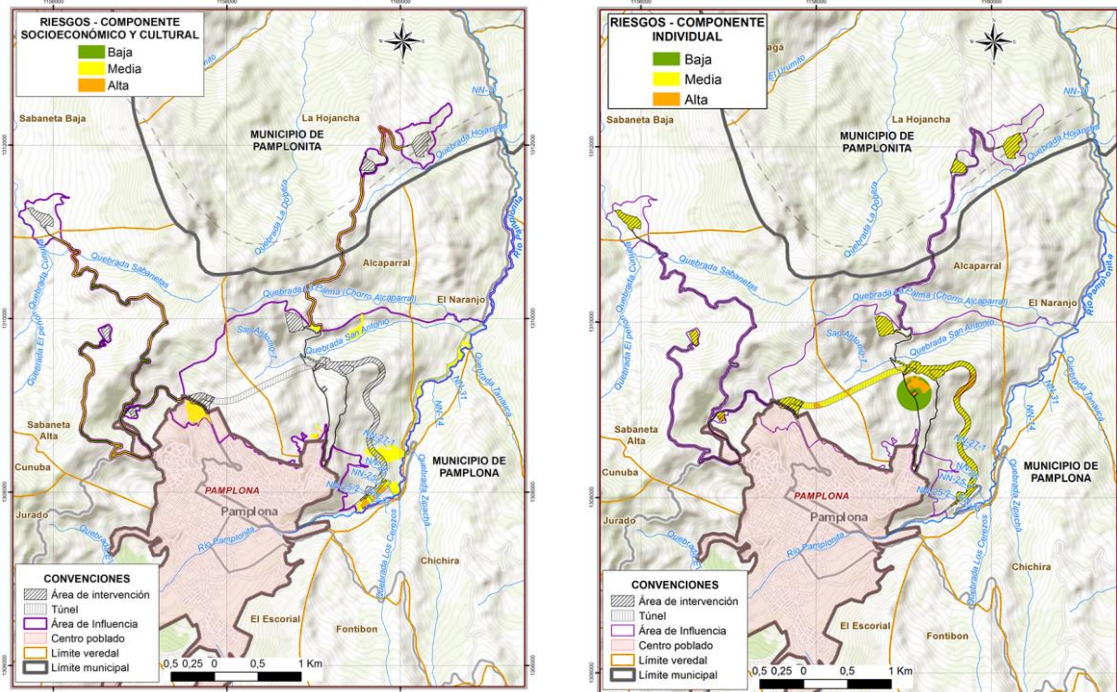


### Figura 11-72 Riesgo Social



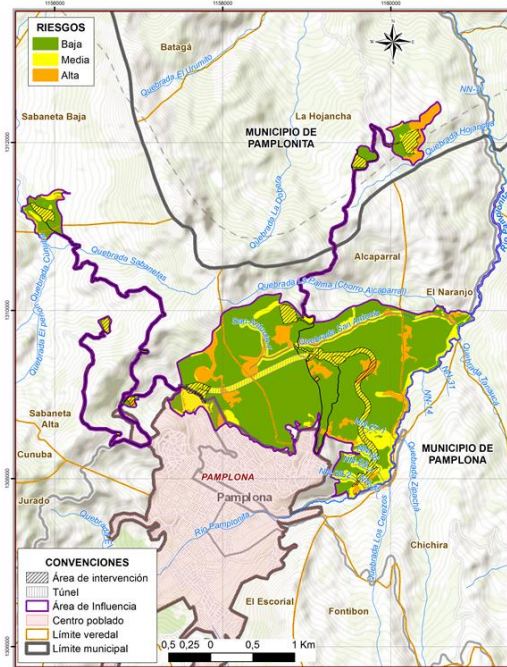
*Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)*

**Figura 11-73 Riesgo Socioeconómico y Figura 11-74 Riesgo Individual cultural**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

**Figura 11-75 Riesgo**



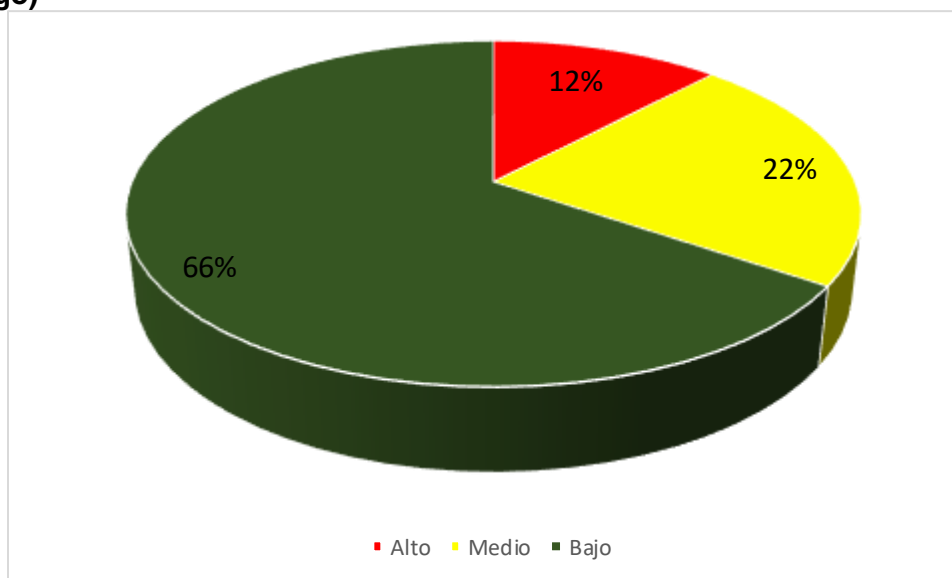
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)



Se observa que la mayor proporción del territorio se localiza en la categoría de riesgo bajo. El porcentaje de riesgo alto está determinado principalmente por la amenaza de sismicidad, avenidas torrenciales y por la amenaza geotécnica, relacionada principalmente con potenciales procesos de remoción en masa.

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 11-76 Resultados del análisis de riesgo cartográfico (% del área por categoría de riesgo)**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

#### 11.1.3.8 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.

##### 11.1.3.8.1 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 Prevención de la accidentalidad vial durante la etapa constructiva y PMF-13 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 las mismas.
- 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**

Los polvorines serán contenedores con las siguientes características:

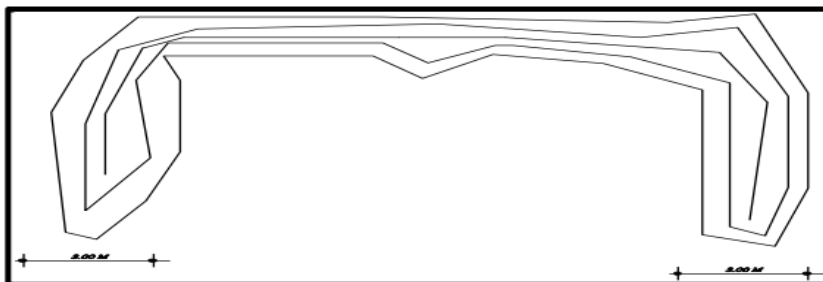
- Contenedores metálicos con marcos rígidos continuos y complementarios, con perfiles tubulares, de espesores que pueden ir de los 3 mm en las vigas, de 6 mm en los pilares esquineros y refuerzos en las puertas de 10 mm.
- La puerta debe estar aislada y con recubrimiento, metálica con chapa doble contacto 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-07 Manejo de explosivos y ejecución de voladuras subterráneas y a cielo abierto.

### **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 Polvorín contará con espaldones para evitar que la onda expansiva pueda causar 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 11-77 Modelo de espaldones**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

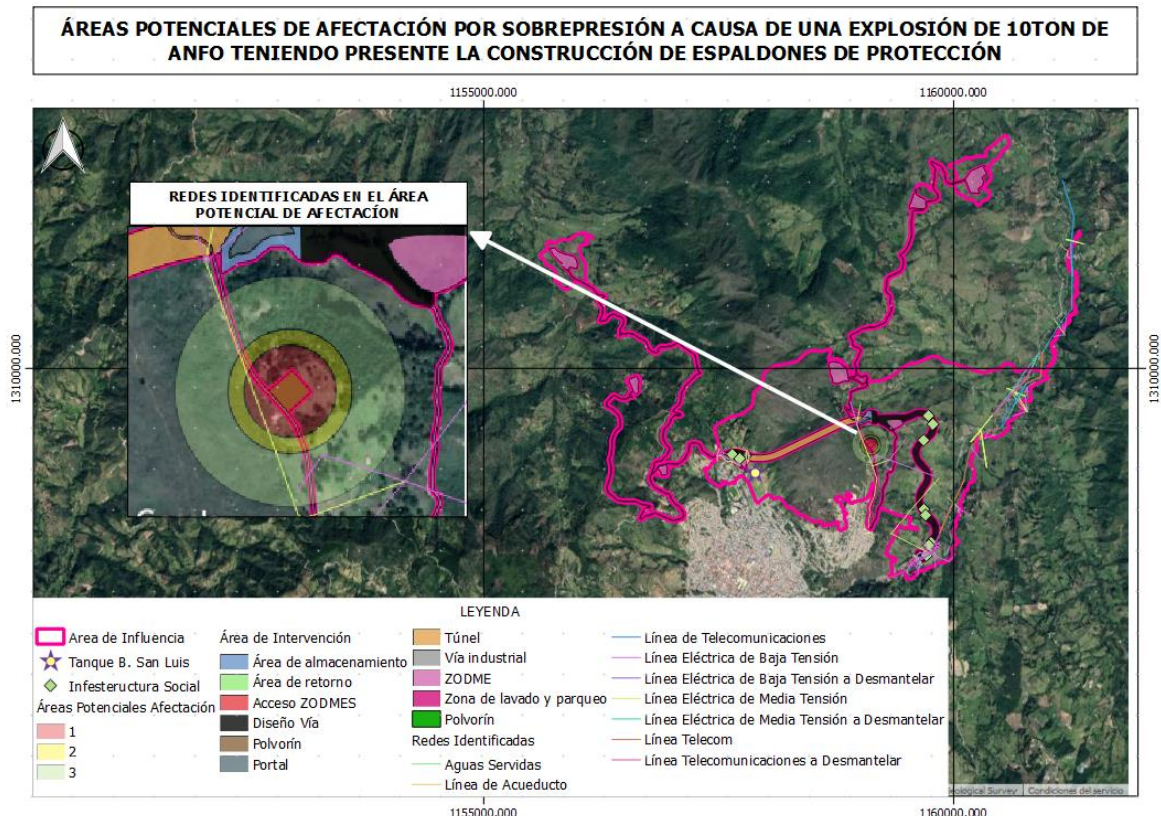
De acuerdo a los espaldones mencionados, se volvió a desarrollar el modelo para determinar las áreas potenciales de afectación por sobrepresión en caso de una explosión en el polvorín; teniendo en cuenta una reducción del 30% en la presión. De esta forma se obtuvo la Tabla 11-46 y la Figura 11-78.

**Tabla 11-46 Resultados de sobrepresión teniendo presente una reducción del 30% en la energía**

kPa*	Z (m/kg <sup>1/3</sup> )	W <sub>TNT</sub>	R <sub>d</sub> (m)
71,7	4,0	8.073,40	80,2
31,3	5,4		108,25
9	10,0		200,7

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). \* Valores a los cuales aplicándoles un 30% menos de energía corresponderían a los valores establecidos en la Tabla 11-9.

**Figura 11-78 ÁREAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN A CAUSA DE UNA EXPLOSIÓN DE 10TON DE ANFO TENIENDO PRESENTE LA CONSTRUCCIÓN DE ESPALDONES DE PROTECCIÓN**



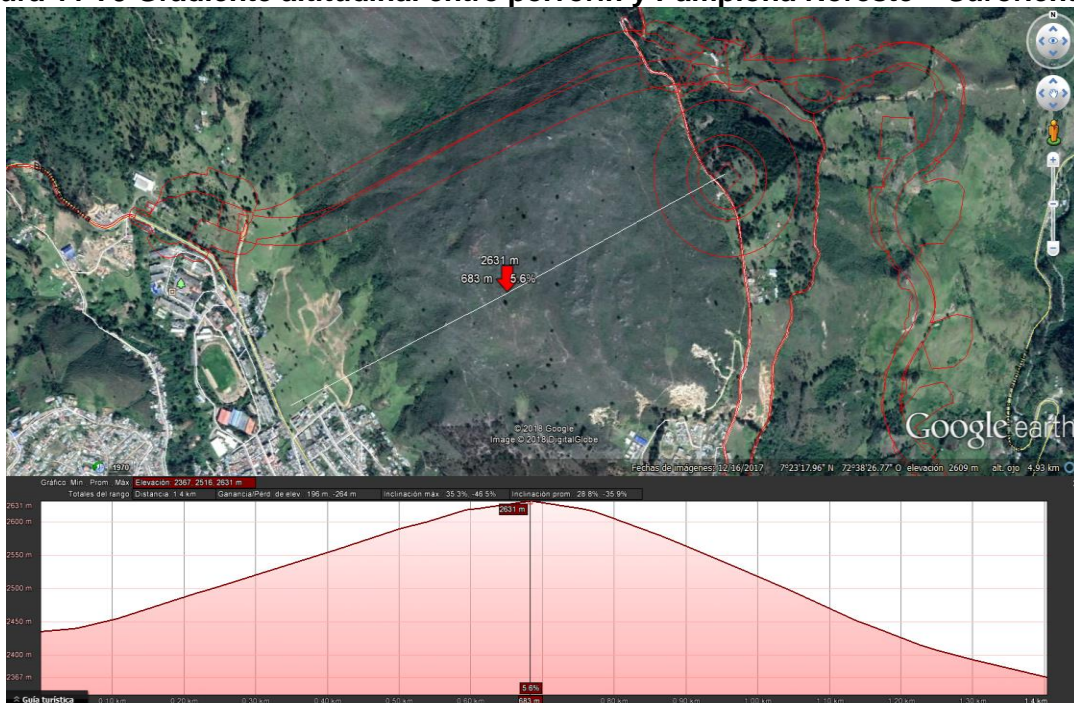
Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). \* 1, 2 y 3 corresponden a las áreas establecidas en la Tabla 11-9.

Se observa una reducción en los elementos vulnerables sociales, socioeconómicos y ambientales expuestos a las áreas de afectación. Principalmente se observa una potencial afectación en caso de la manifestación del evento de una Línea eléctrica de media tensión, y una de baja tensión. 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.

Así mismo, la geoforma del terreno propiciaría una reducción significativa de los efectos de sobrepresión sobre elementos sensibles localizados hacia Pamplona, dado el gradiente altitudinal entre el polvorín y las áreas pobladas. En la Figura 11-79 se observa dicho gradiente en orientación Noreste – Suroriente (hacia la vía Berlín - Pamplona); se aprecia que el polvorín estaría a una altura sobre el nivel del mar aproximadamente de 2.436 msnm, el punto más alto del eje estaría localizado sobre los 2.631 msnm (195 m de diferencia ascendente) y el costado de los elementos vulnerables en Pamplona se encontrarían sobre los 2.367 msnm. Por su parte, en la Figura 11-80 se ve el trazado en una ruta Norte Sur (desde el polvorín hacia la Carrera 14ª en Pamplona), en este sentido también se observa que el punto más alto del eje estaría localizado sobre los 2.479 msnm, es decir, 43 m más que el polvorín.



**Figura 11-79 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Noreste – Suroriente**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

**Figura 11-80 Gradiente altitudinal entre polvorín y Pamplona Norte – Sur**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018).

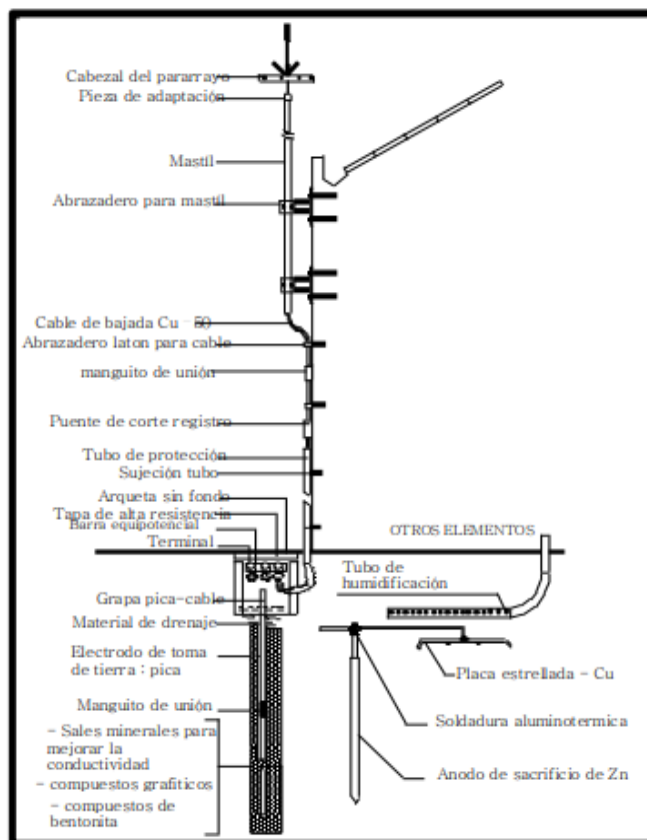


## Pararrayos

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 11-81 Modelo pararrayos polvorín**



Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

#### 11.1.3.8.2 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).
- El monitoreo permanente de las obras realizadas.
- Realizar revisiones y mantenimientos periódicos a los sistemas de desagües, alcantarillado, etc.

#### 11.1.3.8.3 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.

### 11.1.3.9 Manejo del desastre

#### 11.1.3.9.1 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 11-47, 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 11-47 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)*

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 11-48 se relaciona el programa tentativo de dicha divulgación.

**Tabla 11-48 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)*

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:

- i. 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.



- ii. Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado en los lugares con probabilidad de generación de derrames.
- iii. 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.
- iv. Señalización. Dependiendo de la fase del proyecto, se tendrá una señalización básica informativa en caso de emergencias, para el personal que labore en la el proyecto, como:
  - a. Evacuación y salvamento en ruta de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro.
  - b. 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.
  - c. Prohibición (“no fumar”, y de ingreso restringido a las áreas).
  - d. Advertencia de peligro (riesgo de explosión, incendio, zonas críticas de remoción en masa).
  - e. 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 11-49 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, cómo las cantidades se establecerán de acuerdo a los estándares establecidos por la organización.

**Tabla 11-49 Equipos de contingencia para primeros auxilios, salvamento y evacuación**

FASE	DETALLE
PRIMEROS AUXILIOS	POLITRAUMATISMOS - Camilla rígida

FASE	DETALLE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juegos de inmovilizadores para extremidades (cervical y extremidades superiores e inferiores)</li> <li>- Equipo de respiración (bala de oxígeno con manómetro, humidificador cánulas, resucitador manual)</li> <li>- Compresas</li> <li>- Gasas estériles en empaque individual</li> <li>- Vendas de gasa</li> <li>- Vendas elásticas</li> <li>- Vendas de algodón</li> <li>- Parches oclusores (ojos)</li> <li>- Vasos desechables</li> <li>- Jabón quirúrgico</li> <li>- Alcohol antiséptico</li> <li>- Esparadrapo</li> <li>- Micropore</li> <li>- Curas</li> <li>- Tela limpia</li> <li>- Frascos de suero fisiológico</li> </ul> <p>QUEMADURAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasa vaselinada o tela limpia y vaselina (para humectar la piel)</li> </ul> <p>LESIONES OSTEOMUSCULARES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablillas y férulas de diferentes tamaños</li> <li>- Baja lenguas</li> </ul> <p>OTRAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sales de rehidratación oral</li> <li>- Guantes desechables</li> <li>- Tapa bocas</li> <li>- Gafas de protección</li> <li>- Tijeras</li> <li>- Termómetro</li> <li>- Tensiómetro</li> <li>- Botiquín tipo morral / mochila</li> <li>- Linterna y pilas de repuesto</li> <li>- Bolsas rojas</li> <li>- Manual de primeros auxilios</li> </ul>
CONTRA INCENDIOS	<p>Oficinas / Campamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extintores Solkaflan (equipos electrónicos)</li> <li>- Extintores A, B, C, - A B C</li> <li>- Arena</li> <li>- Canecas con agua</li> <li>- Baldes / canecas / recipientes</li> </ul> <p>Frentes de obra: (Incendios forestales):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Batefuegos</li> <li>- Maruyama (Motobomba lanza agua) según viabilidad presupuestal)</li> </ul> <p>Equipos a motor / vehículos / Maquinaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extintores A, B, C, - ABC</li> </ul>
DERRAMES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos absorbentes adecuados para los productos manejados (barreras, materiales y paños)</li> <li>- Palas plásticas antichispa</li> <li>- Guantes multipropósito</li> <li>- Tapabocas y mascarillas para prevenir la inhalación de vapores</li> </ul>

FASE	DETALLE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gafas de seguridad</li> <li>- Canecas para la recolección de suelo afectado y para la recuperación de producto</li> <li>- Bolsas rojas para disponer los productos empleados en la recolección del producto derramado</li> <li>- Cinta de precaución para señalización</li> </ul>
EVACUACIÓN	<p>Señalización según código de colores NTC 1461 (Forma, color símbolo):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficinas</li> <li>- Campamentos</li> <li>- Líneas de trabajo</li> <li>- Zonas de parqueo</li> <li>- Puntos de encuentro</li> <li>- Cintas reflectivas y delimitadoras</li> <li>- Paletas de Pare Siga</li> </ul> <p>Sistemas de alarma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pitos</li> <li>- Sirenas</li> <li>- Radios de Comunicación</li> </ul>
TRABAJO EN ALTURAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arnés</li> <li>- Casco de seguridad</li> <li>- Descendedor</li> <li>- Cuerda estática</li> <li>- Mosquetones de seguridad</li> <li>- Guantes para rappel</li> <li>- Mono gafas</li> <li>- Linterna manos libres</li> </ul>

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

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 al 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.

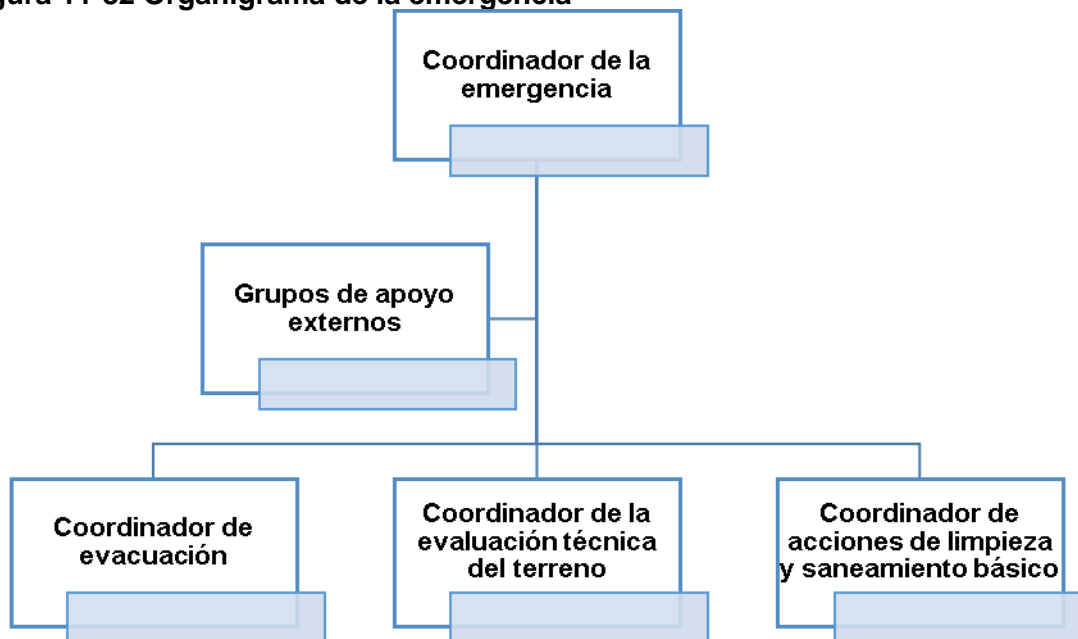
La dirección del Plan de Gestión del Riesgo deberá estar integrada por los máximos representantes de cada frente de trabajo, quienes tienen la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del plan, asegurando los recursos de personal, administrativos, técnicos y financieros para su implementación, mantenimiento,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

A continuación, en la

Figura 11-82 se presenta el esquema básico de un organigrama de atención de emergencia y su jerarquía, de acuerdo a 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 11-82 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.

#### 11.1.3.9.2 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 del mismo.

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 a 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. Suspender 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 presentes 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

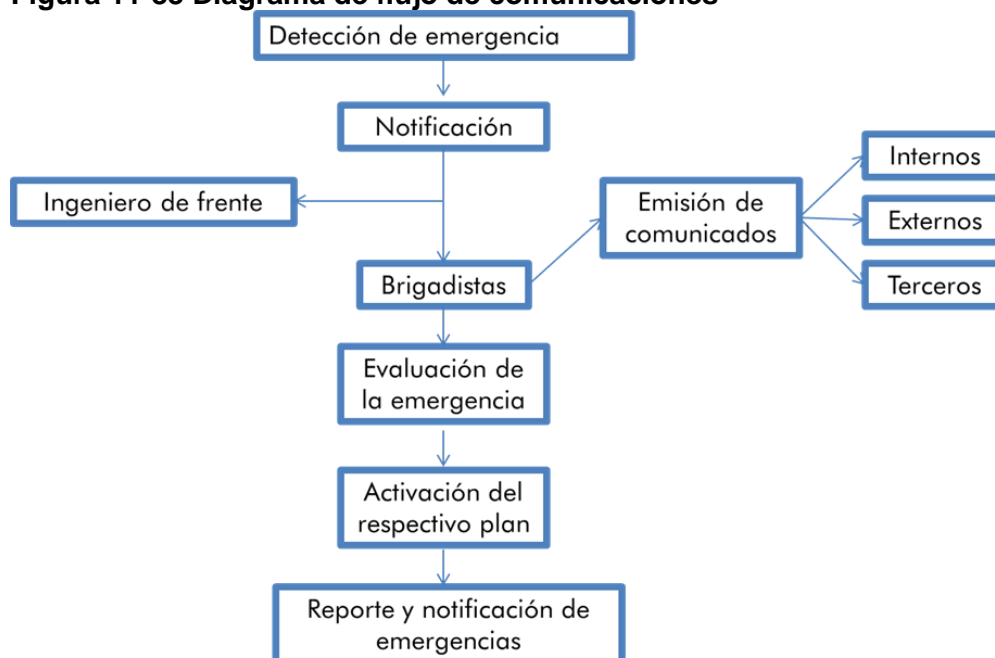
Aquella persona que detecte una emergencia debe notificarla de inmediato a un brigadista. Una vez la brigada evalúa la emergencia, se determinará su nivel, la activación del Plan de Gestión del Riesgo y la notificación al Centro de Control Operacional de la Concesionaria, área encargada de emitir las 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 11-83 Diagrama de flujo de comunicaciones**



Fuente: Unión vial Río Pamplonita, 2017.

#### 11.1.3.9.3 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 al 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 al 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 a 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 al equipo, maquinaria o vehículo 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 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 a 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 a 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 a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

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:

- Sensibilización en riesgo de los Materiales Peligrosos.
- 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.
- De acuerdo al 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.
- El personal de producción o almacenamiento debe contener este producto en recipientes adecuados y de material compatible con el mismo.
- El responsable del almacenamiento debe fabricar diques o en su defecto tener material para absorber, contener o confinar la sustancia derramada.
- El área responsable debe realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- 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.
- 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:

- 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.
- El personal del frente de trabajo de acuerdo a los riesgos del producto evacuará y asegurará el área.
- 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.
- 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.
- 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.)
- Se deberá realizar lo establecido en el anexo 4 (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 al 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 a 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 a la gravedad de la lesión. Ver Anexo 1.
- h. Todas las actividades se realizan de acuerdo a 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 a 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 a 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 a 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.

#### 11.1.3.9.4 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 la misma deberá ser establecida por el Coordinador de la emergencia.

### 11.1.3.9.5 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)

### 11.1.3.10 Directorio de contactos de emergencia

A continuación, en la Tabla 11-50 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 11-50 Datos de contacto para la atención de emergencias en el Municipio de Pamplona**

MUNICIPIO	ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Pamplona	Alcaldía	(57-7) 568 1174
	Hospital San Juan de Dios Pamplona	(57-7) 568 2486 / 568 2482 / 568 2907 / 568 1431.
	Inspección de policía	(57-7) 568 2880 / 112
	Cuerpo de Bomberos	119
	Defensa Civil Colombiana – Seccional Cúcuta	(57-7) 571 8547 / 144
	Defensa Civil Colombiana Pamplona	3102110641
	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)

### 11.1.3.10.1 Directorio de Coordinadores Departamentales y Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres

En la Tabla 11-51 se presentan los teléfonos de contacto a nivel departamental y municipal de los consejos para la gestión del riesgo.

**Tabla 11-51 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)

#### 11.1.3.10.2 Directorio de las Juntas de Acción Comunal

A continuación, en la Tabla 11-52 se presentan los datos de los miembros de las JAC localizadas en el área de influencia del proyecto.

**Tabla 11-52 Datos de contacto de los líderes comunitarios de las Juntas de Acción Comunal identificadas en el área de influencia del proyecto**

MUNICIPIO	NO.	UNIDAD TERRITORIAL	PRESIDENTE JAC	CELULAR
Pamplona	1	Barrio El Buque	Jorge Eliecer Herrera	311 275 4660
	2	Barrio San Luis	Carolina Delgado Leal	320 410 3899
	3	Barrio Simón Bolívar	Rosalía Mantilla	320 300 5658
	4	Vereda Sabaneta Alta	Juan de Jesús Caicedo	313 488 1778
	5	Vereda Sabaneta Baja	Jesús Armando Becerra Albarracín	311 516 3584
	6	Vereda Alcaparral	Bernabé Anteliz Espinosa	317 377 3246
	7	Vereda El Naranjo	Edinson Fernando Torres Cañas	312 308 6719
	8	Vereda Ulagá Baja	José Ramón Miranda	310 882 8168
Pamplonita	9	Vereda La Hojancha	José Eugenio Acevedo Leal	313 212 0667

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)