



CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO ESQUEMA APP No. 002 de 2017



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-  
CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

Capítulo 11.1.3 Planes y Programas – Plan Gestión del Riesgo  
Versión V3



Bogotá D.C. 23 de mayo de 2018

## ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
A	Formulación informe	Diciembre 2017	Versión interna del informe antes de realizar la primera emisión al cliente
B	General	Enero 2018	Primera versión para ser entregada al cliente
C1	General	Enero 2018	Atención a comentarios producto de la revisión realizada por el cliente
C2	General	Febrero 2018	Revisión UVRP y EPC
V0	General	Marzo 2018	Versión aprobada para radicación
V1	General	Marzo 2018	Atención observaciones de interventoría AFA 4G -253 sobre versión ajustada por Sacyr
V2	General	Mayo 2018	Atención observaciones de interventoría AFA 4G -291
V3	General	Mayo 2018	Atención observaciones de interventoría reuniones 9 y 10 de mayo sobre versión ajustada por Sacyr

## REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de revisión		<b>V3</b>
Responsable por elaboración	Nombre	Fernando Rivera Escobar
	Firma	
Responsable por revisión	Nombre	
Coordinador de proyecto	Firma	
Responsable por aprobación	Nombre	
Gerente de Proyecto	Firma	
	Fecha	13/06/2018

## CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPITULO 11. PLANES Y PROGRAMAS - PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
11. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	1
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 Conocimiento del Riesgo	4
11.1.3.4.1 Cobertura geográfica	4
11.1.3.4.2 Etapas del proyecto	5
11.1.3.4.3 Valoración del riesgo	6
11.1.3.5 Reducción del riesgo	82
11.1.3.6 Protección financiera	82
11.1.3.7 Manejo del riesgo	83
11.1.3.7.1 Plan Estratégico	83
11.1.3.7.2 Estructura de respuesta	83
11.1.3.7.3 Plan operativo	95
11.1.3.8 Socialización y Comunicación	106

## CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPITULO 11. PLANES Y PROGRAMAS - PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 11.1 Marco normativo	3
Tabla 11.2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos	5
Tabla 11.3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	7
Tabla 11.4 Criterios para la calificación de fragilidad	8
Tabla 11.5 Criterios para definir vulnerabilidad	9
Tabla 11.6 Criterios para definir el nivel del riesgo	9
Tabla 11.7 Definición del nivel de riesgo	9
Tabla 11.8 Amenazas internas	11
Tabla 11.9 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia	13
Tabla 11.10 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	17
Tabla 11.11 Valores de susceptibilidad por litología	17
Tabla 11.12 Valores de susceptibilidad por geomorfología	19
Tabla 11.13 Valores de susceptibilidad por hidrogeología	21
Tabla 11.14 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra	23
Tabla 11.15 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes	25
Tabla 11.16 Ponderación de fallas según su tipo	27
Tabla 11.17 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas	27
Tabla 11.18 Valores de susceptibilidad por pendientes	29
Tabla 11.19 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos	31
Tabla 11.20 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno	33
Tabla 11.21 Intervalos de categoría de precipitación	35
Tabla 11.22 Intervalos de categorías de sismicidad	37
Tabla 11.23 Categorías para la zonificación geotécnica	38
Tabla 11.24 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica	38
Tabla 11.25 Categorías de evaluación para la precipitación total anual en las cuencas del área de influencia	43
Tabla 11.26 Amenaza por inundación	43
Tabla 11.27 Categorías de evaluación para la precipitación total anual AI	46
Tabla 11.28 Categorías de evaluación para la densidad de drenaje en el AI	47
Tabla 11.29 Categorías de evaluación para la pendiente en el AI del Proyecto	48
Tabla 11.30 Intervalos y categorías de la amenaza por avenidas torrenciales	49
Tabla 11.31 Tipos de amenaza por avenidas torrenciales en las cuencas del área de influencia del Proyecto	49
Tabla 11.32 Velocidad del viento media mensual multianual (m/s)	51
Tabla 11.33 Probabilidad de amenaza de tormenta eléctrica con base en el nivel cerámico	54
Tabla 11.34 Probabilidad de la amenaza según la DDT	55
Tabla 11.35 Reporte Amenaza por tormentas eléctricas	57
Tabla 11.36 Incendios forestales reportados por el UNGRD	57
Tabla 11.37 Reporte de área por categoría para incendios forestales	58



Tabla 11.38 Talla equis ( <i>Bothrops asper</i> )	61
Tabla 11.39 Características del conflicto en Pamplona y Pamplonita, años 1990 - 2013	63
Tabla 11.40 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas	65
Tabla 11.41 Componentes vulnerables	66
Tabla 11.42 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto	66
Tabla 11.43 Vulnerabilidad para el área de estudio amenazas endógenas y antrópicas	68
Tabla 11.44 Distribución de la fragilidad para el área de influencia	69
Tabla 11.45 Distribución de la exposición para el área de influencia	71
Tabla 11.46 Distribución de la vulnerabilidad para el área de influencia	73
Tabla 11.47 Calificación nivel del riesgo	76
Tabla 11.48 Rangos de aceptabilidad del riesgo	80
Tabla 11.49 Números de emergencia de entidades de apoyo externo en el departamento de Santander	107

## CORREDOR 4G CUCUTA-PAMPLONA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPITULO 11. PLANES Y PROGRAMAS - PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 11.1 Cobertura geográfica	5
Figura 11.2 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo	10
Figura 11.3 Valor PGA (cm/s <sup>2</sup> ) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica	13
Figura 11.4 Amenaza Sísmica - UF2	14
Figura 11.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica	16
Figura 11.6 Mapa de susceptibilidad por litología	18
Figura 11.7 Mapa de susceptibilidad por geomorfología	20
Figura 11.8 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología	22
Figura 11.9 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra	24
Figura 11.10 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes	26
Figura 11.11 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas	28
Figura 11.12 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno	30
Figura 11.13 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica	32
Figura 11.14 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno	34
Figura 11.15 Factor detonante por precipitación	36
Figura 11.16 Mapa de factor detonante por sismicidad	37
Figura 11.17 Mapa de amenaza geotécnica	40
Figura 11.18 Sistema de Transferencia	42
Figura 11.19 Susceptibilidad inundación UF2	44
Figura 11.20 Amenaza por avenidas torrenciales asociada a la Unidad Funcional 2	50
Figura 11.21 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona	51
Figura 11.22 Rosa de vientos estación Iser Pamplona	52
Figura 11.23 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero	53
Figura 11.24 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de mayo	53
Figura 11.25 Mapa Cerámico para el área de estudio	56
Figura 11.26 Amenaza por Incendios forestales para la UF2	59
Figura 11.27 Fragilidad evaluada para amenazas naturales	70
Figura 11.28 Elementos en exposición	72
Figura 11.29 Distribución porcentual de la vulnerabilidad para el AI	73
Figura 11.30 Vulnerabilidad de los elementos expuestos para el área de influencia	74
Figura 11.31 Distribución porcentual del riesgo matricial evaluado	75
Figura 11.32 Distribución del riesgo para amenazas naturales de la UF2	77
Figura 11.33 Distribución porcentual de la zonificación del riesgo	78
Figura 11-34 Organigrama de la emergencia	85
Figura 11.35 Diagrama de flujo del Plan Operativo	95



ConCol



## CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPITULO 11. PLANES Y PROGRAMAS - PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

##### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 11.1 Relanzamiento frentes de seguridad en Pamplona	62
Fotografía 11.2 Infraestructura vial objetivo de ataque del ELN	64

## 11. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

### 11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

#### 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).
- 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. Plan Estratégico: Contiene la filosofía, los objetivos, el alcance del Plan, su cobertura geográfica, organización, asignación de responsabilidades y los niveles de respuesta (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999)
- xi. Plan Operativo: Establece los procedimientos básicos de la operación y define las bases y mecanismos de notificación, organización, funcionamiento y apoyo del PNC a los planes locales o a la eventual activación inmediata de su estructura de nivel tres (3) (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999).
- xii. Plan Informático: Establece las bases de lo que este requiere en términos de manejo de información, a fin de que los planes estratégicos y operativos sean eficientes, a partir de la recopilación y actualización permanente a instancias del Comité Técnico Nacional del PNC sobre los requerimientos de información requeridos por éste (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999).
- xiii. 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 Corredor Pamplona – Cúcuta Unidad Funcional 2. 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 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 re asignar 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.
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 , 2017)

Adicionalmente el presente plan de contingencia tuvo en consideración los lineamientos establecidos en:

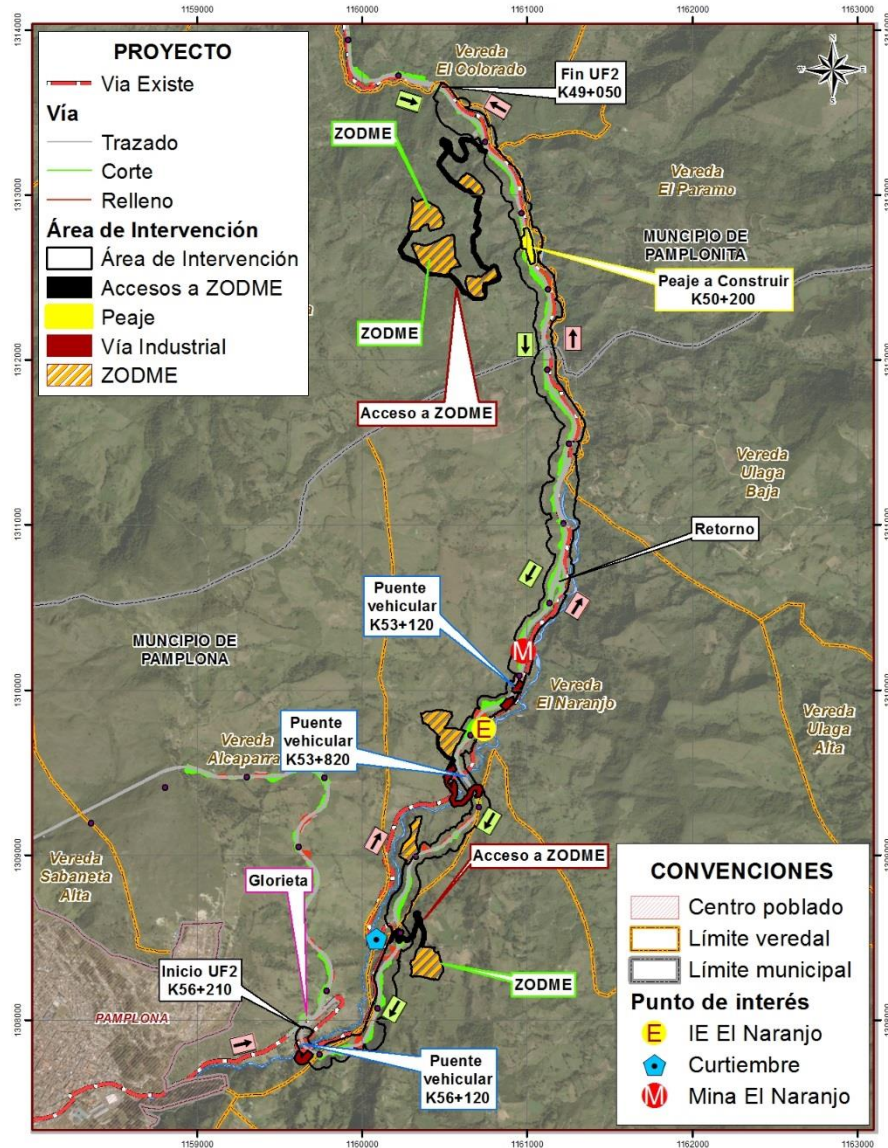
- Norma Técnica Colombiana (NTC) 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, D.C.
- Norma Técnica Colombiana (NTC) - Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) 18001: Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional
- 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 – FO-PAE. Bogotá D.C. Enero de 2014.
- NTC-ISO 31000:2009 Gestión del riesgo. Principios y directrices.

#### 11.1.3.4 Conocimiento del Riesgo

##### 11.1.3.4.1 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**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### 11.1.3.4.2 Etapas del proyecto

En el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se describen en detalle las etapas y actividades del proyecto; sin embargo, a continuación se presenta una descripción general de las etapas utilizadas para el análisis de riesgo (Tabla 11.2).

**Tabla 11.2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos**

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Pre-constructiva	Gestión predial y negociación del derecho de vía
	Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social
	Contratación y capacitación del personal
Construcción	Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos

ETAPA	DESCRIPCIÓN
	Materialización y replanteo (Topografía)
	Plantas de concreto, triturado y asfalto
	Fuentes de material
	Desmonte y limpieza
	Demolición y retiro de estructuras
	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación
	Construcción de obras de drenaje
	Construcción de estructuras de concreto
	Construcción de estructuras de pavimento
	Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes
	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES
	Recuperación de áreas intervenidas
	Señalización y demarcación definitiva
	Limpieza y cierre final
	Construcción de peaje
	Instalación de infraestructura Temporal
	Remoción de derrumbes
	Pedraplenes
	Mejoramiento subrasante
	Pavimento de concreto Hidráulico
	Prefabricados en concreto y/o fundidos in situ
	Estructuras de acero
	Obras geotécnicas, gaviones, tierra armada

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### 11.1.3.4.3 Valoración del riesgo

- Identificación, análisis y evaluación del riesgo
  - Metodología

La metodología desarrollada por Aecom – ConCol para el análisis de riesgos del presente plan, tuvo en consideración los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias), la norma NTC-ISO 31000:2009 Gestión del riesgo. Principios y directrices. Adicional, se tiene como lineamiento el marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ABC: Adaptación bases conceptuales (Departamento Nacional de Planeación, 2010) y la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa Escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2017), Índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades (Departamento Nacional de Planeación, 2018), la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (IDEAM, 2017) y el Estado del arte de estudios de Evaluación Probabilista de Riesgo en Colombia (UNGRD, 2016), entre otros.

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



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

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:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Fragilidad} * \text{Exposición}$$

- 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.

**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 alguna veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna 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, 2017)

- 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 fragilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar en el actual capítulo.

**Tabla 11.4 Criterios para la calificación de fragilidad**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irreparable 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. Ocasionalmente 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, 2017). 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 expresada en función de la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes.

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.

Los resultados obtenidos de la fragilidad y exposición se categorizan en el valor de vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 11.5.

**Tabla 11.5 Criterios para definir vulnerabilidad**

FRAGILIDAD		EXPOSICIÓN				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		5	4	3	2	1
Muy alto	5	MA	A	M	B	MB
Alto	4	A	A	M	B	MB
Medio	3	M	M	B	B	MB
Bajo	2	B	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior, al ser cruzado la vulnerabilidad con la probabilidad de manifestación de las amenazas (categorizada de acuerdo a la Tabla 11.3) se obtiene el nivel de riesgo (Tabla 11.6).

**Tabla 11.6 Criterios para definir el nivel del riesgo**

PROBABILIDAD		VULNERABILIDAD				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
		5	4	3	2	1
Muy Alta	5	MA	A	M	B	MB
Alta	4	A	M	M	B	MB
Media	3	M	M	B	B	MB
Baja	2	B	B	B	MB	MB
Muy Baja	1	MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

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).

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
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
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.).
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

- Identificación y clasificación de amenazas

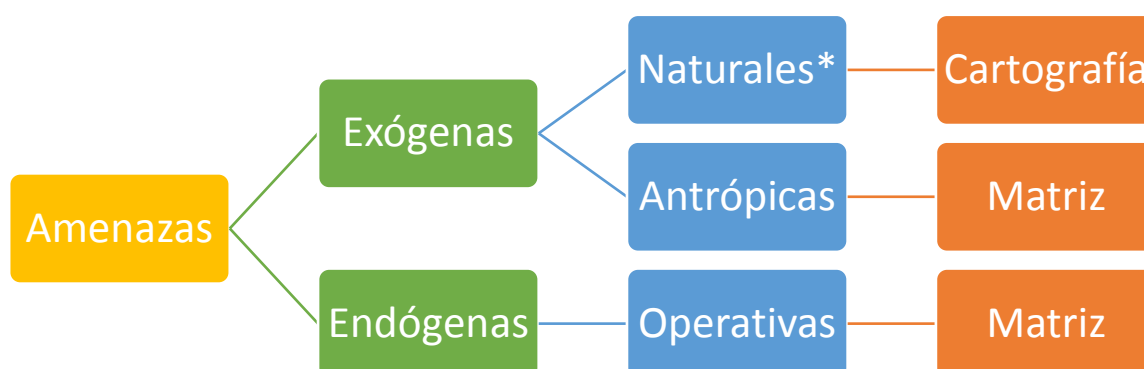
De acuerdo al contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia del proyecto se elaboró una lista potencial los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo al origen de los mismos:

**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 con 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 influencia del proyecto.

**Amenazas de origen externo (exógenas):** Son las amenazas ocasionadas por factores externos al proyecto que podrían afectar tanto la integridad del personal que hace parte del proyecto cómo la infraestructura del mismo.

Las amenazas exógenas se pueden clasificar en naturales y antrópicas; así pues, para el análisis y evaluación de las amenazas se presenta a continuación (Tabla 11.2) la metodología implementada para evaluar amenaza, vulnerabilidad y exposición.

**Figura 11.2 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

*\*Para el caso de amenaza natural por Riesgo Biológico y Vendavales, se desarrollará igual por matriz ya que no se puede espacializar de manera específica.*

<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 por que 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). La emergencia se considera una 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 (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).

■ Amenazas internas

En la Tabla 11.8 se presentan las amenazas internas identificadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

**Tabla 11.8 Amenazas internas**

AMENAZA	EVENTO AMENAZANTE	CONSOLIDADO EVENTOS AMENAZANTES		DESCRIPCIÓN
		ID		
<b>Falla eléctrica</b>	Incendios / Explosiones	A.	Incendios / Explosiones	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.
	Accidentes laborales			El evento se podría presentar por el inadecuado manejo, almacenamiento o disposición de sustancias inflamables o combustibles durante la etapa de construcción. Adicionalmente podría presentarse por la manipulación inadecuada de plantas de energía eléctrica (subestaciones principalmente) o cortos circuitos en las redes del sistema eléctrico.  En la etapa de operación de la vía este tipo de eventos podrían generarse principalmente por cortos circuitos en los sistemas eléctricos de la infraestructura de soporte, o por colisiones entre vehículos que usen la vía.
<b>Falla mecánica</b>	Derrames	B.	Derrames	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.
	Accidentes de tránsito			En la fase operativa se podrían generar por derrames de productos de terceros que usen la infraestructura vial, sin embargo se espera que dichos eventos sean atendidos por los propietarios de los productos.
<b>Falla en la operación</b>	Accidentes laborales	C.	Accidentes laborales	De acuerdo al Decreto 1295 de 1994, un accidente de trabajo es: <i>“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.</i>
	Derrames			<i>Es también accidente de trabajo aquel que se</i>

AMENAZA	EVENTO AMENAZANTE	CONSOLIDADO EVENTOS AMENAZANTES		DESCRIPCIÓN
		ID		
				<p>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.</p> <p>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".</p> <p>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.</p>
	Accidentes de tránsito			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".
	Accidentes laborales	D.	Accidentes de tránsito	<p>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.</p>

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

\* ID: Corresponde a la simbología utilizada para la identificación de los elementos establecidos.

#### ■ Amenazas naturales

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

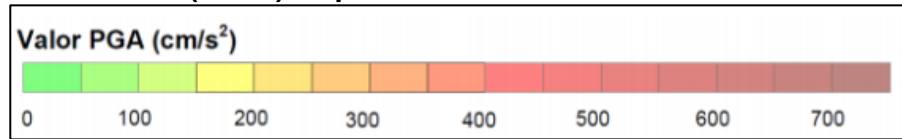
#### - Sismicidad y tectonismo

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 (cm/s²), para el área de influencia del proyecto, en un rango desde 0 a mayor de 350 PGA. (Figura 11.3 y



Tabla 11.9).

**Figura 11.3 Valor PGA (cm/s<sup>2</sup>) Mapa Nacional de Amenaza Sísmica**



Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

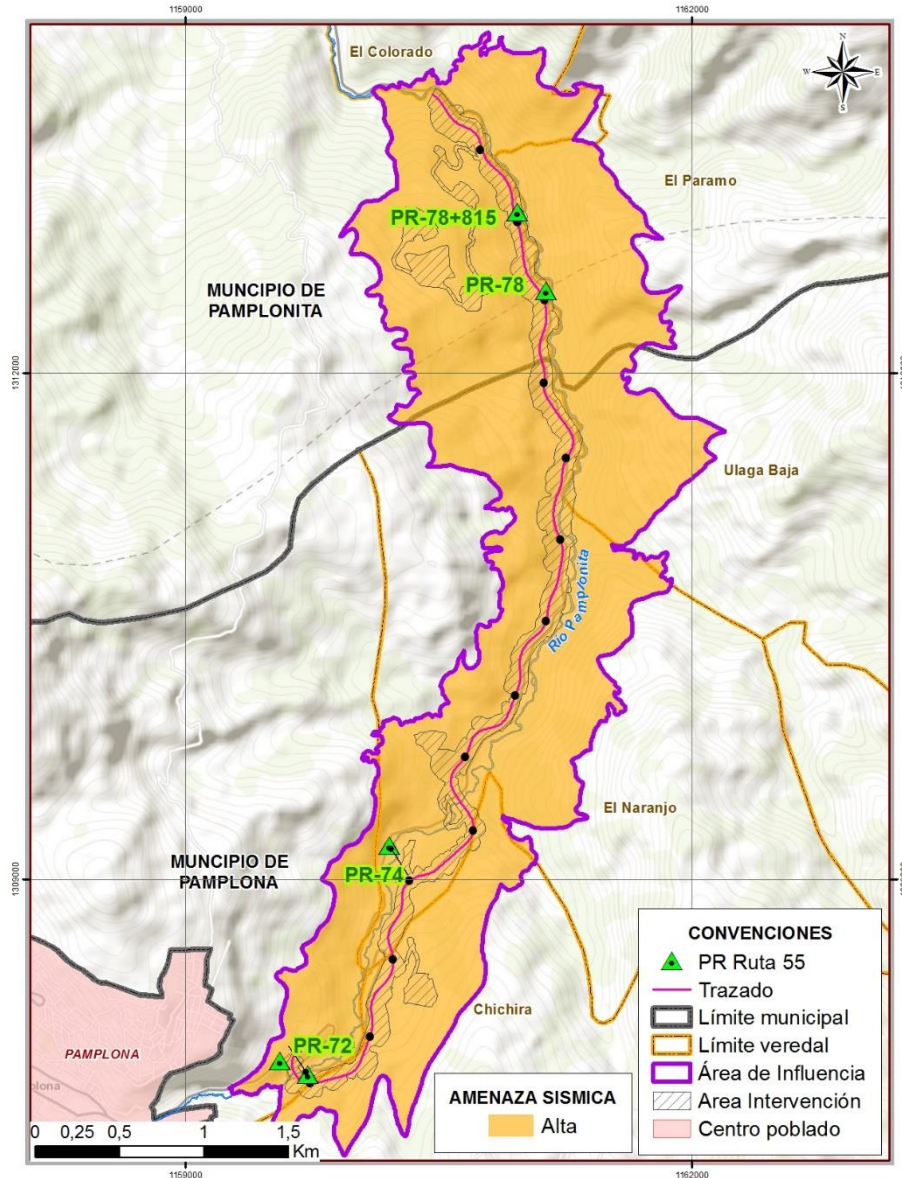
**Tabla 11.9 Intervalos de categorías de Sismicidad para el Área de Influencia**

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 , 2017)

En la Figura 11.3 se presenta el mapa de amenaza sísmica para el Área de Influencia de la UF2, donde se evidencia que esta se ubica en su totalidad en amenaza sísmica Alta, presentando un rango de PGA entre 250 y 350 cm/s<sup>2</sup>.

**Figura 11.4 Amenaza Sísmica - UF2**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017).

#### - Amenaza Geotécnica

Para la Unidad Funcional 2 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>, Figura 11.5.

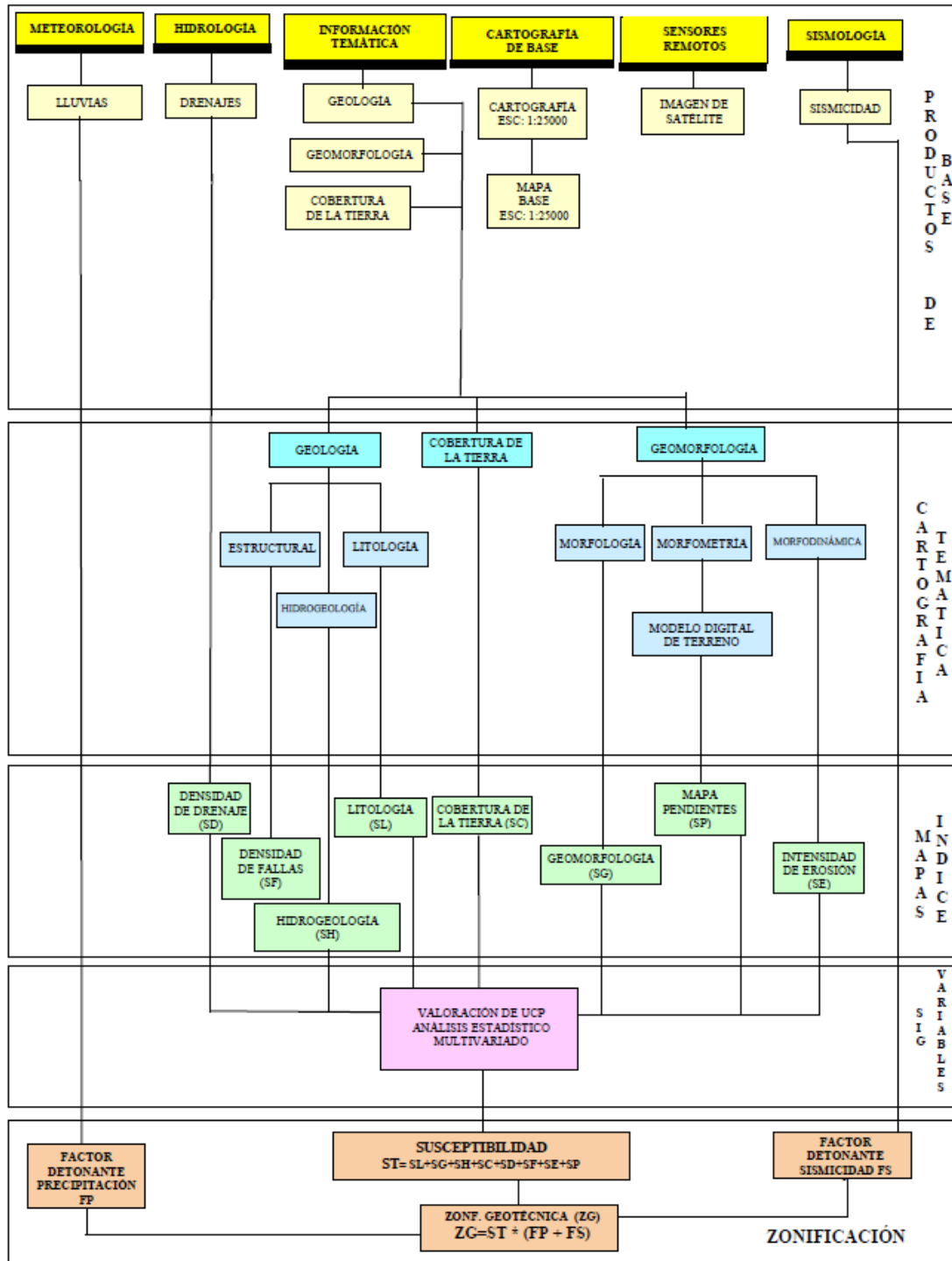
Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- i. 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).
- ii. Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluye curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- iii. 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.
- iv. Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
- v. Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
- vi. 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.
- vii. 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 11.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

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 11.10.

**Tabla 11.10 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables**

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

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

A continuación se presentan los resultados de valoración de Susceptibilidad para cada variable de análisis. La zonificación geotécnica y los reportes se muestran en el capítulo de Geotecnia, cuyo resultado final se presentan en la Figura 11.17; para más detalle, remitirse al numeral 5.1.9.4 de este documento.

- 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 11.11 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia y peso.

**Tabla 11.11 Valores de susceptibilidad por litología**

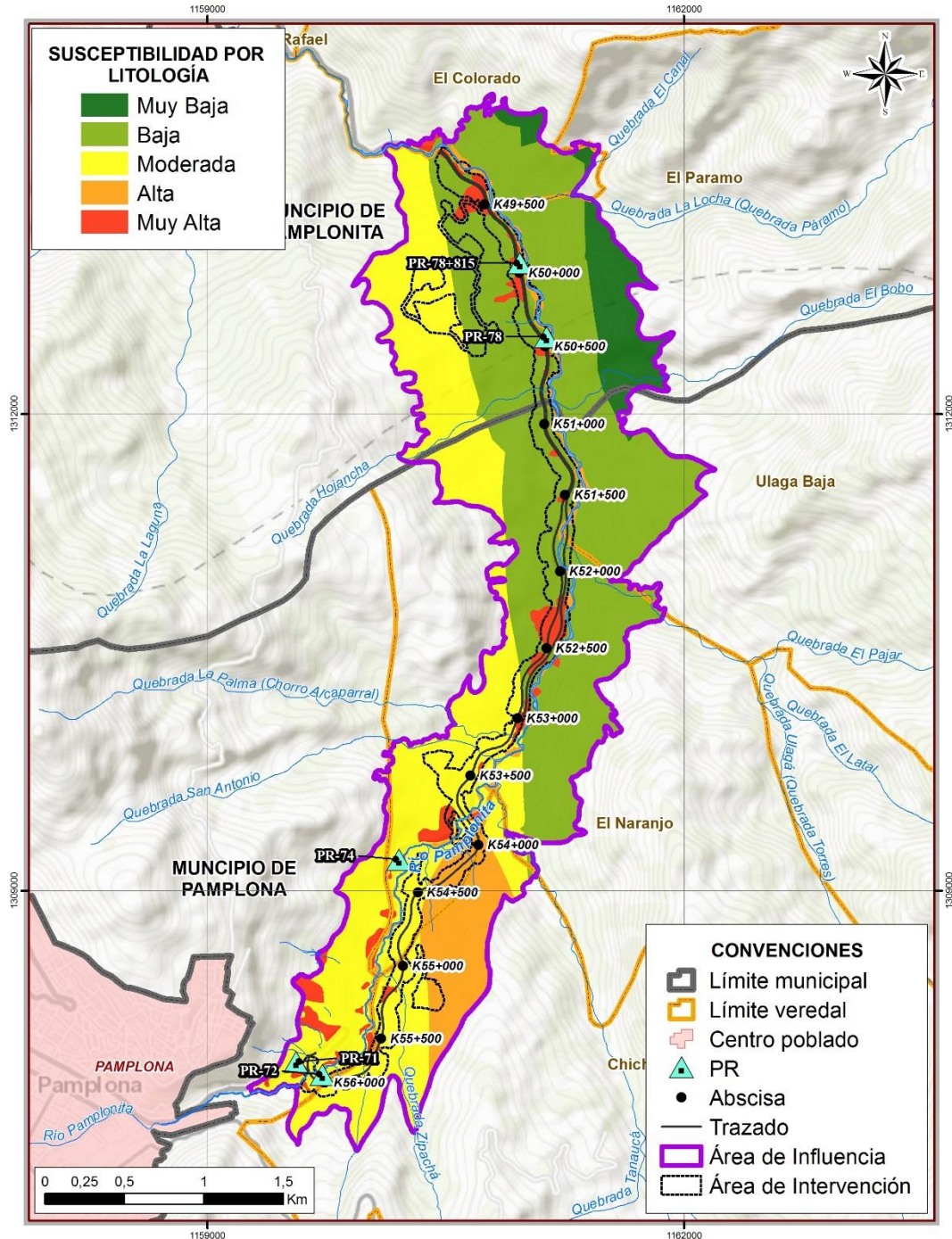
Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qll	Lleno antrópico	5
Qc	Depósito coluvial	5
Qal	Depósito aluvial	4
E1lc	Formación Los Cuervos	4
E1b	Formación Barco	4
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3
Kit	Formación Tablazo	2
Kic	Formación Capacho	3
Kia	Formación Aguardiente	2
K2l	Formación La Luna	3
Jg	Formación Girón	1

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.6 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 11.6 Mapa de susceptibilidad por litología



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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.

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. Para la Unidad Funcional 2, no se identificaron unidades geomorfológicas de muy baja susceptibilidad.

En la Tabla 11.12 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.

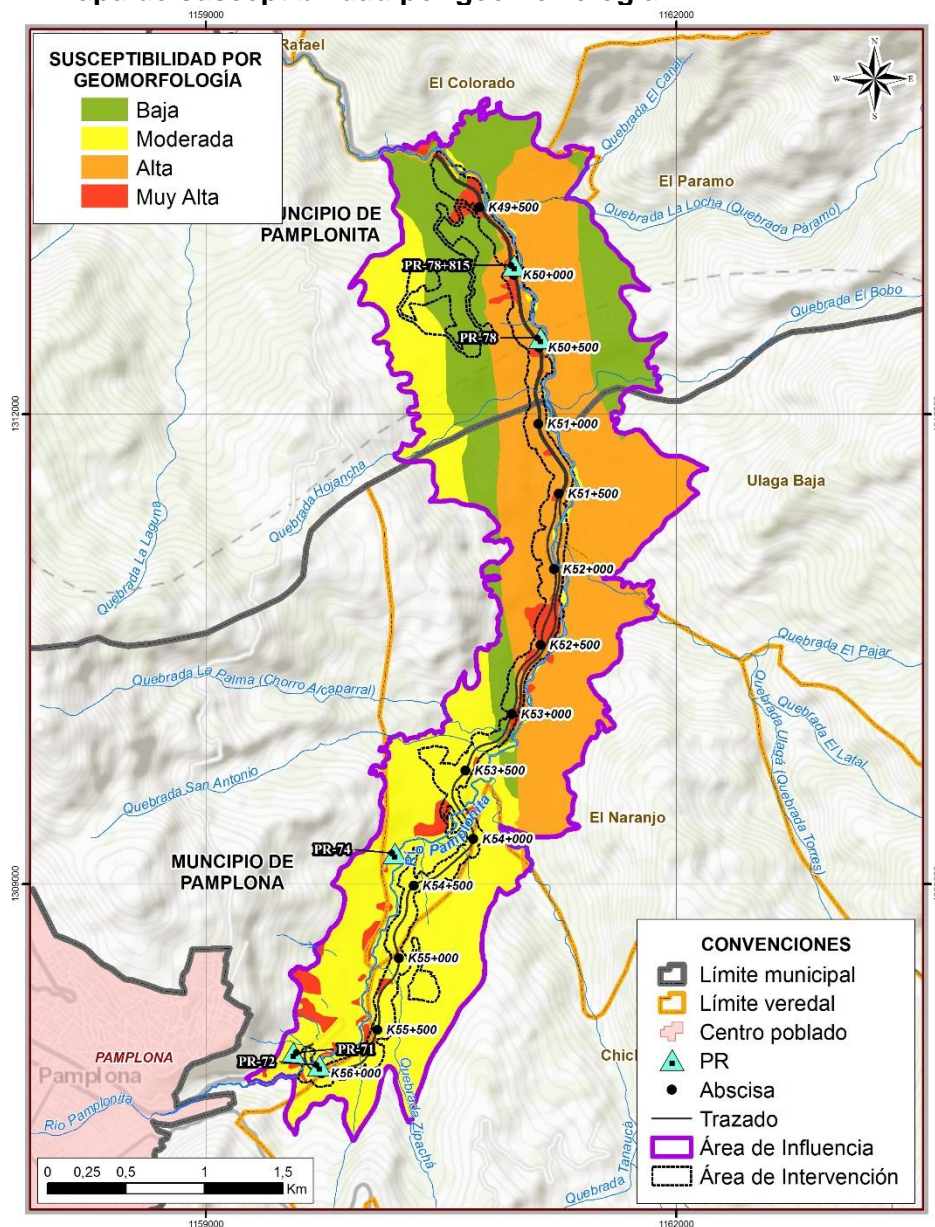
**Tabla 11.12 Valores de susceptibilidad por geomorfología**

Símbolo	Unidad geomorfológica	Peso
Dcrs	Cerros Residuales	2
Ddtr	Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional	4
Dle	Ladera erosiva	2
Dco	Lóbulos coluviales	5
Scd	Cuesta denudada	3
Self	Escarpe línea de falla	3
Sss	Sierra Sinclinal	3
Fca	Cauce aluvial activo	3
Ar	Planos y campos de llenos antrópicos	3
Fpa	Planicie aluvial	3

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.7 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 geomorfología.

Figura 11.7 Mapa de susceptibilidad por geomorfología



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - Hidrogeología (SH)

De acuerdo con la clasificación de las unidades litológicas frente al comportamiento hidrogeológico, se consideran los siguientes tipos:

- Acuíferos: Estrato o formación geológica que permite el almacenamiento y circulación del agua por sus poros y/o grietas. Dentro de estas formaciones podemos encontrar materiales muy variados como gravas, calizas fracturadas, areniscas porosas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas. Estas



- unidades son económicamente explotables.
- ii. Acuicludos: Formación geológica que conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite y por lo tanto no es posible su explotación. Se pueden citar como ejemplos los depósitos de arcillas de cualquier origen.
  - iii. Acuitardos: Formación geológica que conteniendo apreciables cantidades de agua la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas, pero sin embargo, bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos, que puede llegar a ser muy importante en ciertos casos.
  - iv. Acuífugos: Aquellas formaciones geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir, como por ejemplo un macizo granítico que no esté fisurado o unas rocas metamórficas sin meteorización ni fracturación, estos se consideran impermeables.

Los valores de susceptibilidad por hidrogeología tienen en cuenta además de la agrupación de unidades hidrogeológicas las zonas de descarga de agua y la profundidad de niveles freáticos determinada en el estudio hidrogeológico; considerando que niveles freáticos altos conllevan a la disminución de la resistencia de los suelos y por ende hacen que los terrenos sean más susceptibles a procesos de remoción en masa. En la Tabla 11.13 se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.

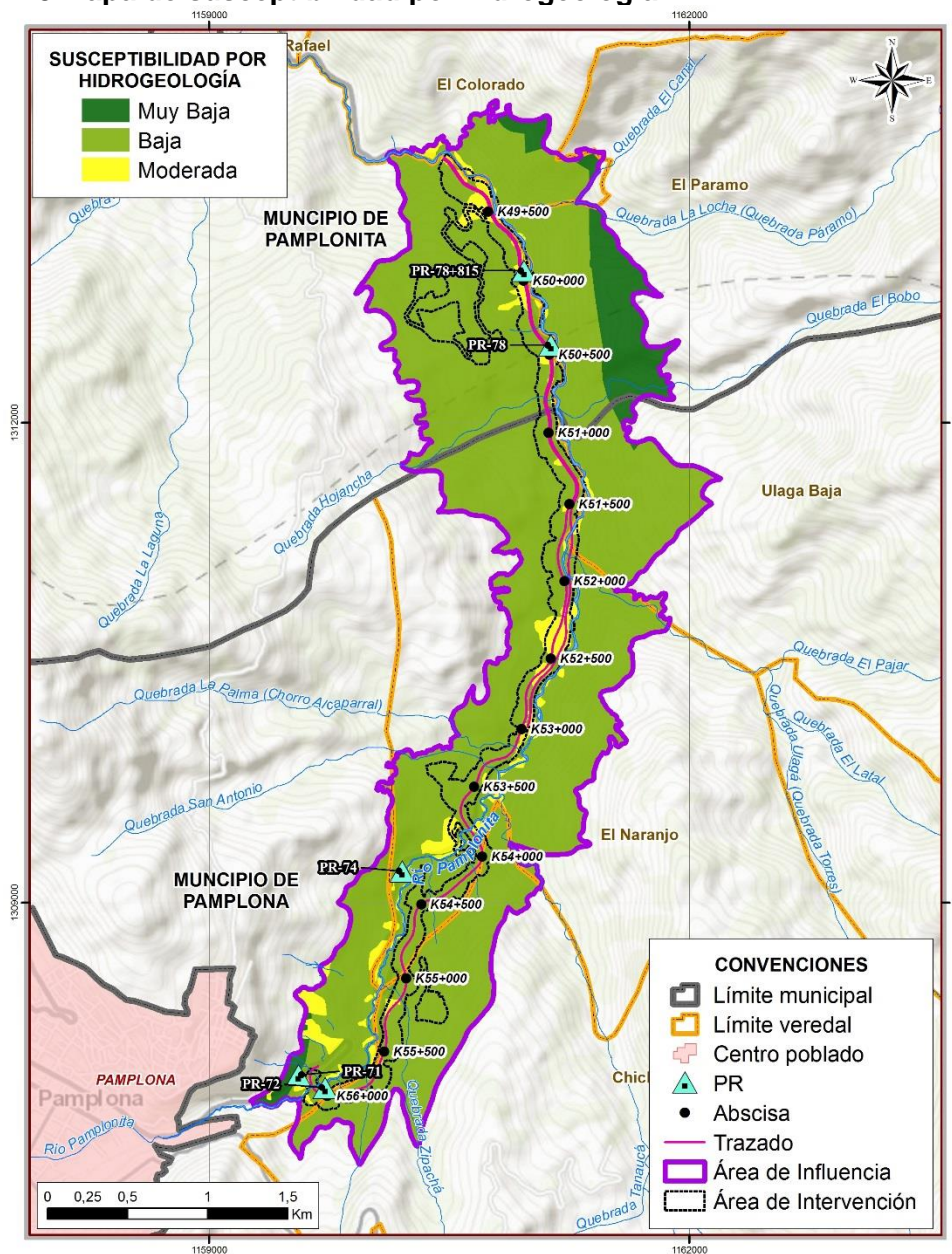
**Tabla 11.13 Valores de susceptibilidad por hidrogeología**

Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qc	Depósito coluvial	3
Qll	Lleno antrópico	3
Qal	Depósito aluvial	3
E1lc	Formación Los Cuervos	2
E1b	Formación Barco	2
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	2
Kit	Formación Tablazo	2
Kic	Formación Capacho	1
Kia	Formación Aguardiente	2
K2l	Formación La Luna	2
Jg	Formación Girón	1

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.8 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 11.8 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - 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.

Las zonas que presentan coberturas de bosque, vegetación secundaria alta y baja, arbustal denso, y plantación forestal muestran más estabilidad del relieve y menor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, que otras coberturas como pastos, cultivos o mosaicos de cultivos, que dadas las inadecuadas prácticas agropecuarias, dadas por remoción y labranza continua del suelo no cuentan con una vegetación o es muy débil que sirva de capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo (Tabla 11.14).

**Tabla 11.14 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra**

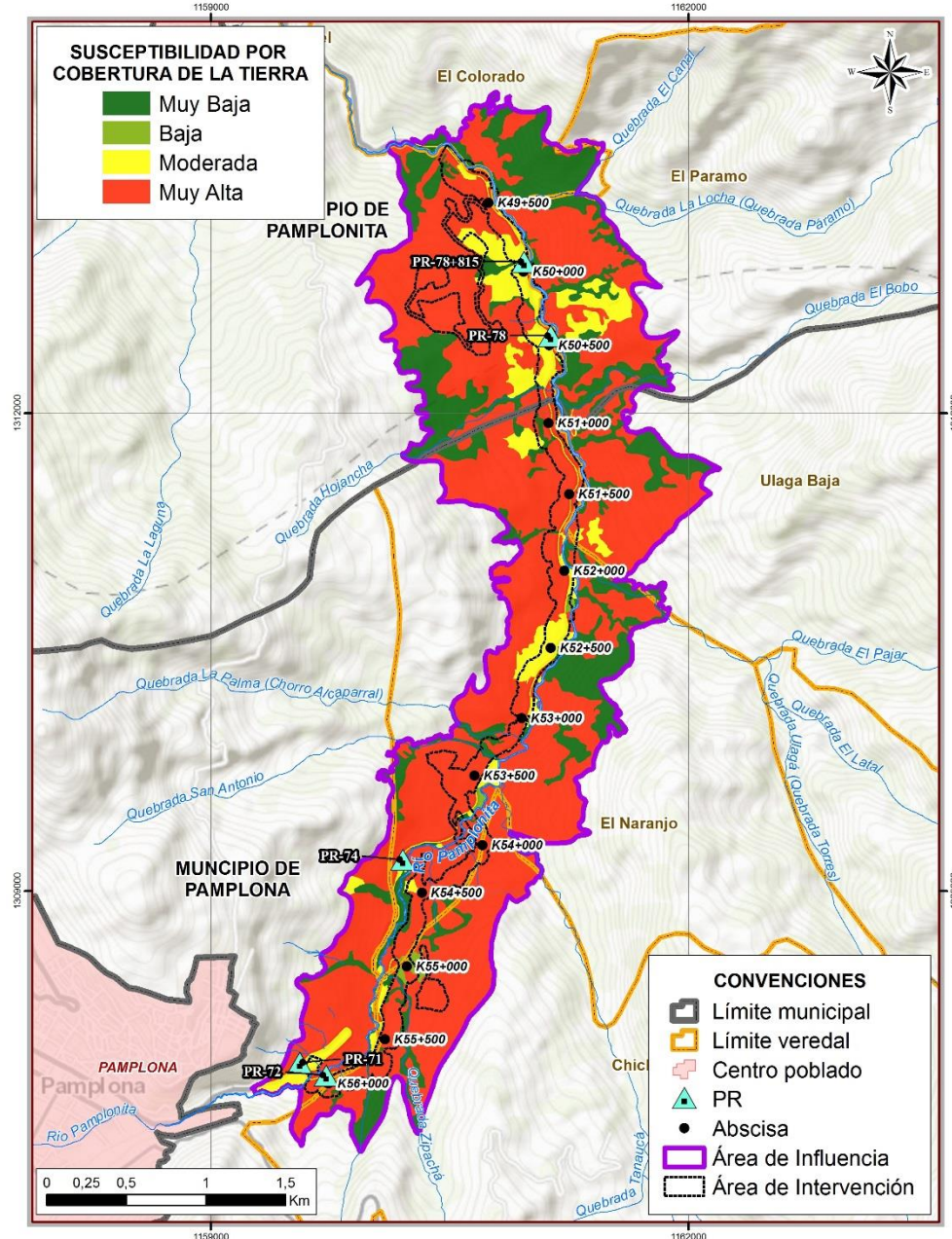
Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Tejido urbano discontinuo	3
Construcciones Rurales	3
Otros cultivos transitorios	3
Pastos limpios	5
Pastos arbolados	5
Pastos enmalezados	5
Mosaico de cultivos	3
Mosaico de pastos y cultivos	5
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Bosque de galería y ripario	1
Ríos (50 m)	5
Zonas comerciales	3
Maíz	3
Otros cultivos permanentes arbustivos	2
Cítricos	2
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1
Vegetación secundaria baja	3
Red vial	3
Arbustal denso alto	1

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.9 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 11.9 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - 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 11.15).

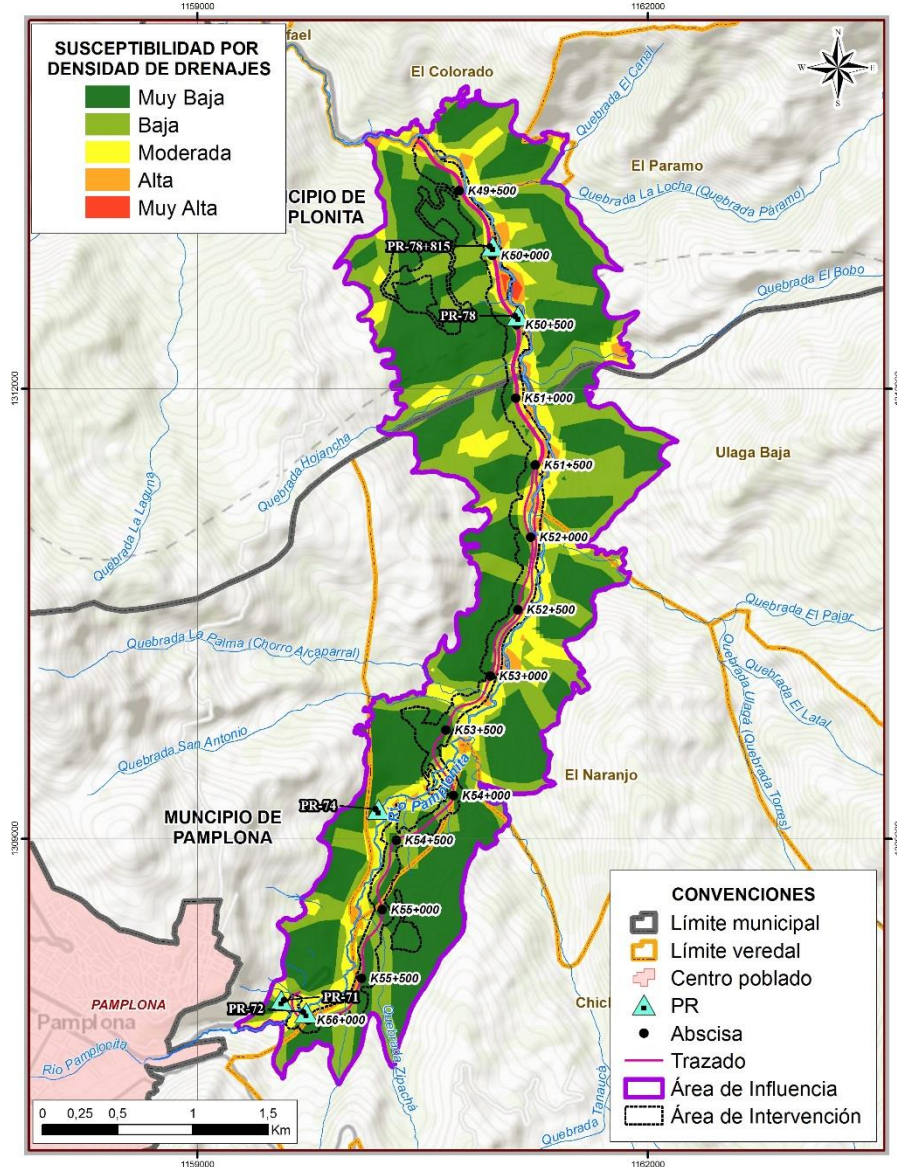
**Tabla 11.15 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes**

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m <sup>2</sup> )	Peso
0 – 0,01	1
0,01 – 0,02	2
0,02– 0,03	3
0,03 – 0,04	4
> 0.04	5

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.10 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 11.10 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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 500m, utilizando los valores de ponderación de la Tabla 11.16.

**Tabla 11.16 Ponderación de fallas según su tipo**

Tipo de fallas	Ponderación
Falla cubierta	3
Falla definida	4
Falla inferida	3
Falla inversa o de cabalgamiento definida	4
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	3

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

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 500 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera (Tabla 11.17).

**Tabla 11.17 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas**

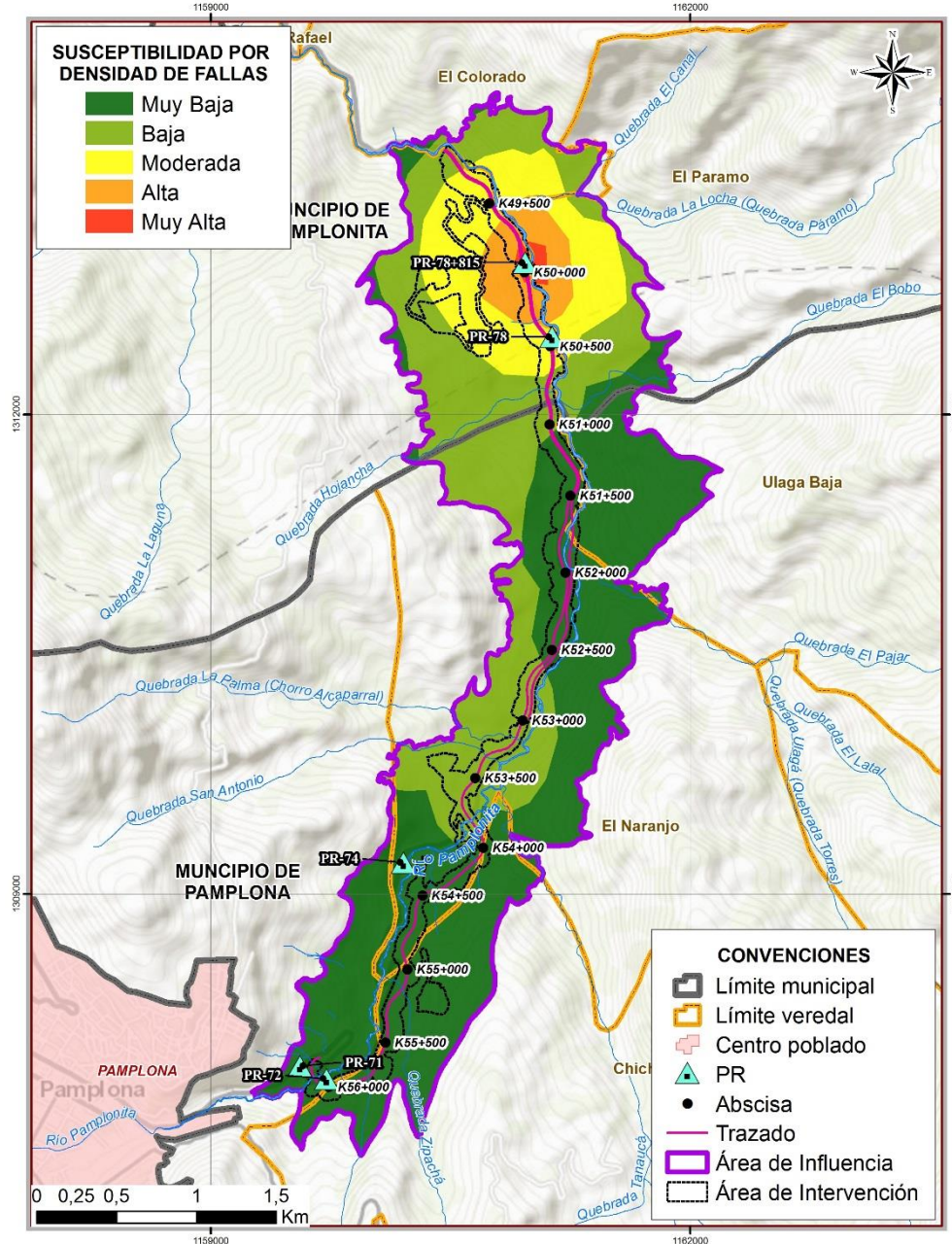
Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) ( $m/m^2$ )	Peso
0 - 0,00075	1
0,00075 - 0,0015	2
0,0015 - 0,0050	3
0,0050 - 0,0070	4
> 0.0070	5

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.11 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.



Figura 11.11 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - 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 11.18 Valores de susceptibilidad por pendientes**

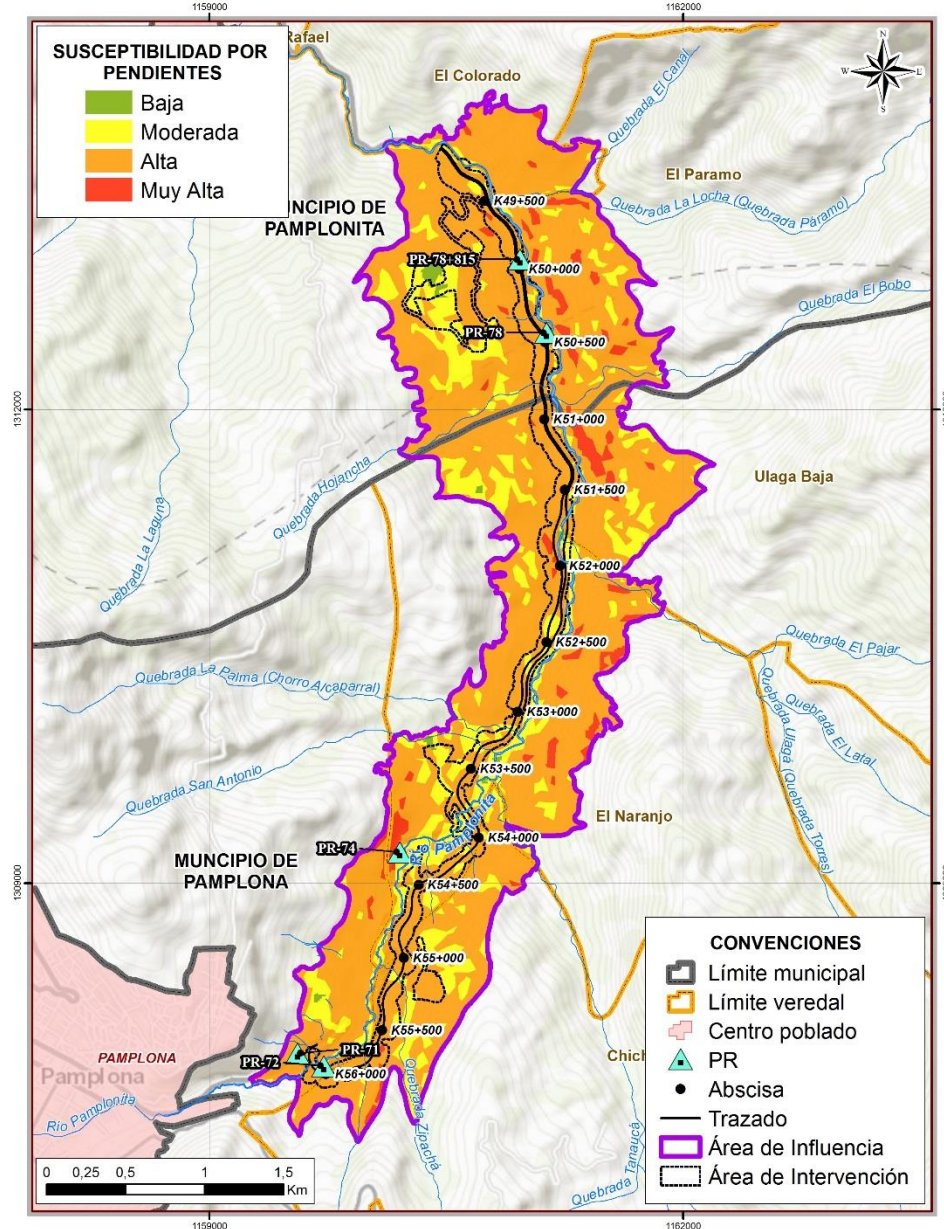
Unidad Cartográfica de Parámetro		Peso	Susceptibilidad
0-1%	Plano	1	Muy Baja
1-3%	Plano a Ligeramente Plano	1	Muy Baja
3-7%	Ligeramente Inclinado	2	Baja
7 -12%	Moderadamente Inclinado	3	Moderada
12 - 25%	Fuertemente Inclinado	3	Moderada
25 -50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	4	Alta
50-75%	Moderadamente Escarpado o Moderadamente Empinado	4	Alta
>75%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	Muy Alta

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.12 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.



**Figura 11.12 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno**



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

- 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 2 se trabajó con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017) y de Bing.

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos, reptación de suelos y deslizamientos inactivos, categorizados como de susceptibilidad muy alta y alta; las áreas estabilizadas

con obras civiles, que corresponden a sitios con deslizamientos estabilizados con obras como muros de concreto y anclajes, se consideran de susceptibilidad moderada al igual que las zonas de cantera; la solifluxión plástica con caminos de ganado son afectaciones superficiales con terracetas que se generan por sobrepastoreo, cuya susceptibilidad se considera baja, al igual que las áreas con erosión en surcos; finalmente, las áreas con erosión laminar se consideran de susceptibilidad a erosión y remoción en masa muy baja (Ver Tabla 11.19).

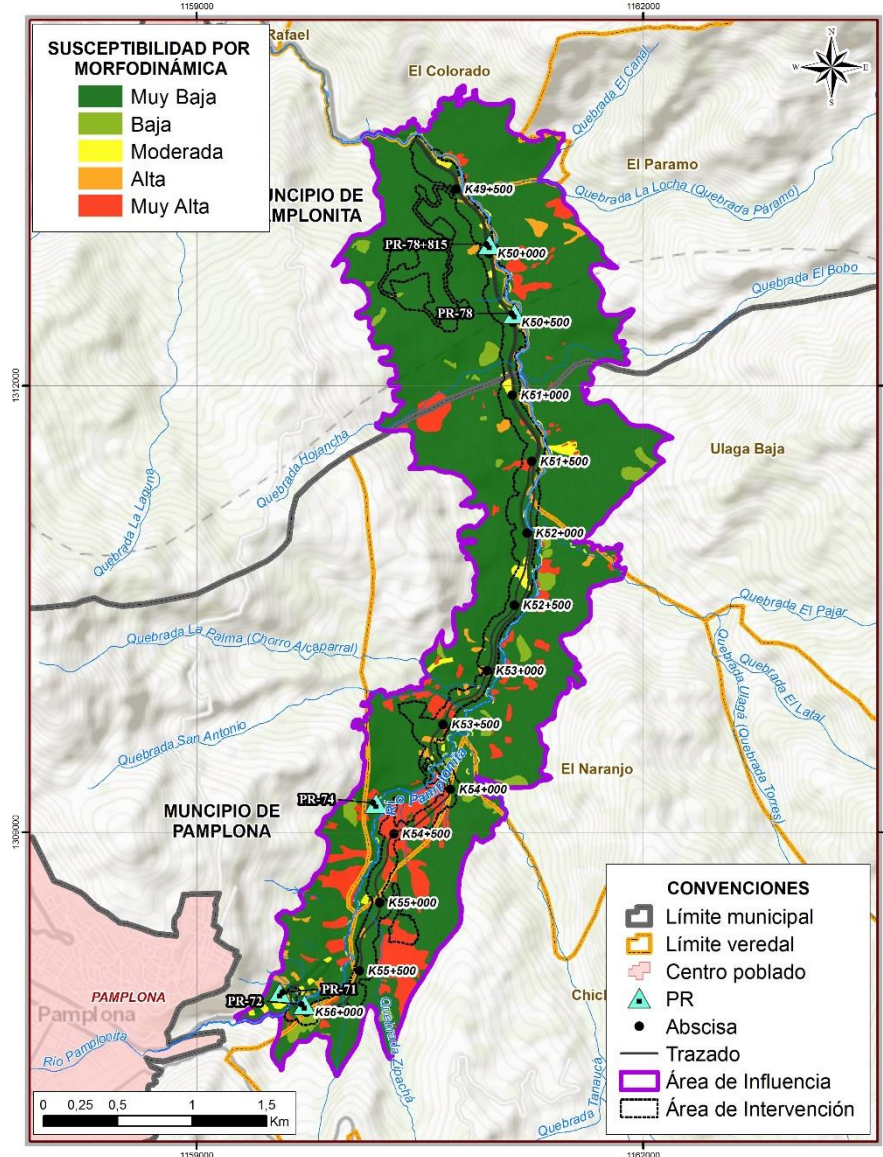
**Tabla 11.19 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos**

Procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa	Peso
Proceso de remoción en masa activo	5
Proceso de remoción en masa inactivo	4
Proceso de remoción inactivo con obra de contención	3
Solifluxión con caminos de ganado (pata de vaca)	2
Erosión en cárcavas	3
Socavación lateral	3

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.13 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.

Figura 11.13 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - 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.

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

Dónde:

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



SL = Susceptibilidad del parámetro litología.  
 SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.  
 SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.  
 SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.  
 SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.  
 SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.  
 SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.  
 SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 9 y 34; por lo cual 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 11.20.

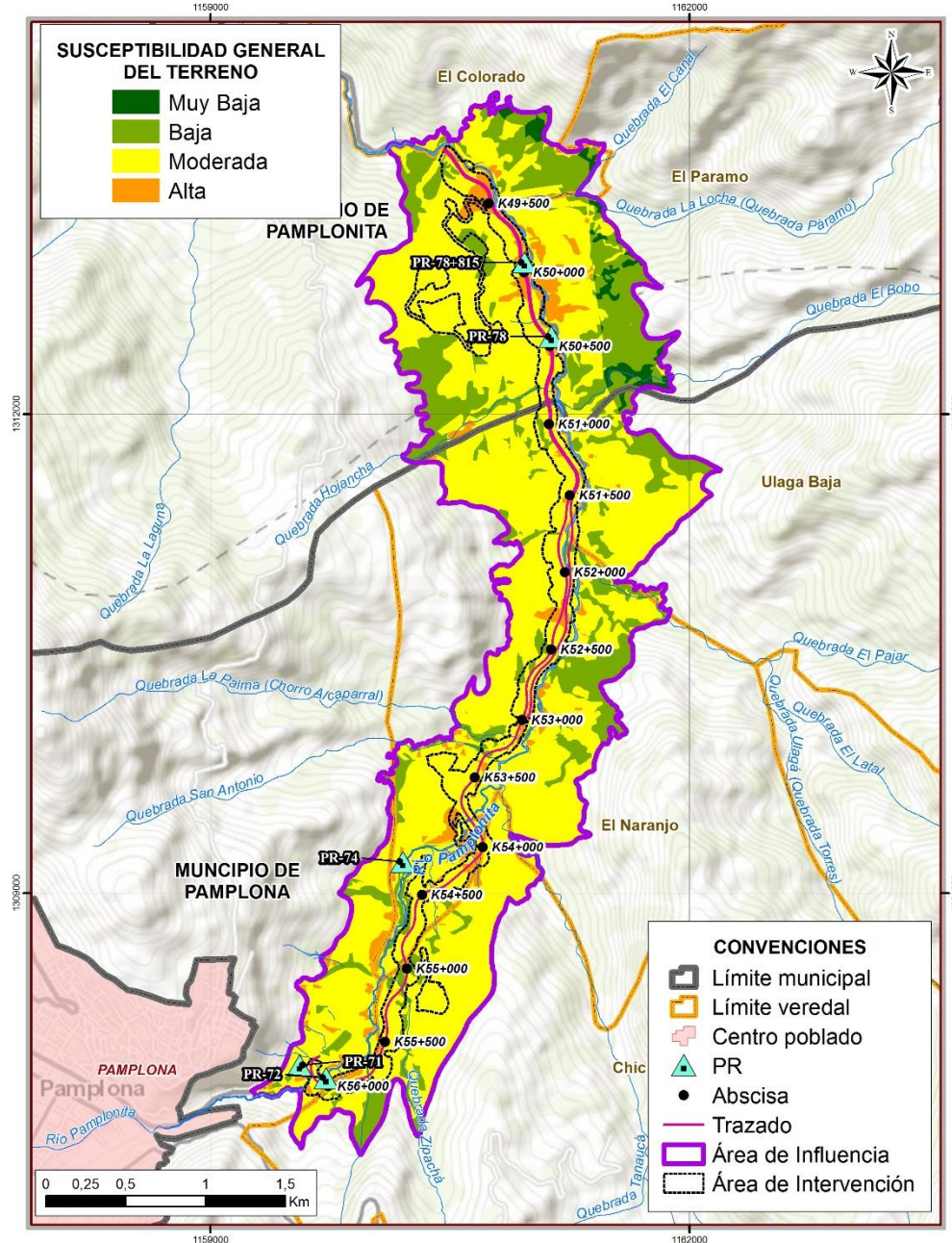
**Tabla 11.20 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno**

Intervalos	Peso	Categorías de susceptibilidad
9 – 14	1	Muy Baja
15 – 18	2	Baja
19 – 25	3	Moderada
26 – 35	4	Alta
> 35	5	Muy Alta

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.14 se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.

**Figura 11.14 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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.

Teniendo en cuenta que para la zona de influencia del proyecto no existen datos de deslizamientos naturales relacionados con lluvias, el factor de precipitación se asignó de acuerdo con los valores del mapa de distribución de la precipitación para el área comprendida entre Pamplona y Cúcuta, en donde los menores valores de precipitación se presentan en Pamplona, con precipitaciones del orden de 950 mm/año, y los mayores en Bochalema, con precipitaciones hasta de 1500 mm/año (Ver Tabla 11.21).

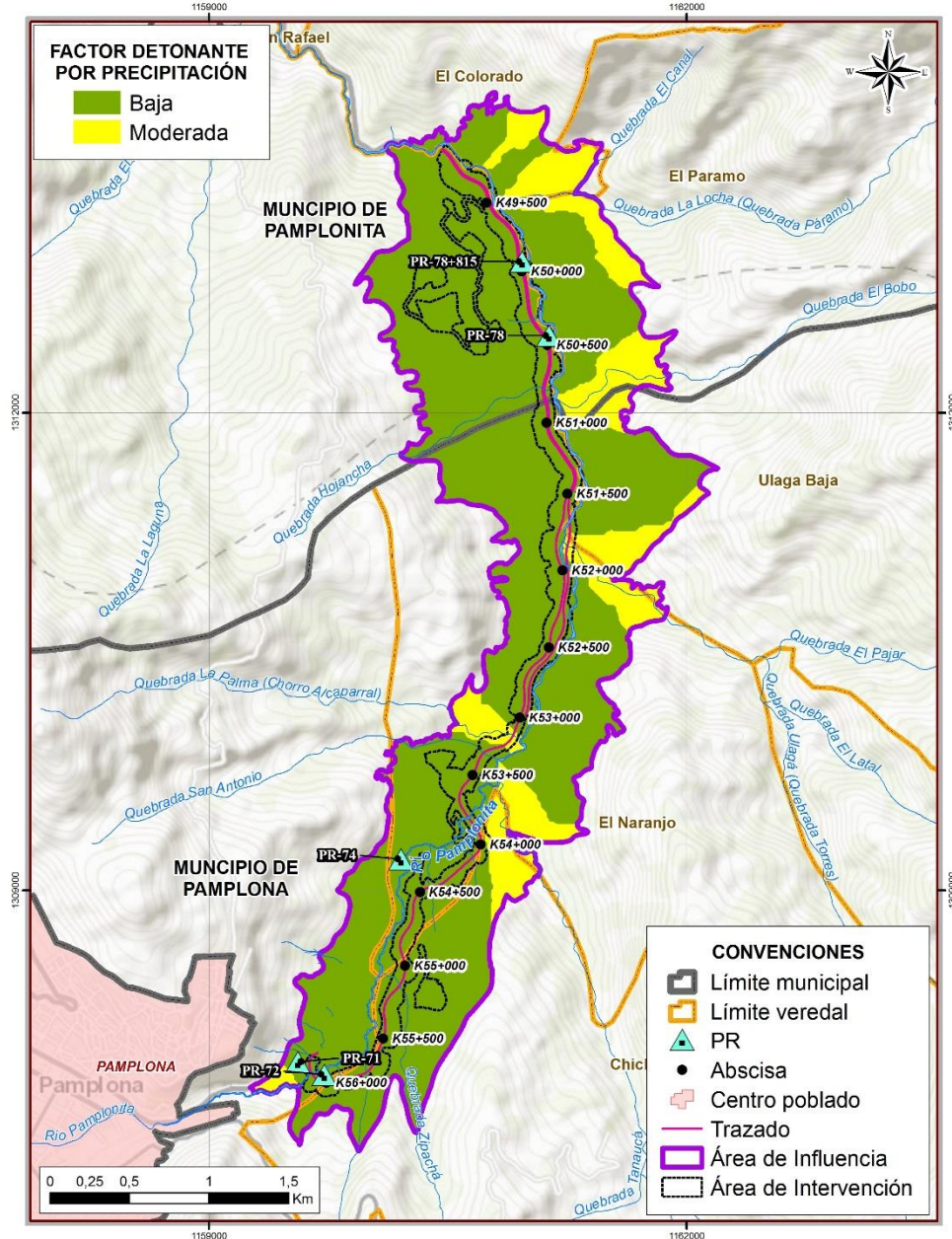
**Tabla 11.21 Intervalos de categoría de precipitación**

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
<900	Muy Baja	1
900 – 1100	Baja	2
1100 – 1300	Moderada	3
1300 – 1500	Alta	4
> 1500	Muy Alta	5

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



**Figura 11.15 Factor detonante por precipitación**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - Sismicidad (FS)

El factor detonante por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), el cual presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA (cm/s<sup>2</sup>) en un rango desde 50 – 250 PGA.

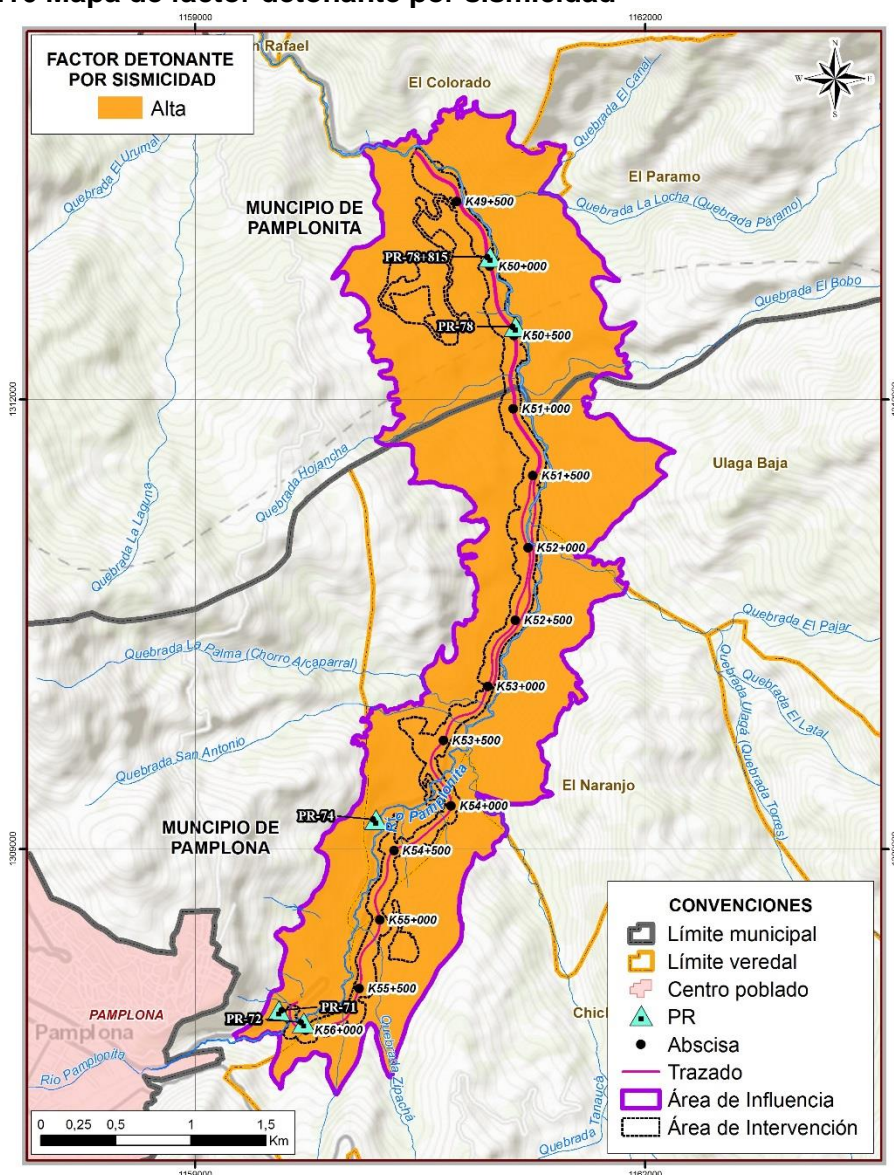
**Tabla 11.22 Intervalos de categorías de sismicidad**

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 , 2017)

En la Figura 11.16 se muestra la interpretación para el área de influencia.

**Figura 11.16 Mapa de factor detonante por sismicidad**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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 11.23), 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 11.23 Categorías para la zonificación geotécnica**

Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 5	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
6 – 14	IIIA	Baja	Alta	2
15 – 20	II	Moderada	Moderada	3
21 – 25	IB	Alta	Baja	4
>25	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Tabla 11.24 se muestran los resultados de las características de las áreas resultantes en la clasificación de zonificación geotécnica por procesos erosivos y de remoción en masa.

**Tabla 11.24 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 favorece la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y	211.7

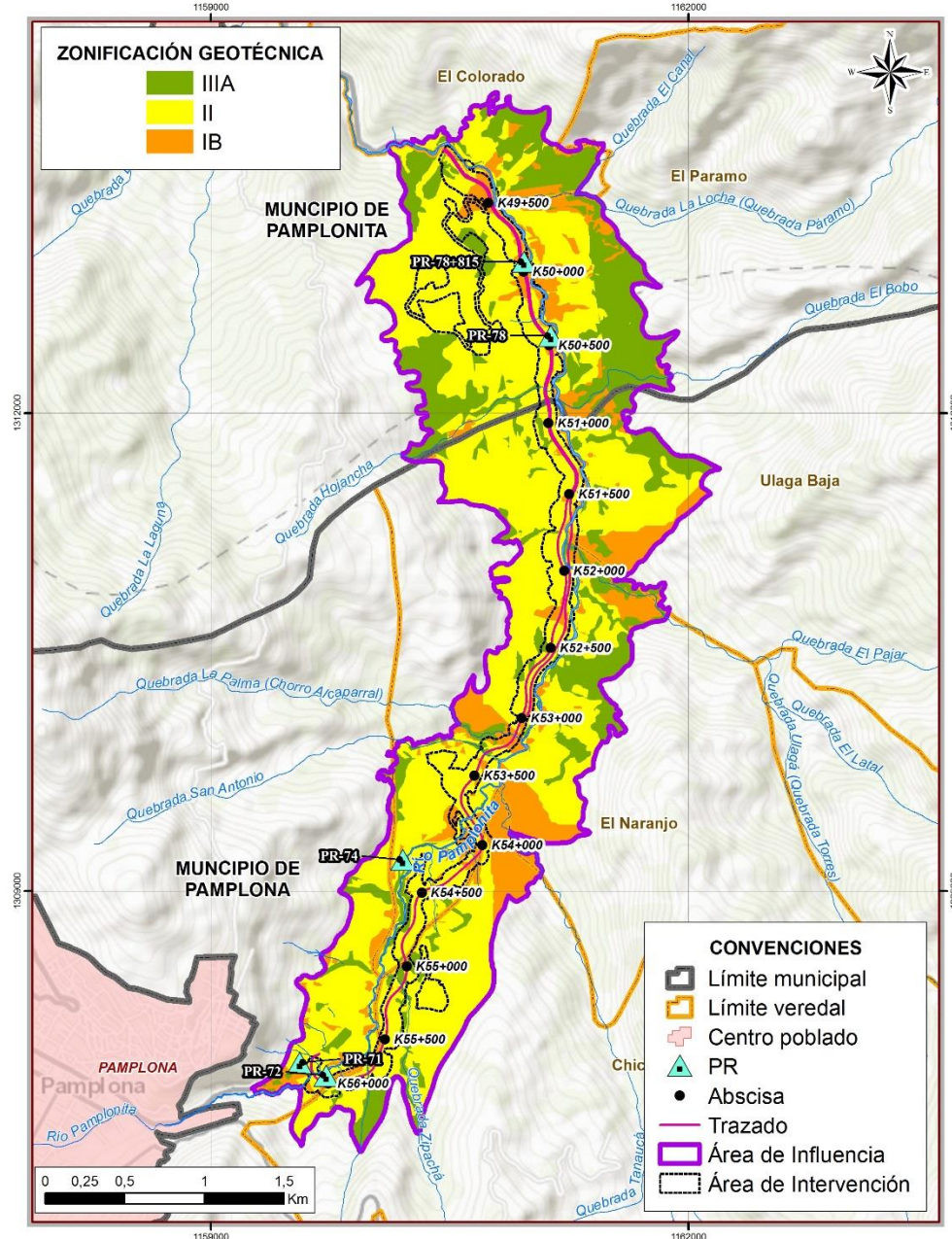


Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
			cobertura del terreno arbórea.	
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales de las formaciones La Luna (K2l), Aguardiente (Kia), Capacho (Kic), Tablazo (Kit) y Colón y Mito Juan (Kscm); 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.	476.8
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial 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.	57.0
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 , 2017)

En la Figura 11.17 se observa el mapa de amenaza geotécnica para del área de influencia.

Figura 11.17 Mapa de amenaza geotécnica



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

#### - 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 morfogénicos 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<sup>4</sup> (ver Figura 11.18).

De acuerdo con la fuente anterior y para entender el sistema de transferencia se debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

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.

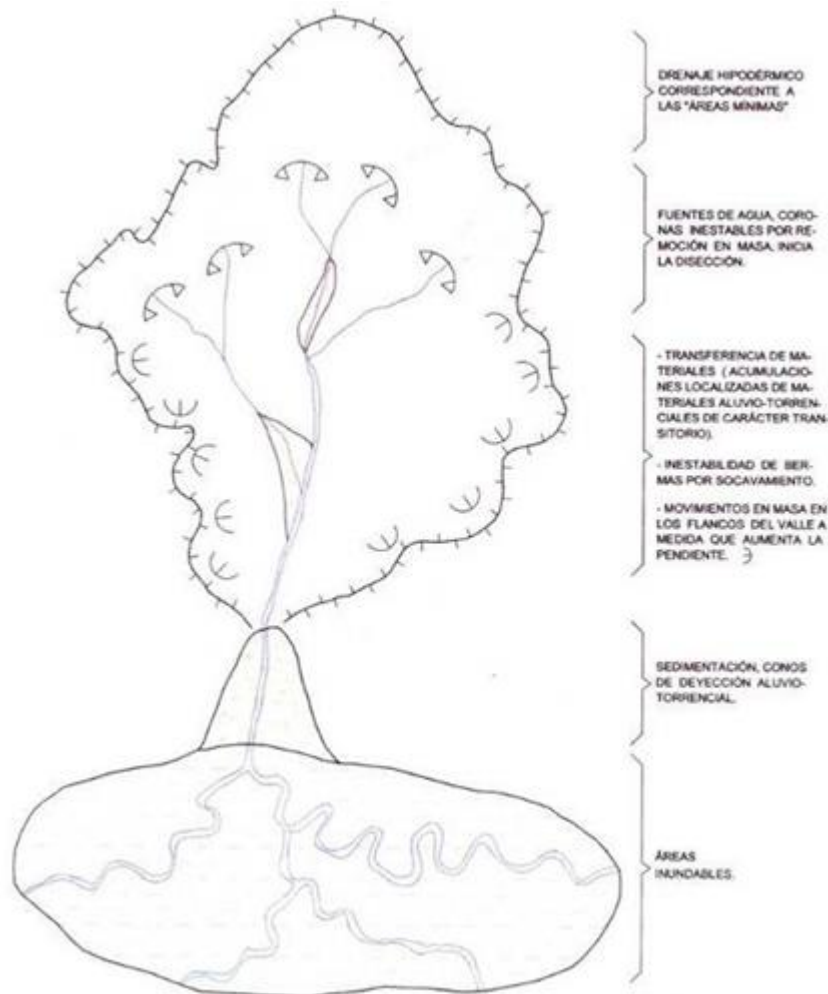
- i. Área de transporte. El proceso es básicamente el transporte, aunque por disección hay también arranque de materiales en el fondo y márgenes, que se incorporan como sedimentos a las corrientes.
- ii. Área de sedimentación. En las partes bajas (piedemontes o bordes de llanuras) disminuye su competencia 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).

<sup>3</sup> Modelado: término opuesto al de relieve y se define como el conjunto de geoformas y de formaciones superficiales correlativas de los procesos morfogénicos (modeladores), y estos explicados por factores de la dinámica externa (viento, agua, glaciares, hombre). Ej.: modelado eólico - dunas, modelado glacial - morrenas.

<sup>4</sup> Catena: conjunto de todos los elementos interrelacionados que integran un modelado.



**Figura 11.18 Sistema de Transferencia**



Fuente: (Flórez, 2003)

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.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable (ver Tabla 11.25).

**Tabla 11.25 Categorías de evaluación para la precipitación total anual en las cuencas del área de influencia**

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
<1095	Muy Baja	1
1095 – 1473	Baja	2
1473 – 1850	Moderada	3
1850 – 2228	Alta	4
> 2228	Muy Alta	5

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

La evaluación de la amenaza por inundación se definió así:

$$AI = (0.7 \cdot SG) + (0.3 \cdot P)$$

Dónde:

AI=	Amenaza por inundación.
SG=	Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve
P=	Calificación por 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 11.19).

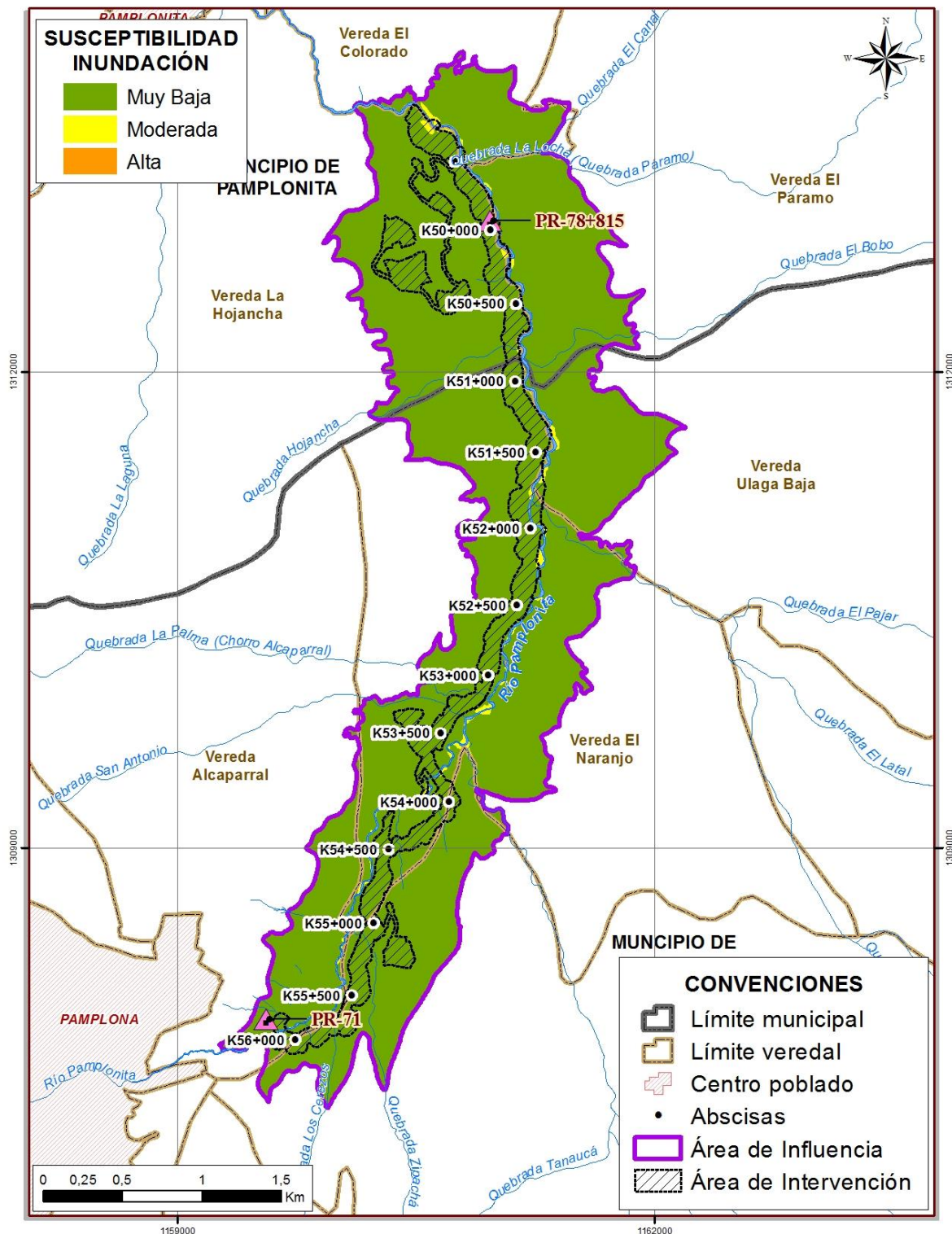
De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la Figura 11.19, se elaboró la Tabla 11.26, donde se presentan los resultados de las áreas clasificadas según el nivel de amenaza por inundación dentro del área de influencia del proyecto, encontrándose que el 97.64% del área se encuentra en zonas que presentan muy baja susceptibilidad a la inundación, mientras que el 1.01 % presenta una susceptibilidad moderada y el 1.07% presenta una amenaza alta de inundación correspondiente al cauce principal del río Pamplonita.

**Tabla 11.26 Amenaza por inundación**

Amenaza por Inundación	Área de Influencia	
	Área (ha)	%
Muy Baja	727.88	97.64
Moderada	7.55	1.01
Alta	8.03	1.07
Total	745.47	100

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

Figura 11.19 Susceptibilidad inundación UF2



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales son fenómenos naturales que poseen un gran potencial destructivo, que dependiendo del tipo de suelo, transportan volúmenes importantes de sedimentos y escombros. Aunque tienen una ocurrencia relativamente baja son de gran interés para evaluar los riesgos naturales a los que está sometida una determinada zona.

Son diversos los factores que influyen en la ocurrencia de eventos torrenciales, tales como: topografía, las características y uso del suelo, precipitación, estabilidad del terreno y los sismos.

La zona en estudio presenta condiciones particulares que contribuyen a explicar la susceptibilidad al fenómeno de avenidas torrenciales.

La zonificación por avenidas torrenciales se efectuó por medio de un método semi-cuantitativo, siguiendo los procedimientos de zonificación mediante un sistema de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación, como es la densidad de drenajes, la precipitación y las pendientes.

El sistema torrencial consiste en tres partes, una que produce, otra que transporta y la tercera que recibe los detritos. Dicho sistema está íntimamente relacionado no solo con la producción de flujos de detritos, sino con las zonas de comienzo y transporte de avalanchas de suelo y roca en picos nevados de las cordilleras, así como zonas propensas a procesos de remoción en masa adyacentes a corrientes de agua. La comprensión de esta unidad natural es fundamental para la evaluación de riesgos de montaña.

La evaluación de la amenaza por avenidas torrenciales se llevó a cabo solamente dentro del sistema torrencial, distinguiendo los cursos de aguas principales, secundarios y menores, en los que eventualmente pueden desencadenarse este tipo de procesos o en los que ya ha sucedido, de cartografía IGAC a escala 1:25.000.

El cálculo del grado de amenaza se hizo de manera semicuantitativa, por medio de la definición de variables geoambientales relacionadas con este tipo de amenaza, y la ponderación por pesos relativos de cada una de las variables siguiendo procedimientos de zonificación por medio de sistemas de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación.

Es un factor de gran importancia para determinar la potencialidad torrencial que presentan los cursos de agua y las cuencas aferentes, ya que constituye un agente activador de fenómenos torrenciales.

El caudal de las crecientes, y su capacidad erosiva, es incrementado por el caudal sólido de los materiales que arrastran, producto de la erosión superficial, del lavado de los deslizamientos someros y de la erosión de orillas en un proceso que da lugar a las avenidas torrenciales. En este aparte se presentan los análisis del régimen de las aguas superficiales en laderas de alta pendiente y el papel que puede desempeñar la lluvia en los procesos torrenciales, apoyados en los conceptos básicos de la morfometría, hidrología y en la información disponible sobre precipitaciones, que permita ofrecer una explicación razonable sobre el mecanismo de generación de eventos torrenciales en las cuencas de la zona de



estudio.

Puesto que la metodología está orientada a la identificación y zonificación de áreas potencialmente torrenciales y no al diseño de obras de control de crecidas o establecimiento de medidas en vertientes, resultó pertinente evaluar este parámetro a través de la generación del mapa de isoyetas anuales, considerando las estaciones de influencia en el área. Las precipitaciones altas aumentan la carga y competencia de los cursos de agua en el arrastre de los materiales presentes en sus cauces.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, las unidades de estabilidad relativa, esto permitió homogenizar los diversos parámetros para posteriormente analizarlos; cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable (ver Tabla 11.27).

**Tabla 11.27 Categorías de evaluación para la precipitación total anual AI**

Rango de Precipitación (mm)	Categoría	Valor de reclasificación
<1095	Muy Baja	1
1095–1473	Baja	2
1473–1850	Moderada	3
1850–2228	Alta	4
>2228	Muy Alta	5

Fuente: (Aecom - ConCol, 2017)

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.

Este parámetro constituye un elemento indicativo de las causas o agentes que contribuyen a la integración de la red hídrica. Para el asunto en consideración, es necesario tener en cuenta que, durante el transcurso, o con posterioridad más o menos inmediata a los períodos de precipitaciones, escurre por la superficie de la cuenca una cantidad de agua que, al ir encauzándose en los diferentes tributarios, termina por concentrarse en el colector, configurando así un sistema hidrográfico.

Si la zona posee una cuenca bien desarrollada, la superficie medida de los terrenos a través de los cuales tiene lugar el escurrimiento, es reducida y el río alcanza los cursos con prontitud. También se debe tener en cuenta, que la erosión retrocedente y, consecuentemente la profundización de los lechos fluviales, están controlados por los siguientes factores:

- i. Características litológicas.
- ii. Características climáticas.
- iii. Magnitud de la pendiente.

Si se toma una unidad de área, la extensión de los cursos de agua es menor en una zona árida que en una húmeda. Por otra parte, la densidad de drenaje tiende a ser baja, cuando los materiales son muy permeables (arenas y gravas), debido a que la infiltración es alta quedando poca disponibilidad de agua, que pueda alimentar a los cauces en superficie.

Esta situación se ve favorecida cuando se trata de una topografía llana, bajo clima árido. En regiones húmedas, con pendientes marcadas y rocas impermeables, la densidad de drenaje tiende a ser máxima.

En síntesis, climas húmedos tienden a densidades de drenaje más bajas que en regiones áridas de litologías comparables, como resultado de la protección de la cobertura vegetal. Por otra parte, áreas de bajo relieve y buena infiltración muestran generalmente una densidad de drenaje más baja que zonas con mayores relieves o baja permeabilidad. Se puede admitir en consecuencia, que para una cuenca dada existe cierta armonía o concordancia entre el coeficiente de escurrimiento y la densidad de drenaje de la misma.

Se asignaron valores entre 1 y 5 a cada uno de los índices de Densidad de Drenaje (Dd) calculados para la morfometría de las cuencas (Tabla 11.28). Al integrar los índices, se generó un conjunto de posibles combinaciones a partir de las cuales se definieron cinco (5) clases morfométricas basadas en la posible respuesta de los torrentes ante un evento de precipitación, inicialmente por la influencia que tiene la densidad de drenaje en el comportamiento y en la respuesta de los cauces a generar escorrentía superficial, seguido por la pendiente y el coeficiente de forma de la cuenca. En síntesis, las clases morfométricas vienen definidas por la integración de la densidad de drenaje, las cuales generan características muy particulares que permiten evaluar la respuesta de los torrentes, desde muy lenta hasta muy rápida y violenta, para generar crecidas torrenciales.

El resultado de esta operación permite clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías que se describen en la Tabla 11.28

**Tabla 11.28 Categorías de evaluación para la densidad de drenaje en el AI**

Rangos Densidad de drenajes(Km/Km <sup>2</sup> )	Valoración	Valoración
<5.35	1	Muy Baja
5.35–10.70	2	Baja
10.70–16.05	3	Moderada
16.05–21.38	4	Alta
>21.38	5	Muy Alta

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Pendiente del terreno

Las avenidas torrenciales son una amenaza muy común en cuencas de alta montaña y debido a sus características pueden causar grandes daños en infraestructura y pérdida de vidas humanas. Estos fenómenos se originan comúnmente en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas presentan fuertes vertientes por efecto de fenómenos hidrometeorológicos intensos cuando en un evento de lluvias se superan los valores de precipitación pico en pocas horas. Esto genera la saturación de los materiales de las laderas facilitando el desprendimiento del suelo, produciéndose de esta manera, numerosos desgarres superficiales y deslizamientos cuyo material cae al cauce y es transportado inmediatamente aguas abajo o queda inicialmente represado y luego, una vez se rompe el represamiento, es transportado violentamente de forma repentina (CORNARE, Gobernación de Antioquia, 2012).

Múltiples factores influyen en la clasificación de torrencialidad de una cuenca, este análisis se enfoca en tres características. La primera relacionada con los parámetros morfométricos

del área de influencia, factores climáticos y factores geomorfológicos, estos últimos representados por medio del mapa de pendientes del área de influencia. Este parámetro es muy relevante a la hora de establecer susceptibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales, debido a que la inclinación del terreno tiene gran acercamiento con la susceptibilidad a movimiento de remoción en masa y a procesos de incisión y socavación del cauce.

Se asignaron valores entre 1 y 5 a cada rango de pendientes calculadas por medio del mapa de pendientes elaborado a partir de modelo digital del terreno que cuenta con una resolución de 12.5 x 12.5 kilómetros. El resultado de esta operación permite clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías que se describen en la Tabla 11.29.

**Tabla 11.29 Categorías de evaluación para la pendiente en el AI del Proyecto**

Rangos Densidad de drenajes(Km/Km <sup>2</sup> )	Valoración	Valoración
<12%	1	Muy Baja
12%-25%	2	Baja
25%-50%	3	Moderada
50%-100%	4	Alta
>100%	5	Muy Alta

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

- Categorización de la amenaza por avenidas torrenciales

La evaluación de la amenaza por avenidas torrenciales está definida de la siguiente manera:

$$Amenaza\ Torrencial\ (AT)=0.4 \times P + 0.4 \times S_0 + 0.2 \times Dd$$

Dónde:

AT=Amenaza por avenidas torrenciales.

P=Nivel de amenaza según la Precipitación media total anual del AI.

S<sub>0</sub>= Nivel de amenaza según la Pendiente del terreno del AI.

Dd=Nivel de amenaza según la Densidad de Drenaje del AI.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, las clases morfométricas medidas como Densidad de drenaje y la pendiente del terreno, esto permitió homogenizar los diversos parámetros para posteriormente analizarlos; cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable.

Con la ponderación de estos parámetros en la Tabla 11.30, se presentan los intervalos para la categorización y grado de amenaza por avenidas torrenciales.

**Tabla 11.30 Intervalos y categorías de la amenaza por avenidas torrenciales**

Rango de Valoración de la variable AT	Categoría
<1.0	Muy Baja
1.0-1.5	Baja
1.5-2.5	Moderada
2.5-3.5	Alta
3.5-5	Muy Alta

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

El significado de cada uno de estos rangos a raíz de los eventos de torrencialidad se indica en la Tabla 11.31.

**Tabla 11.31 Tipos de amenaza por avenidas torrenciales en las cuencas del área de influencia del Proyecto**

Nivel de Amenaza	Rango	Descripción
<1.0	Muy Baja	Son áreas que tienen poca o baja activación como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
1.0-1.5	Baja	Son áreas que se activan como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
1.5-2.5	Moderada	Presentan una cobertura vegetal variada desde los bosques hasta cultivos, potencialmente inestables por movimientos en masa, pendiente, procesos erosivos y crecientes de los cursos de agua; poseen una respuesta hidrológica moderadamente rápida. Generalmente presentan crecidas en las épocas de mayor precipitación.
2.5-3.5	Alta	Áreas potencialmente inestables por pendiente y movimientos en masa; poseen una respuesta hidrológica rápida con una cobertura del suelo que incluye matorrales, asociación de cultivos y pastizales y pastizales naturales. Generalmente presentan crecidas en periodos lluviosos.
3.5-5.0	Muy Alta	Áreas caracterizadas por presentar fuertes precipitaciones y condiciones de humedad antecedentes altos, con predominio de cultivos, pastizales y vegetación arbustiva. En áreas inestables y potencialmente inestables que responden rápida y violentamente a lluvias de alta intensidad y corta duración, pueden generar crecidas torrenciales.

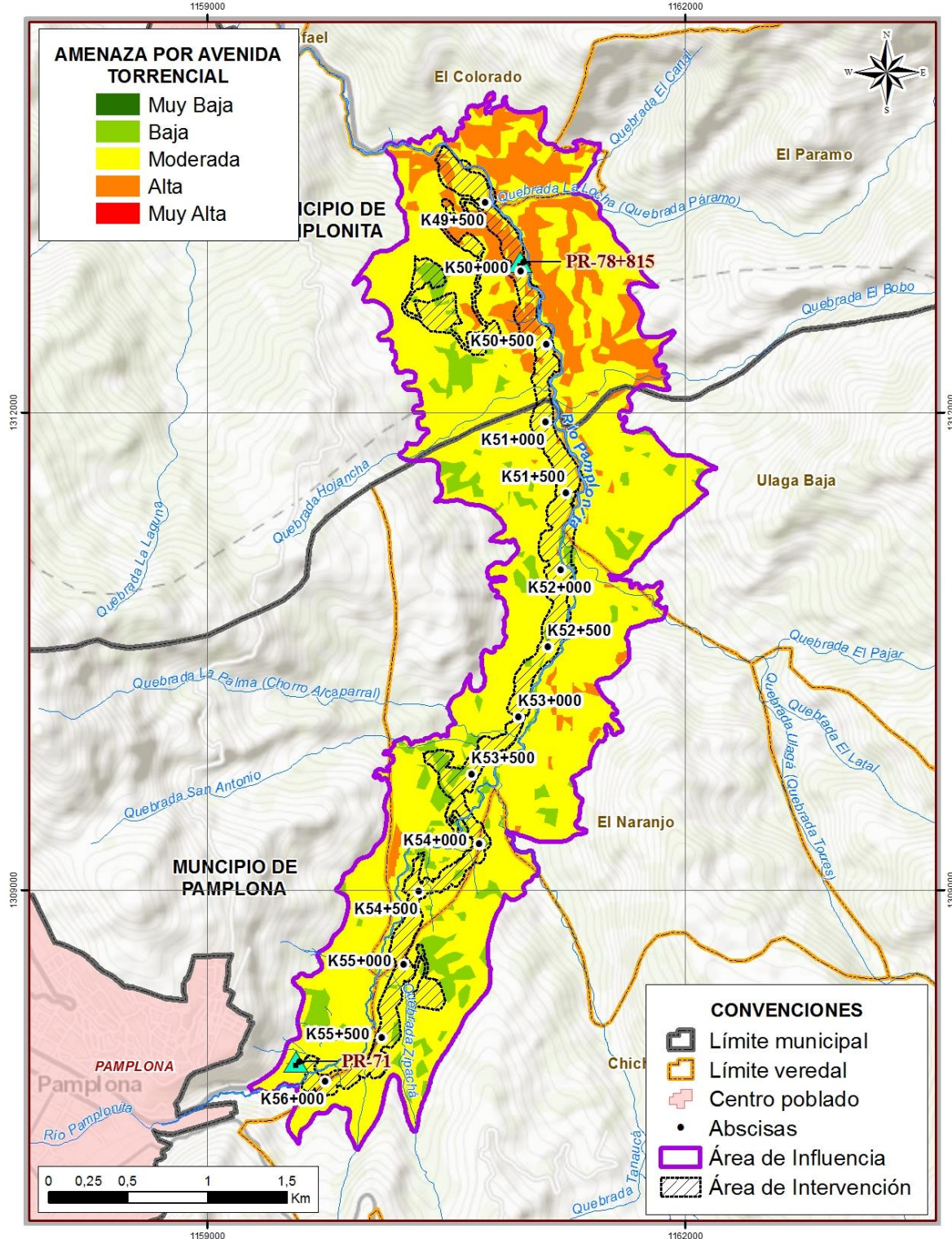
Fuente: Aecom - ConCol. 2018

En la Figura 11.20 se representan las zonas de amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia del Proyecto, donde se aprecia una amenaza alta en la parte norte, asociada a la formación montañosa oriental de la cordillera oriental y los cauces de pendientes moderadas a escarpadas que fluyen en sentido este – oeste, afluentes de la margen derecha del río Pamplonita. Las zonas de amenaza moderada corresponden aquellas zonas con las pendientes medias y con una densidad de drenajes importante, lo cual puede conllevar a la formación de flujos torrenciales repentinos, debido a factores detonantes como precipitaciones de alta intensidad en cortos periodos de tiempo. Las zonas de amenaza baja corresponden a las zonas en las cuales la pendiente y la precipitación no constituyen un factor detonante para eventos de tipo torrencial.

De acuerdo con la Figura 11.20, el 7.61% de la zona se encuentra en amenaza de eventos torrenciales baja, lo cual corresponde a 56.71 Ha; el 80.45% está en amenaza moderada debido a la considerable densidad de drenajes y altas pendientes, esta área corresponde a 599.75 Ha; el 11.9% es asociado a una amenaza alta, la cual está representada en 88.99 Ha de las 745.4Ha que componen el área de influencia.



**Figura 11.20 Amenaza por avenidas torrenciales asociada a la Unidad Funcional 2**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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>5</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.

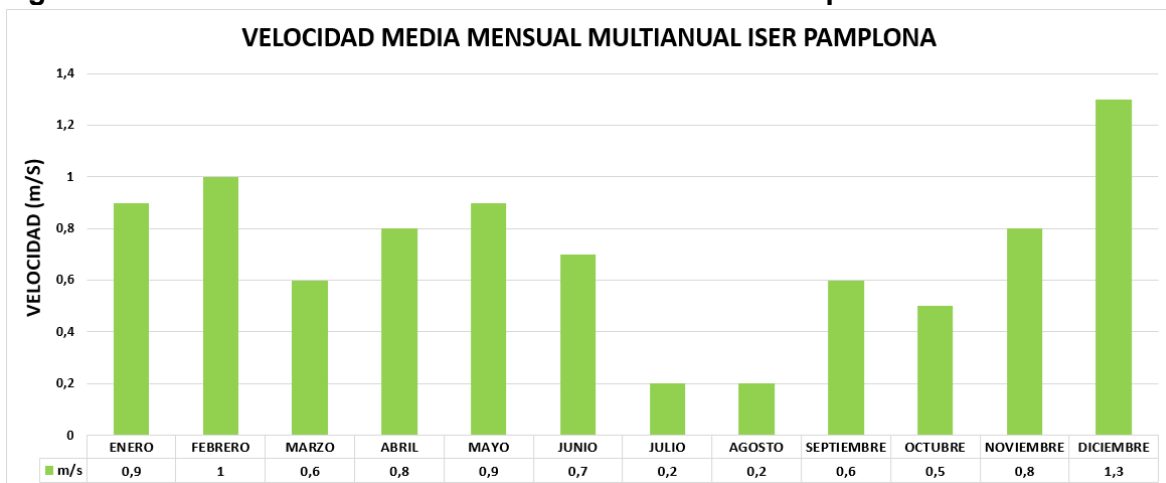
En la Tabla 11.32 y en la se muestran los valores medios mensuales multianuales de velocidad de viento para la estación Iser Pamplona, asociada a la unidad funcional 2.

**Tabla 11.32 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)

**Figura 11.21 Velocidad media multianual estación Iser Pamplona**



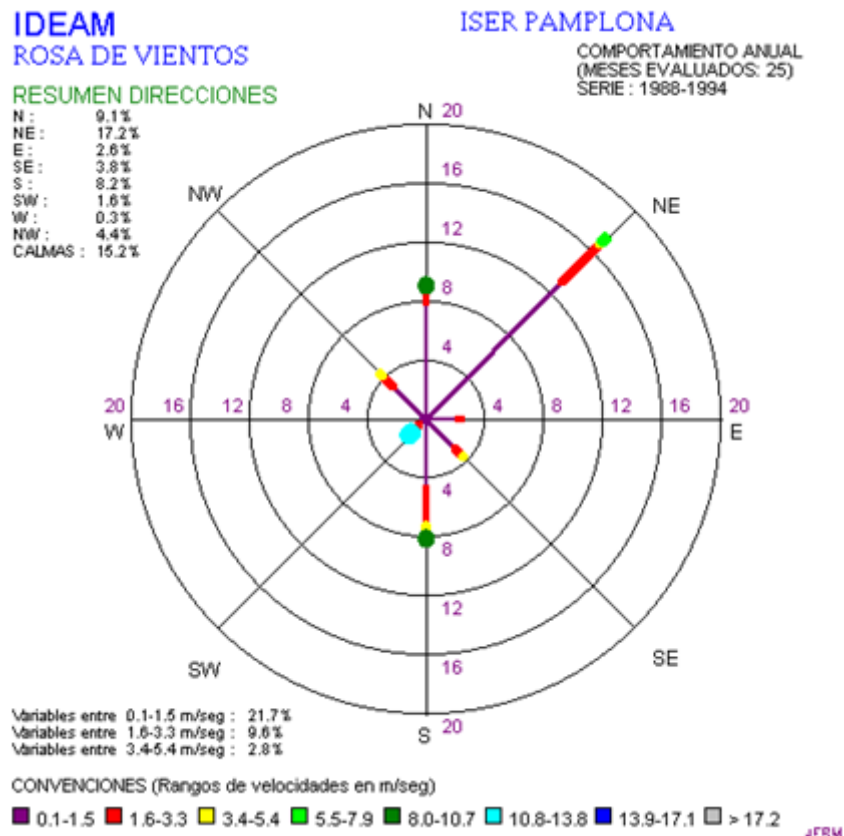
Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

En la Figura 11.21 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 11.22.

<sup>5</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 11.22 Rosa de vientos estación Iser Pamplona



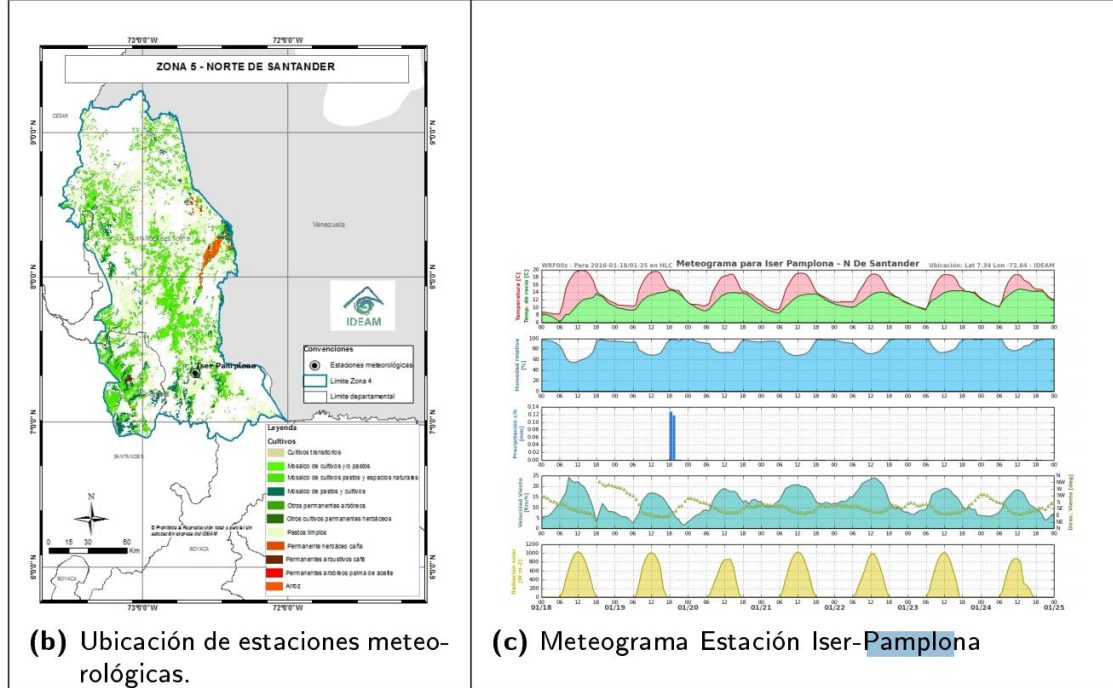
Fuente: IDEAM, (Aecom - ConCol , 2017)

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 11.23y la Figura 11.24 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.

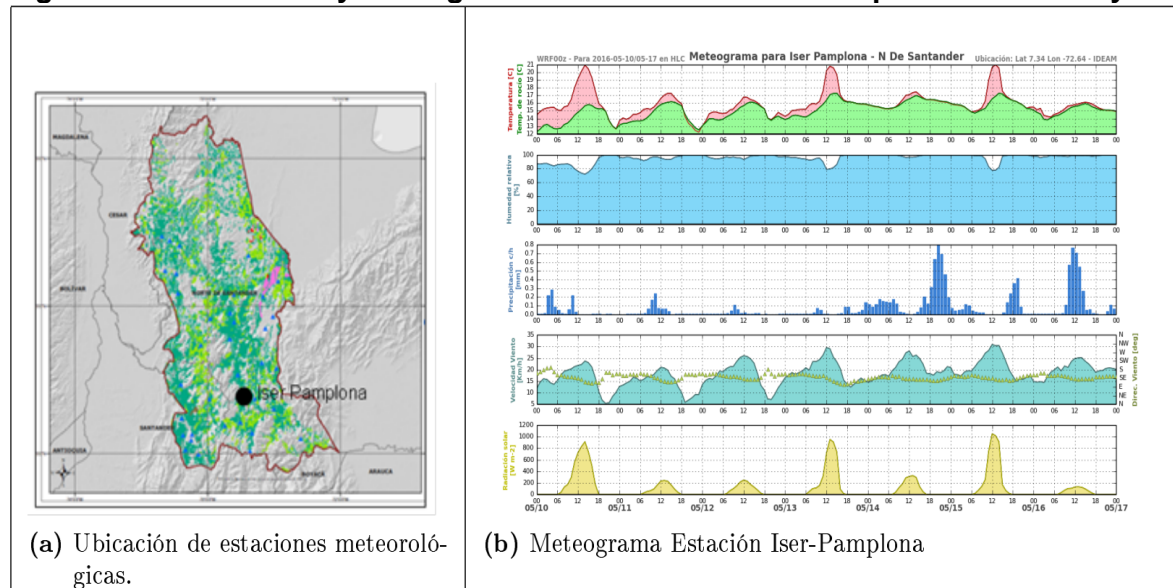


**Figura 11.23 Ubicación y Meteograma de la Estación Iser-Pamplona mes de enero**



Fuente: (IDEAM, 2016)

**Figura 11.24 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 agrometeorológico presentado por el IDEAM, con respecto a la información reportada en la rosa de vientos (Figura 11.22).



- Tormentas eléctricas

Según Torres Sánchez<sup>6</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.

De acuerdo a lo anterior y los criterios de la Tabla 11.33, la probabilidad de amenaza por tormentas eléctricas, según el Nivel Ceráunico es Muy Baja.

**Tabla 11.33 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)

<sup>6</sup> TORRES, Horacio. ¿Qué rayos sabemos? Revista Académica Colombiana de Ciencias. 34 (131); 193 -208, 2010. ISSN 0370-3908.

Los valores 0,0017 y 1,56 son constantes obtenidas a partir de datos de los sistemas de medición y localización de rayos en Colombia. Al aplicar la fórmula para el área de influencia se toma el valor 40 días/año; con el cual se obtiene un valor de 0,53 descargas/km<sup>2</sup>-año. Este valor se compara con lo dispuesto en la Tabla 11.34 y teniendo en cuenta que el valor es menor que 9, la amenaza de tormentas para el área del proyecto es muy baja.

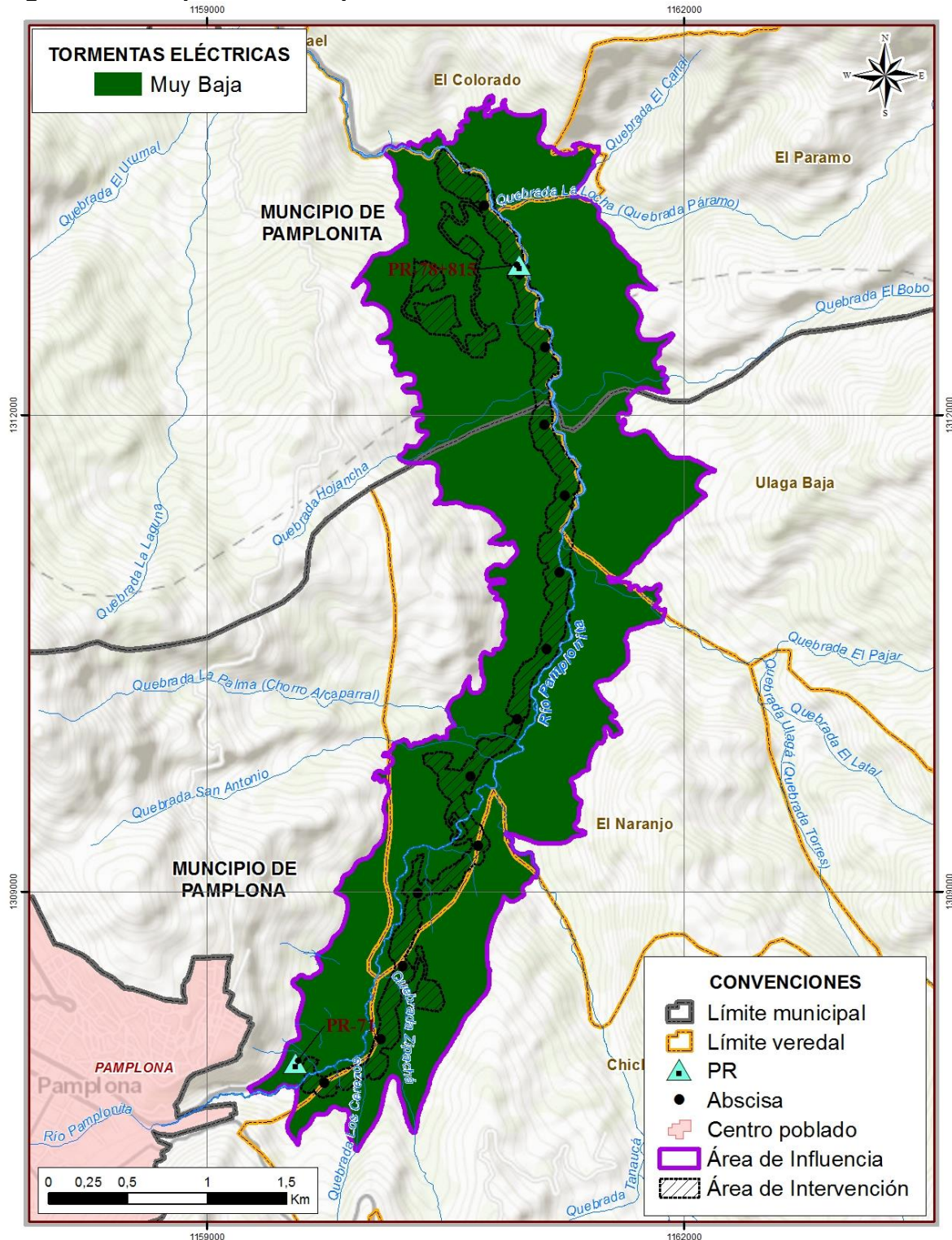
**Tabla 11.34 Probabilidad de la amenaza según la DDT**

Rango de DDT (descargas/km <sup>2</sup> -año)	Probabilidad
≤ 9	Muy baja
10-18	Baja
19-27	Media
28-36	Alta
≥ 45	Muy alta

Fuente: GIICO<sup>7</sup>. Adaptado (Aecom - ConCol , 2017).

<sup>7</sup> GESTIÓN DE INFORMACIÓN, INGENIERÍA Y CONOCIMIENTO S.A. GIICO. Protección de edificaciones [diapositivas]. Medellín: GIICO, 2009. 158 diapositivas.

Figura 11.25 Mapa Cerámico para el área de estudio



Fuente: UNAL<sup>8</sup>. Adaptado por (Aecom - ConCol , 2017)

<sup>8</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA UNAL. Norma Técnica Colombiana de protección contra rayos.

Adicional, en la revisión de información secundaria por parte del consultor, se establece el reporte un solo evento relacionado con tormentas eléctricas ocurrido en la vereda Laureano Gómez que se encuentra fuera del área de influencia del proyecto (Tabla 11.35).

**Tabla 11.35 Reporte Amenaza por tormentas eléctricas**

Serial	Fecha Inicio	Lugar	Fuentes	Observaciones de efectos	Tipo de causa
UNGRD-2012-01258	22/04/2012	Norte de Santander /Pamplona	UNDGRD	Se presentó caída de rayo en la vereda Laureano Gómez sector Chinchipa reporte CREPAD Norte de Santander Dra Norela Arenas Valencia	Condiciones atmosféricas

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017), Adaptado de (Desinventar.org, 2017)

- 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 registran en los municipios que hacen parte del área de influencia de la unidad funcional 2, entre los años del 2010 al 2017, un total de 18 incendios forestales con un área afectada de 268 hectáreas, el municipio con mayor número de reportes durante estos años es Pamplona con 12 emergencias de incendios forestales reportadas. El año con mayor número de incendios está dado por el 2016 con 7 reportes y 5 incendios forestales para el año inmediatamente anterior, causados principalmente por las fuertes temperaturas, mientras que el año que presenta menor número de incendios es el 2012, con un solo reporte para el municipio de pamplona, no se registran incendios en los años 2010, 2011 y 2017 (Tabla 11.36).

**Tabla 11.36 Incendios forestales reportados por el UNGRD**

Año	Área afectada (Ha)	Pamplona	Pamplonita	Total general
2010	-	-	-	-
2011	-	-	-	-
2012	35	1	-	1
2013	5	2	-	2
2014	5	1	-	1
	10	2	-	2
2015	1	1	-	1
	4	2	-	2
	-	1	1	2
2016	4	1	-	1



Año	Área afectada (Ha)	Pamplona	Pamplonita	Total general
	5	-	1	1
	10	-	1	1
	25	1		1
	145	-	1	1
	-	-	2	2
<b>2017</b>	-	-	-	-
<b>Total general</b>	<b>268</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>18</b>

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

En el sistema de Alertas reportados en la página del IDEAM actualmente, no se reportan amenazas de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal en zonas de bosques, cultivos y pastos, localizados en los municipios del área de estudio. 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, dentro de las que se encuentra en vulnerabilidad media a la vereda Chíchira que hace parte del área de influencia de la Unidad Funcional 2.

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

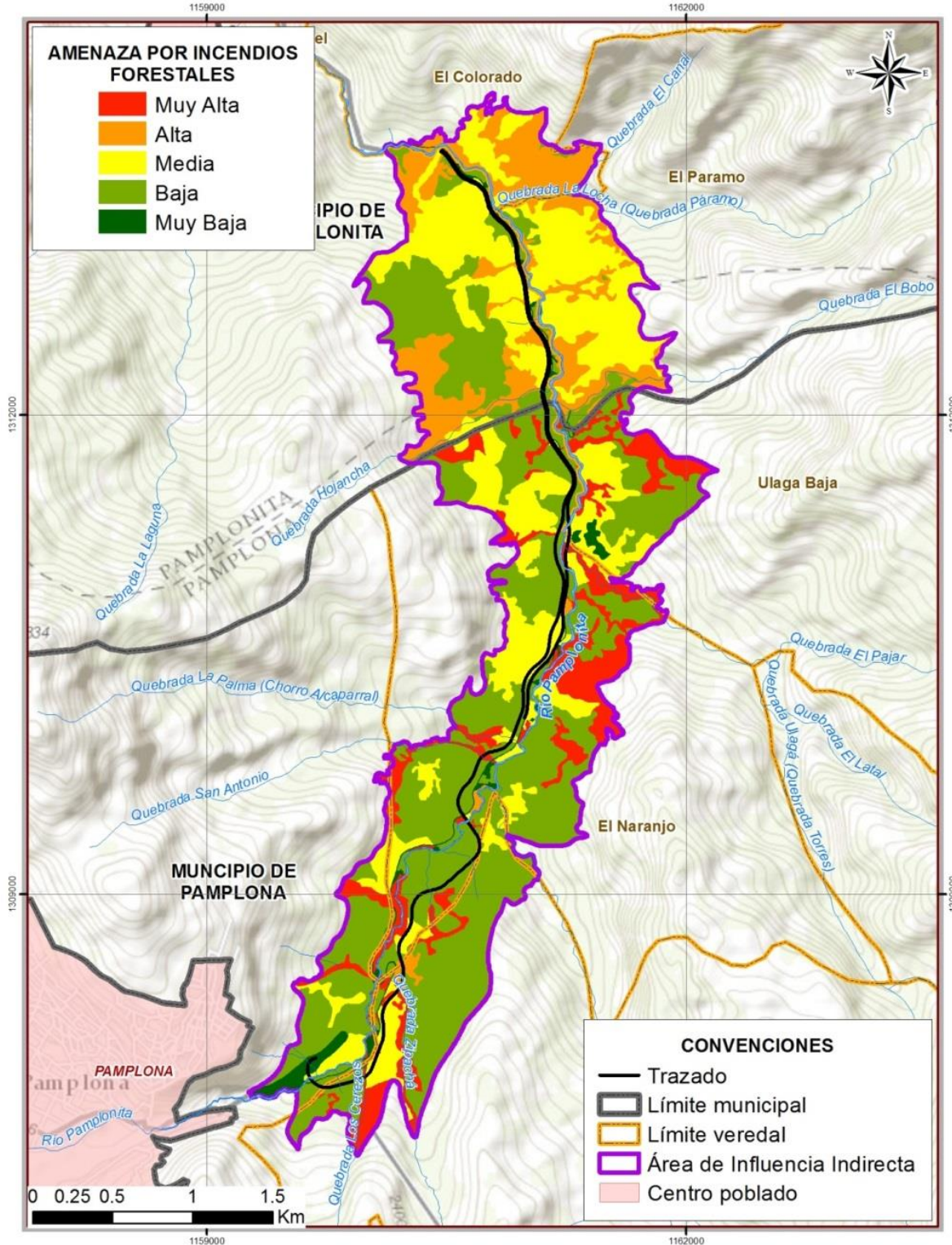
En la Tabla 11.37 se presenta la distribución por categorías de probabilidad de ocurrencia de incendios forestales para el área de estudio.

**Tabla 11.37 Reporte de área por categoría para incendios forestales**

CATEGORÍA	AREA (ha)	AREA (%)
Alta	91,60	12,29
Baja	337,70	45,30
Media	207,47	27,83
Muy Alta	83,88	11,25
Muy Baja	24,80	3,33
<b>Total general</b>	<b>745,47</b>	<b>100</b>

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

Figura 11.26 Amenaza por Incendios forestales para la UF2



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Riesgo biológico (E)

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 serpientes venenosas de la familia Viperidae (*Bothrops asper*, ver Tabla 11.38) y la familia Elapidae (*Micrurus dumerilii*) ya que el área se encuentra en su rango de distribución. En general, esas especies habitan 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.

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

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

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



**Tabla 11.38 Talla equis (*Bothrops asper*)**

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

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2017

Sin embargo, durante la caracterización de la fauna silvestres para el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita, dichas especies de serpientes no son comunes y por ende no se registran accidentes con ellas.

- Amenazas antrópicas

El área de influencia del proyecto UF2, 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 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. Cabe señalar que por las actividades a realizar para la construcción UF2, relacionadas entre otras con el traslado de maquinaria, materiales y trabajadores, se pueden configurar hechos delictivos como extorsión, hurto simple, hurto de materiales o maquinarias, acciones vandálicas y eventualmente secuestros extorsivos.

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 11.1 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).

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 en 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.

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 11.39, se presentan las cifras con relación a las acciones de conflicto armado y el total de homicidios registrados en Pamplona y Pamplonita 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 11.39 Características del conflicto en Pamplona y Pamplonita, años 1990 - 2013**

Municipio	Acciones del conflicto armado	Total homicidios	Presencia	Intensidad <sup>9</sup>
Pamplona	21	326	Interrumpido <sup>10</sup>	Baja <sup>11</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 11.39, 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.

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

Tal como lo reportan los medios de comunicación, en 2017 el Ejército evitó el ataque del ELN a las vías que permiten el acceso al municipio de Tibú:

[...] terroristas del autodenominado frente Juan Fernando Porras Martínez del Eln, habían sembrado en la vía que conduce del municipio de Cúcuta a Tibú, a la altura del sector conocido como San Miguel, las trampas mortales con las que pretendían atacar 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)

<sup>9</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>10</sup> Durante el periodo hay años sin presencia de grupos armados.

<sup>11</sup> Levemente afectados e interrumpido

## Fotografía 11.2 Infraestructura vial objetivo de ataque del ELN



Fuente: (HSBNoticias.com, 2016)

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 ocasional.

### - 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 dos factores principalmente. El primero, por las expectativas de mejora en las condiciones de vida que generan los proyectos de infraestructura en la población vecina. El segundo, 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. De acuerdo al análisis anterior, se establece que la probabilidad de ocurrencia de acciones de protesta social es moderada.

- 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 y se aplicaron las categorías planteadas en la Tabla 11.3.

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 11.40). Para las amenazas naturales se tiene la cartografía presentada con anterioridad donde se reflejan los polígonos con sus diferentes categorías.

**Tabla 11.40 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
AMENAZAS ENDÓGENAS			
A	Incendios / Explosiones	3	Ocasional
B	Derrames	3	Ocasional
C	Accidentes laborales	4	Probable
D	Accidentes de tránsito	4	Probable
AMENAZAS NATURALES			
E	Vendavales	2	Remoto
F	Riesgo Biológico	2	Remoto
AMENAZAS ANTRÓPICAS			
G	Delincuencia Común	2	Remoto
H	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	Ocasional
I	Acciones de protesta social	3	Ocasional

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- 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 11.41, se listan los elementos en riesgo involucrados en el análisis.



**Tabla 11.41 Componentes vulnerables**

ID	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1.	Individual	Área de actividad de las etapas del proyecto
		Personal que labora en el proyecto
2.	Social	Asentamientos Humanos (Lesiones Personales a terceros)
		Infraestructura Pública
		Bienes de interés cultural
3.	Socioeconómico	Infraestructura productiva
		Cultivos de pancoger
		Zonas de Actividad productiva
		Bocatomas
4.	Ambiental	Áreas ambientalmente sensibles (susceptibilidad o sensibilidad biótica y abiótica)

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Identificación de los escenarios de riesgo

De acuerdo a la metodología planteada, las amenazas antrópicas, amenazas endógenas y las amenaza naturales correspondiente a Riesgo Biológico y Vendavales identificadas, y los elementos vulnerables descritos anteriormente (Tabla 11.41), en la Tabla 11.42 se presentan los escenarios de riesgo identificados (celdas resaltadas con color azul).

**Tabla 11.42 Escenarios de riesgo identificados para el proyecto**

I D	ORÍGEN	AMENAZA	ELEMENTO VULNERABLE			
			1	2	3	4
			Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental
A	Endógenas	Incendios / Explosiones	A1	A2	A3	A4
B	Endógenas	Derrames	B1	B2	B3	B4
C	Endógenas	Accidentes laborales	C1	C2	C3	C4
D	Endógenas	Accidentes de tránsito	D1	D2	D3	D4
E	Naturales	Vendavales	E1	E2	E3	E4
F	Naturales	Riesgo Biológico	F1	F2	F3	F4
G	Antrópicas	Delincuencia Común	G1	G2	G3	G4
H	Antrópicas	Acciones de grupos armados al margen de la Ley	H1	H2	H3	H4
I	Antrópicas	Acciones de protesta social	I1	I2	I3	I4

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

- Evaluación de la fragilidad y exposición para la obtención de la vulnerabilidad

En la Tabla 11.4 se muestra la calificación asignada para los criterios de fragilidad para la evaluación matricial según la metodología propuesta (Figura 11.2) en cada uno de los escenarios de riesgo identificados.

Adicionalmente, se muestran los resultados de vulnerabilidad (Tabla 11.43); para esto se aplicó la Ecuación 1 utilizando los valores de fragilidad y exposición representados en la Tabla 11.5.



ConCol



Tabla 11.43 Vulnerabilidad para el área de estudio amenazas endógenas y antrópicas

AMENAZA	FRAGILIDAD				EXPOSICIÓN				VULNERABILIDAD			
	Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental	Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental	Categoría Individual	Categoría Social	Categoría Socioeconómico	Categoría Ambiental
Incendios / Explosiones	4	2	3	4	5	3	3	4	Alto	Bajo	Bajo	Alto
Derrames	1	1	2	5	5	2	2	4	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Alto
Accidentes laborales	5	5	3	2	4	3	3	2	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Accidentes de tránsito	5	5	3	2	4	3	4	2	Alto	Medio	Medio	Muy Bajo
Vendavales	2	1	2	3	3	2	2	2	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
Riesgo Biológico	3	4	2	2	3	2	2	2	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Delincuencia Común	3	2	2	1	3	3	2	2	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Acciones de grupos armados al margen de la Ley	3	2	2	1	2	2	2	2	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Acciones de protesta social	3	3	2	1	3	2	3	2	Bajo	Bajo	Bajo	Muy Bajo

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

Para el análisis de la fragilidad y la exposición de los elementos vulnerables, con respecto a la ocurrencia de eventos relacionados con amenazas naturales y acorde a la metodología propuesta (Figura 11.2); se obtuvo del ejercicio cartográfico en el área de influencia. Para el caso de la fragilidad, los resultados se obtuvieron a partir de la sensibilidad socioeconómica-ambiental calculada en la zonificación ambiental para el área de estudio (Tabla 11.44 y la Figura 11.27).

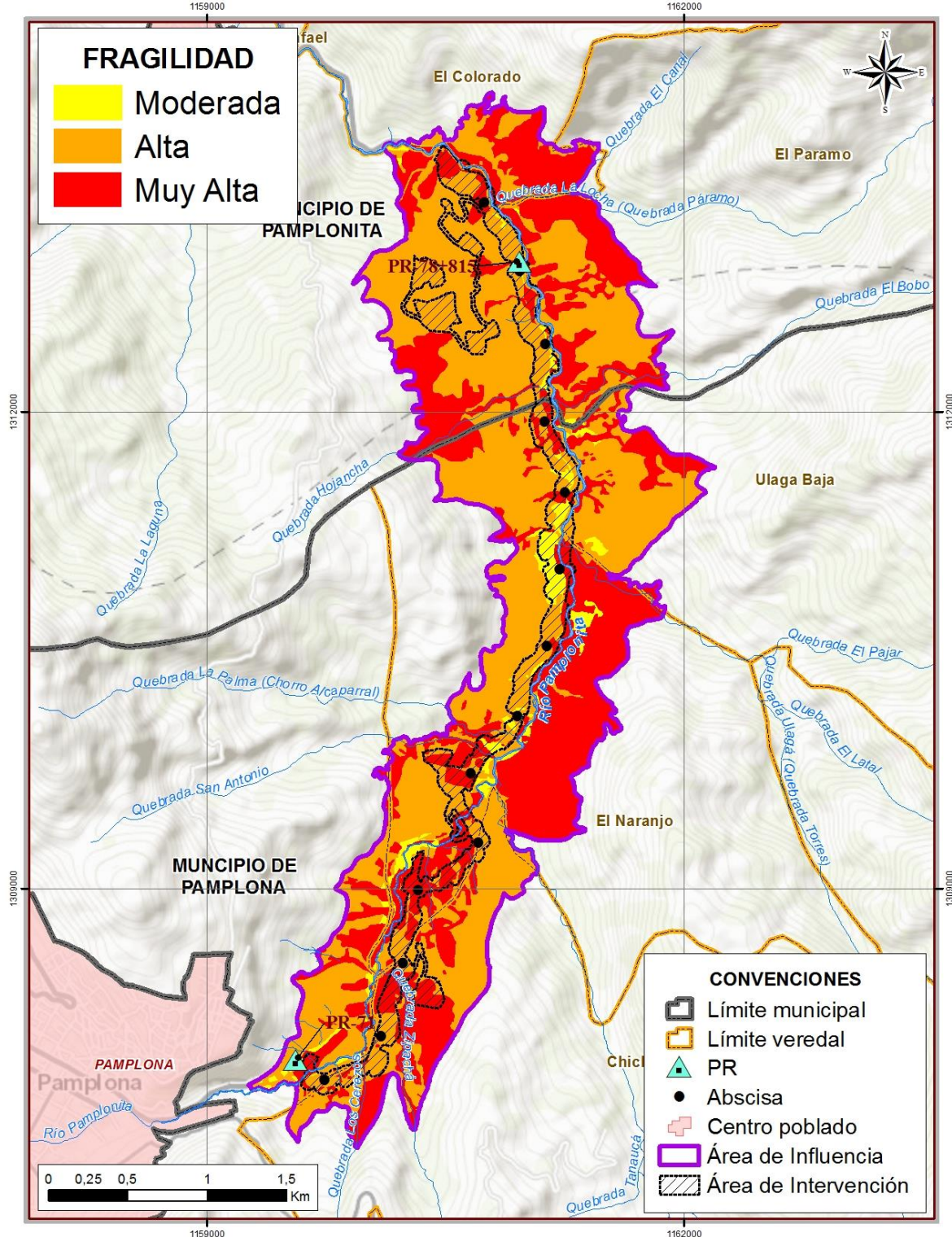
**Tabla 11.44 Distribución de la fragilidad para el área de influencia**

Fragilidad	Area (ha)	%
Moderada	20,93	0,03
Alta	408,07	0,55
Muy Alta	316,47	0,42
Total	745,47	100,00

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



Figura 11.27 Fragilidad evaluada para amenazas naturales



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

A su vez, para el caso de la exposición se presenta en la Tabla 11.45 y en la Figura 11.28 los resultados del análisis de la exposición de los elementos vulnerables en función de las amenazas naturales como son:

- i. Área de páramo de Pamplona (Según información consignada en el SIRAP y Corponor)
- ii. Equipamentos (centro educativo, Escenario deportivo, infraestructura comunitaria)
- iii. Sitios de interés cultural (recreativo, santuario)
- iv. Manantiales
- v. Coberturas: Construcciones rurales, otros cultivos transitorios, mosaico de cultivos, mosaico de pastos y cultivos, zonas comerciales, maíz, otros cultivos permanentes arbustivos, críticos y red vial).

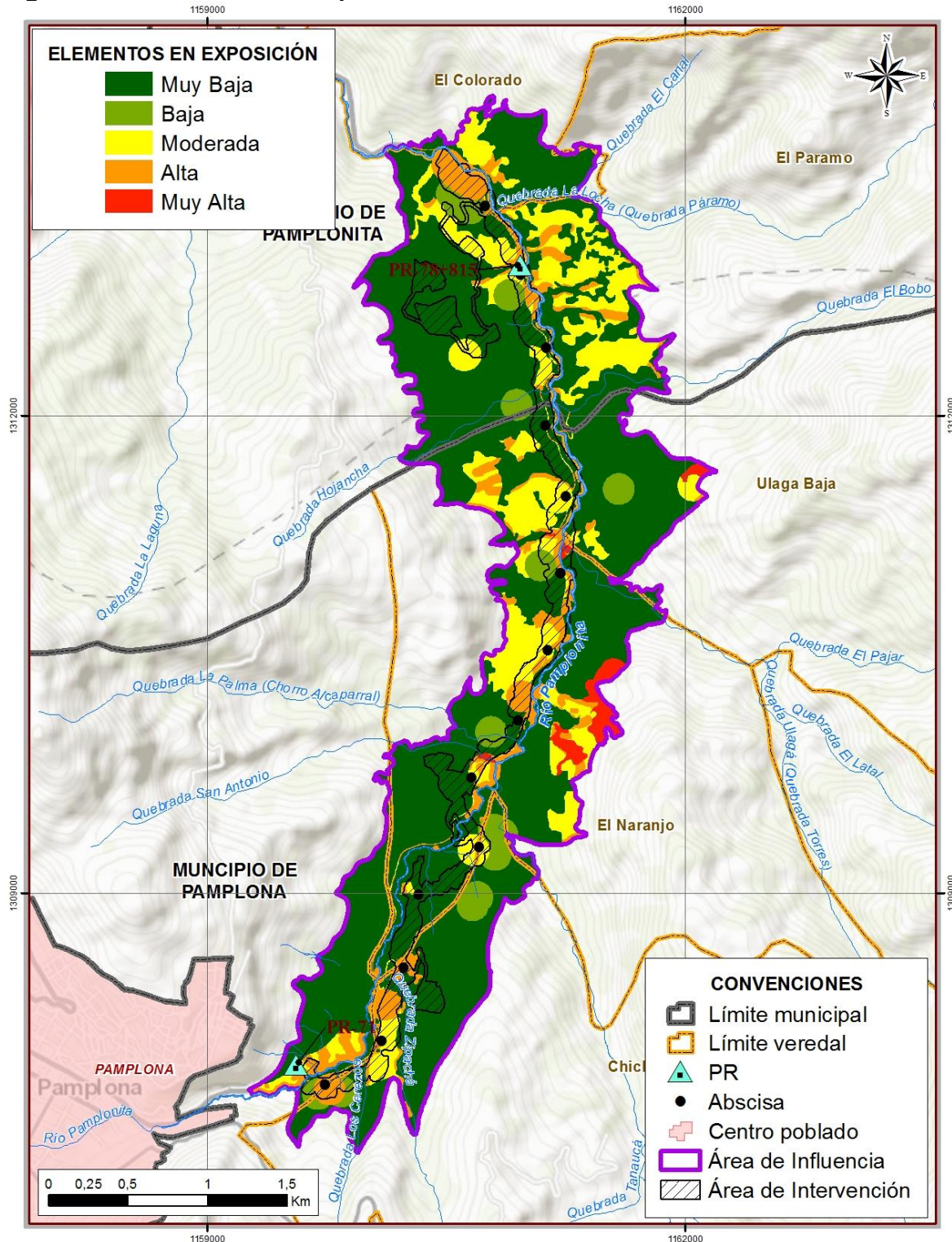
**Tabla 11.45 Distribución de la exposición para el área de influencia**

Exposición	Area (ha)	%
Muy Bajo	523,815	70,27
Bajo	33,599	4,51
Moderada	115,327	15,47
Alta	61,705	8,28
Muy Alta	11,026	1,48
Total	745,47	100,00

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



Figura 11.28 Elementos en exposición



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

Como se describe en la metodología propuesta para este aparte del estudio, la

vulnerabilidad se determina a partir del grado de fragilidad del entorno y la exposición de los elementos vulnerables a las amenazas naturales, de esta manera la fragilidad y la exposición ante las amenazas naturales determinan que tan factible es que suceda el riesgo de desastre.

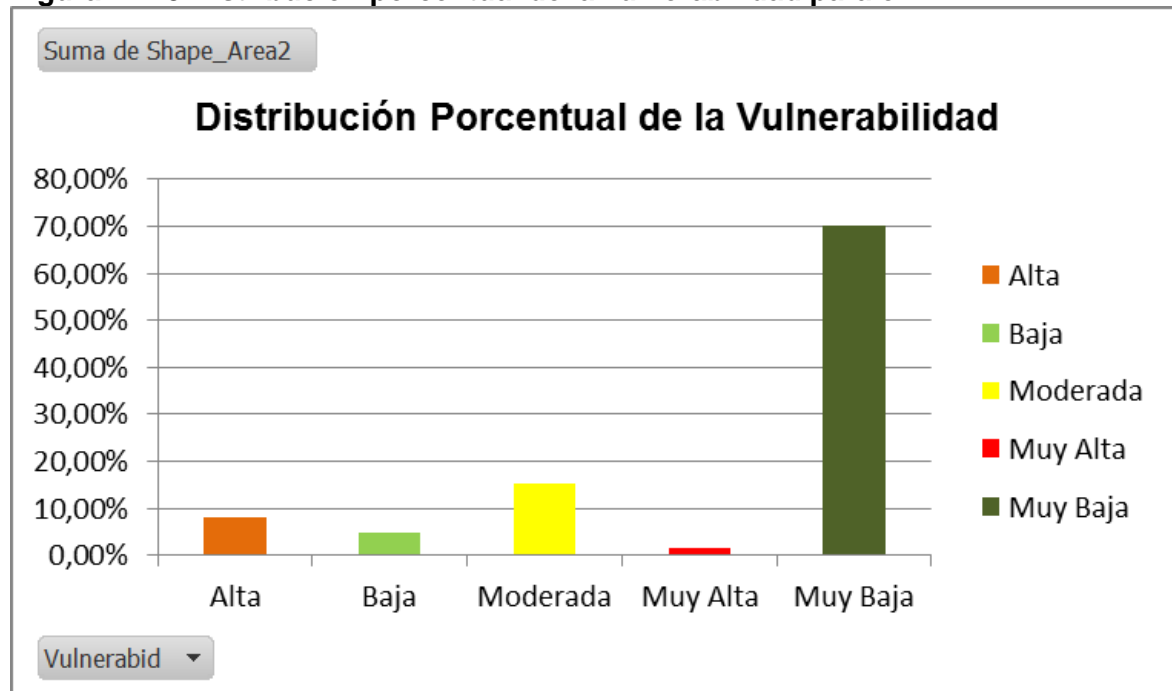
De tal manera, la vulnerabilidad calculada para el área de influencia se ilustra en la Figura 11.30 y su correspondiente distribución se presenta en la Tabla 11.46 y la Figura 11.29.

**Tabla 11.46 Distribución de la vulnerabilidad para el área de influencia**

Vulnerabilidad	Area (ha)	%
Muy Baja	523,93	70,28
Baja	36,59	4,91
Moderada	114,54	15,36
Alta	59,38	7,97
Muy Alta	11,02	1,48
Total	745,47	100,00

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

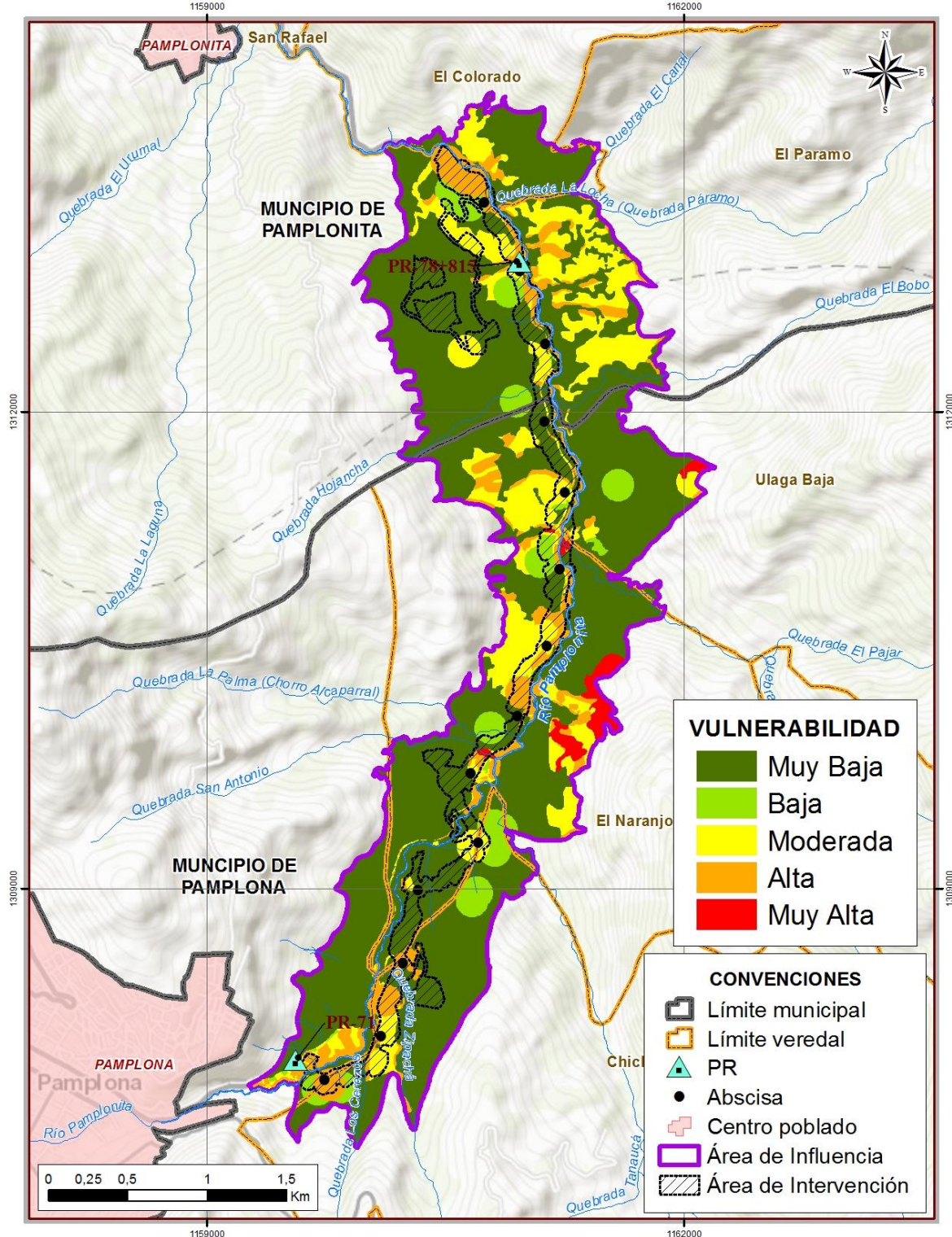
**Figura 11.29 Distribución porcentual de la vulnerabilidad para el AI**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



**Figura 11.30 Vulnerabilidad de los elementos expuestos para el área de influencia**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

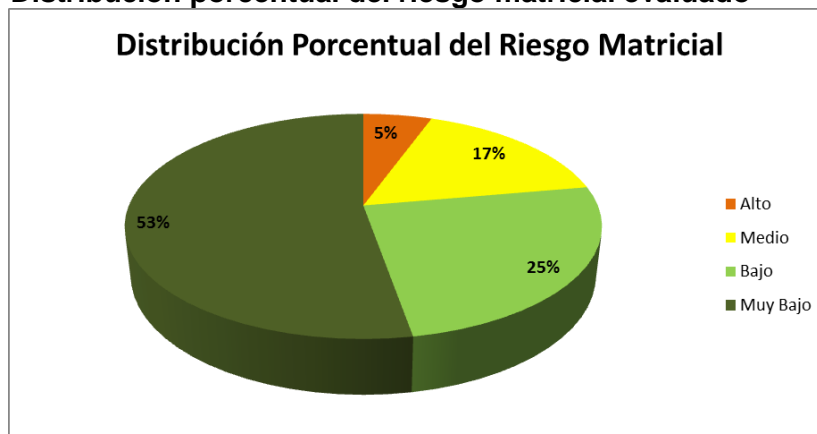
- Resultados análisis de riesgos.

Para desarrollar la valoración del riesgo, se tuvieron presente los criterios establecidos en la Tabla 11.7 de acuerdo a la vulnerabilidad y la probabilidad. En la Tabla 11.47 se presentan los resultados de dicha valoración para las amenazas endógenas, antrópicas y amenazas naturales (vendavales y riesgo biológico).

En la Figura 11.31 se observa la distribución porcentual de los escenarios y niveles de riesgo analizados. Se evidencia que el 78% de los escenarios se localizaron con un nivel de riesgo muy bajo o bajo. El 17% de los escenarios localizados en un nivel de riesgo medio corresponde a riesgo por incendios / explosiones que afecten al personal del proyecto y el ambiente, la amenaza por derrames también presenta un riesgo en categoría media frente al elemento vulnerable ambiente y los accidentes laborales pueden generar este riesgo en el ámbito social y socioeconómico.

El riesgo en categoría Alto se presenta exclusivamente para la amenaza de accidentes laborales y de tránsito que se pueda dar y afecte al personal que labora en el proyecto o terceros que se encuentren en el área de influencia.

**Figura 11.31 Distribución porcentual del riesgo matricial evaluado**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

Para el caso de las amenazas naturales evaluadas de manera espacial, se presenta a continuación (Figura 11.33) la distribución porcentual para el nivel de riesgo calculado a partir de la zonificación del riesgo (Figura 11.32).

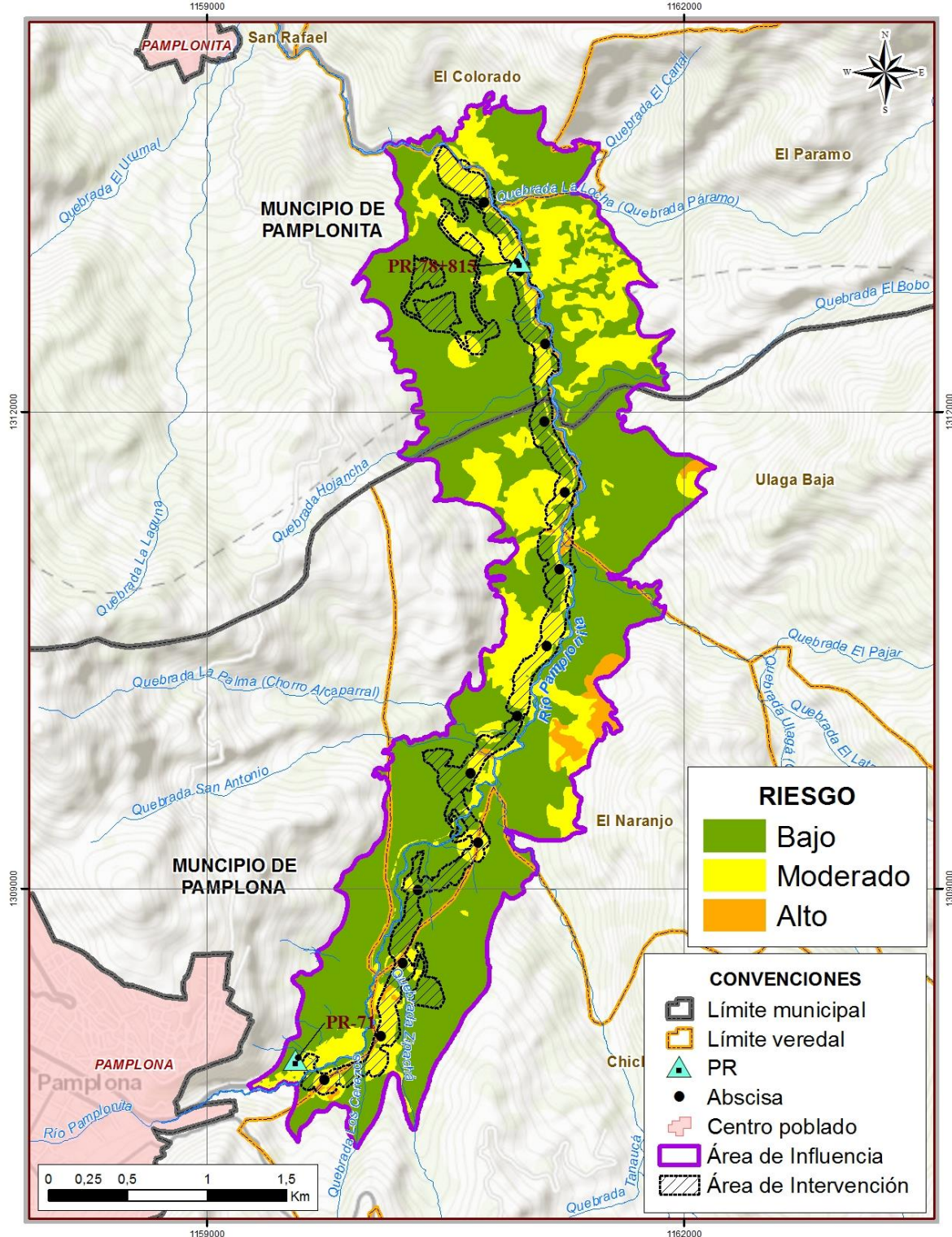
**Tabla 11.47 Calificación nivel del riesgo**

Amenaza	Vulnerabilidad				Probabilidad	Nivel de Riesgo			
	Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental		Categoría Individual	Categoría Social	Categoría Socioeconómico	Categoría Ambiental
Incendios / Explosiones	4	2	2	4	3	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Derrames	1	1	1	4	3	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Accidentes laborales	4	3	2	1	4	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Accidentes de tránsito	4	3	3	1	4	Alto	Medio	Medio	Muy Bajo
Vendavales	2	1	1	2	2	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Riesgo Biológico	2	2	1	1	2	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Delincuencia Común	2	2	1	1	3	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Acciones de grupos armados al margen de la Ley	2	1	1	1	3	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Acciones de protesta social	2	2	2	1	3	Bajo	Bajo	Bajo	Muy Bajo

Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



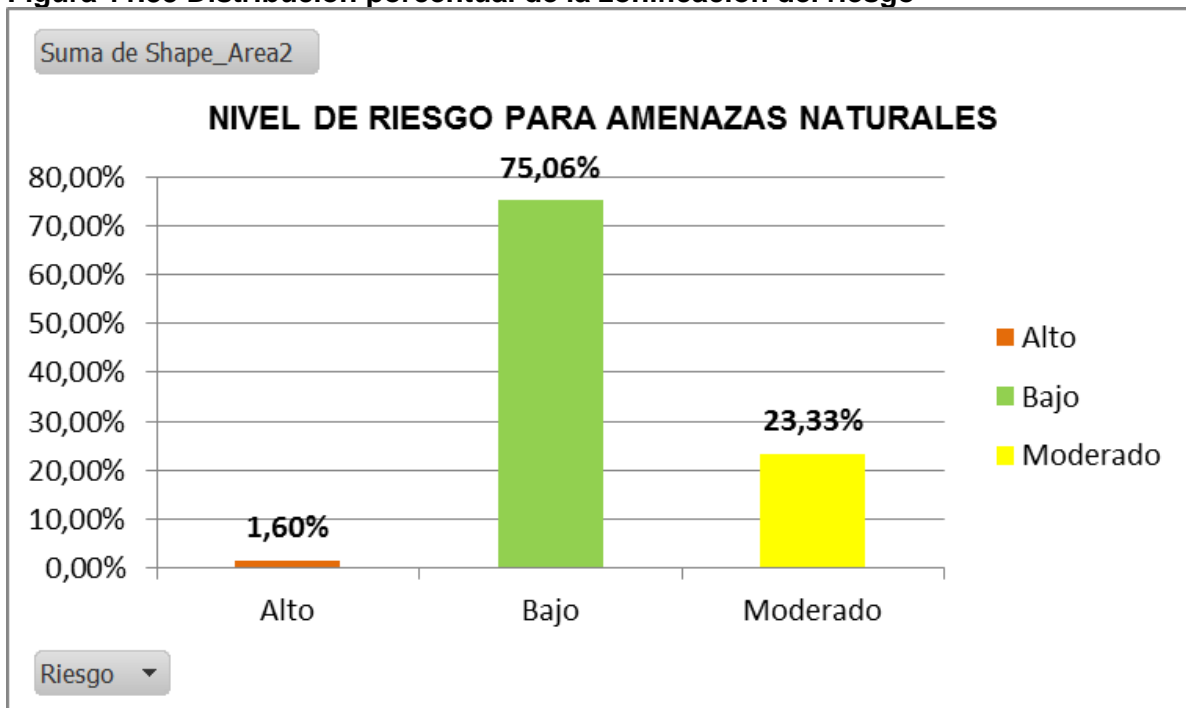
**Figura 11.32 Distribución del riesgo para amenazas naturales de la UF2**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)



**Figura 11.33 Distribución porcentual de la zonificación del riesgo**



Fuente: (Aecom - ConCol , 2017)

El análisis de los resultados que se presenta para las amenazas naturales evaluadas (geotécnica, sísmica, avenida torrencial, tormentas eléctricas e incendios forestales) corresponde para el Proyecto: Corredor 4G Pamplona-Cúcuta Unidad Funcional 2.

En la distribución porcentual de riesgo para el área de influencia del proyecto se determina que el 75,06% corresponde a la categoría baja y el 23,33% a categoría de riesgo moderado, asociado al riesgo que se pueda generar principalmente por tormentas eléctricas, amenaza geotécnica e incendio forestal (demarcada en los polígonos con probabilidad baja a moderada de ocurrencia de los eventos amenazantes). Para esta categoría de riesgo se debe tener en cuenta la importancia que cumple la vulnerabilidad, en la medida que refleja solo unos pequeños polígonos con categorías alta y muy alta que corresponde principalmente a las áreas ambientalmente sensibles. Siendo así, al cruzar la amenaza por las categorías más críticas o las más representativas con la vulnerabilidad se obtiene niveles bajos y moderados de riesgo.

La amenaza de avenidas torrenciales, por la susceptibilidad que presenta por las pendientes en la zona, se cataloga en categoría alta en los drenajes principales. Sin embargo, como riesgo se reduce la categoría a moderada y baja. Para el caso de sismicidad se evaluó dentro de la amenaza geotécnica como factor detonante, esto se debe a que la amenaza como tal tiene una categoría alta para toda el área de influencia y puede enmascarar el riesgo de las otras amenazas. La geomorfología de la zona cumple un papel importante en la medida que no permite que la amenaza de inundación presente un nivel de riesgo alto.

En conclusión, las características propias de la vulnerabilidad en el área de estudio

determinan las áreas de riesgo de nivel alto que corresponden al 1,60% y que se define por zonas ambientalmente sensibles por sus características propias de la zona que al estar en exposición a la amenaza de incendios forestales refleja unas áreas sensibles de atención en el área de influencia y en una proporción muy reducida dentro del área de intervención (Figura 11.32).

- Aceptabilidad del nivel de riesgo

Los riesgos tienen un rango de aceptabilidad, en la Tabla 11.48 se describen los rangos propuestos para implementar en la vía. La valoración dada a los niveles de riesgo se describe a continuación:

- i. **Muy 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 esta vulnerabilidad generalmente son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno.
- ii. **Bajo:** 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.
- iii. **Medio:** Se presentan riesgos que dependen de la ejecución del proyecto (endógenos), siendo controlables a través de planes internos. 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.
- iv. **Alto:** Corresponde a riesgos por fenómenos naturales o situaciones de orden público, que no dependen en su totalidad de la ejecución del proyecto. Las consecuencias de los eventos son controladas principalmente a través del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Contingencia. Se ocasionan daños y pérdidas que pueden afectar el normal desarrollo del proyecto.
- v. **Muy Alto:** Se presenta debido a la situación política y social del país, por eventos exógenos o endógenos y por fenómenos naturales de gran magnitud, difícilmente previsibles, o cuyos efectos no son controlados por los diseños. Las consecuencias se pueden controlar a través del Plan de Contingencia. Los daños y pérdidas ocasionados pueden afectar considerablemente el desarrollo y ejecución del proyecto.

**Tabla 11.48 Rangos de aceptabilidad del riesgo**

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
<b>MUY BAJO</b>	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones pre operacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas.	No requiere procesos adicionales a las buenas prácticas.	No requiere procesos adicionales al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales.	No requiere procesos adicionales a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo.
<b>BAJO</b>	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.	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.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	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.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo.
<b>MUY ALTO</b>	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 contingencias y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.		Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de contingencias y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Adicional a contar con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Las medidas establecidos para responder a los diferentes escenarios de riesgo comprendidas en esta sección son sugeridas, deben ser revisadas y acotadas de acuerdo a las necesidades determinadas previo al proceso constructivo y operativo de la vía.

- Condiciones que tienden a disminuir la exposición del proyecto a riesgos endógenos y exógenos

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. De esta forma, por ejemplo para la operatividad de la vía, se tuvo previsto en el diseño los parámetros requeridos para garantizar que dependiendo del grado de maniobrabilidad en la vía se genere el menor grado de accidentalidad.

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. La capacitación del personal en temáticas de seguridad industrial y salud ocupacional para diferentes actividades de construcción, operación y mantenimiento.
- ii. Capacitación del personal en atención de emergencias.



- iii. Conformación de brigadas para la atención de emergencias.
- iv. Desarrollo de simulacros y establecimiento de procesos de mejora continua con relación a la atención de emergencias.
- v. Contar con recursos (técnicos, financieros, físicos) adecuados para la prevención y atención de emergencias.
- vi. 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.
- vii. Patrones de conducción y transporte de materiales.
- viii. Mantenimientos preventivos y correctivos.
- ix. Procedimientos de identificación de equipos en mantenimiento y disponibilidad operativa de los mismos.
- x. Gestión con entes de asistencia a emergencias de centros poblados cercanos que brinden una atención rápida a una eventual emergencia.
- xi. Limitar la presencia de personas entre trabajadores y visitantes, lo que disminuye la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro.

#### 11.1.3.5 Reducción del riesgo

Dentro de las opciones que permiten dar solución a las prioridades para la implementación del tratamiento del riesgo relacionada como las medidas de reducción del riesgo actual, a través de medidas técnicas estructurales y no estructurales se contempla el establecer obras, medidas y actividades para la prevención y restauración de la estabilidad geotécnica de los taludes de corte y relleno que se generen durante la etapa de construcción de la vía, en los derechos de vía y en los sitios críticos en general partiendo del análisis de riesgos valorado para el presente estudio.

De esta manera es importante señalar que el planteamiento de estructuras que permitan reducir el riesgo por eventos geotécnicos o avenidas torrenciales se presenta en el Plan de Manejo Ambiental específicamente en el **numeral 11.1.1.1 Programa de Manejo del Suelo; Subprograma: Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica PMF-01.**

#### 11.1.3.6 Protección financiera

Del análisis de riesgo realizado y de las medidas de reducción del riesgo, se destaca lo siguiente:

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.

### **11.1.3.7 Manejo del riesgo**

#### **11.1.3.7.1 Plan Estratégico**

- Objetivos del Plan de Contingencias
- Objetivo general

El presente Plan de Contingencia 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 Contingencias:

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

- Alcance del plan de contingencias

El presente Plan de Contingencia tiene como alcance las áreas donde se desarrollen las actividades del proyecto pre-constructivas, constructivas y operativas comprendidas en el proyecto, el cual tiene como objeto principal generar la construcción del Corredor 4G Pamplona – Cúcuta.

#### **11.1.3.7.2 Estructura de respuesta**

- Clasificación de las emergencias

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.

- 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.
- 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.
- 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.

- Estructura básica para el comando de las emergencias

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):

- El sistema debe ser organizacionalmente flexible, con el fin de satisfacer las necesidades de cualquier tipo y magnitud del incidente.
- 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.

- 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.
- El sistema debe ser costo efectivo.

- Estructura organizacional y asignación de responsabilidades en caso de emergencia

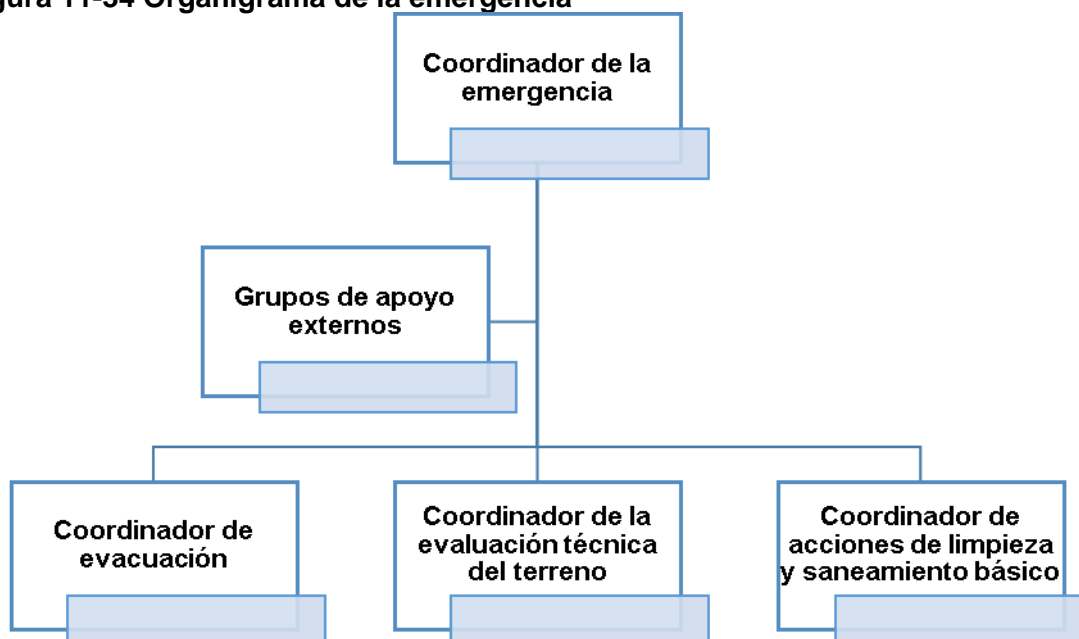
El equipo para atención de emergencias estará conformado por el personal que labore en las actividades del proyecto.

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 contingencia deberá estar integrada por los máximos representantes de cada frente de trabajo, quienes tienen la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del plan, asegurando los medios administrativos, técnicos y financieros para su implementación, mantenimiento, puesta en marcha y seguimiento.

A continuación en la Figura 11-34 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 11-34 Organigrama de la emergencia**



Fuente: Unión vial Río Pamplona, 2017.

- Funciones de los coordinadores de emergencia



- Coordinar las acciones preventivas, de atención y restauración contenidas en el plan de contingencias.
- Mantener actualizada 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.
- Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la brigada.
- 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
    - Realizar inspecciones periódicas al estado de las obras estructurales para mitigación de los procesos de inundación.
    - Realizar inspecciones periódicas al estado de la zona, con el fin de identificar pisos agrietados, arboles inclinados o desprendimiento de suelo.
    - Participar en capacitación y simulacros.
    - Reportar condiciones inseguras y/o comportamientos de la persona en el desempeño de su cargo.
    - Identificar ruta de evacuación y sistemas de alarma.
  - Durante
    - Evaluar el evento y su magnitud.
    - Accionar el sistema de emergencia, según el evento presentado.
    - Determinar la necesidad de evacuar al personal vinculado, hacia el punto de encuentro o zona segura.
    - Informar a las entidades de apoyo a nivel local, municipal o departamental, dependiendo de la magnitud del evento.
    - Controlar la emergencia mediante los Procedimientos Operativos Normalizados (PON), hasta donde su seguridad no se exponga.
    - Conservación de bienes, hasta donde su seguridad no se exponga.
  - Después
    - Evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas al regresar a su área.
    - Identificar posibles puntos de contaminación.
    - Dar prioridad y coordinar la búsqueda de personas que no se encuentren en el punto de encuentro o que estén atrapadas.
    - Verificar y restringir el ingreso de personas y vehículos a la zona, exceptuando grupos de apoyo, quienes ingresarán debidamente identificados.
    - Participar en la evaluación del evento, por medio de informe detallado del evento, respuesta generada e impactos resultantes por el fenómeno.
    - Reacondicionamiento de equipos y áreas.

- Evaluar en conjunto con el Coordinador de Contingencias y grupos de apoyo interno la efectividad del plan de contingencias.

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:

- Definir si se suspenden actividades.
- Determinar si es necesario evacuar total o parcialmente las instalaciones.
- Si se ha evacuado, determinar si se puede regresar a las instalaciones a continuar la labor.
- 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.
- Investigar y generar planes de acción de las emergencias presentadas.
- Realizar reuniones cuando haya cambios significativos que afecten el plan de emergencia o al finalizar una emergencia real.

– Recursos para la atención de emergencias

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

▪ Recurso humano entrenando

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

▪ Recurso físico

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

- Extintores portátiles multipropósito (ABC), de agua a presión y/o Solkaflam, los cuales deberán estar ubicados en los lugares en donde exista riesgo de conato de incendio.

- Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado en los lugares con probabilidad de generación de derrames.
- En caso de trabajo nocturno, es necesario contar con una torre luminaria, la cual deberá encontrarse en buen estado, tanto para el trabajo a realizar como para la atención de una contingencia.
- Señalización. Dependiendo de la fase del proyecto, se tendrá una señalización básica informativa en caso de emergencias, para el personal que labore en la Concesionaria, como:
  - Evacuación y salvamento en ruta de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro.
  - Indicación de clase de vehículos, dirección, grado de pendiente, velocidad máxima permitida, lugares con probabilidad de remoción en masa, paso a nivel y almacenamiento de combustible en sitios de circulación vehículos.
  - Prohibición (“no fumar”, y de ingreso restringido a las áreas).
  - Advertencia de peligro (riesgo de explosión, incendio, zonas críticas de remoción en masa).
  - Elementos de protección personal de uso obligatorio según el área.

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.

La estrategia de información dirigida a las comunidades del AID del proyecto va dirigida en dos sentidos: a informar acerca del Plan de Contingencias y a recibir la retroalimentación que puedan proporcionar las comunidades con el objeto de fortalecer dicho Plan, todo esto para prevenir, mitigar y responder de la manera más oportuna y adecuada frente a los casos de emergencia que pudiesen ocurrir.

Las actividades a desarrollar serían, en primera instancia:

- Identificación de las comunidades localizadas en el área de influencia del proyecto y que pudieran verse afectadas en caso de algún incidente.
- Establecer contacto con comunidades susceptibles de afectación que permita establecer la identificación de los líderes sociales o comunitarios con quienes se pueda interactuar de manera permanente y se conviertan en los voceros de información en casos de emergencia. De la misma manera, identificar los representantes por cada vivienda.
- Identificación de características y requerimientos especiales de la comunidad que requieren un manejo diferenciado en las emergencias, como pueden ser la

presencia de animales domésticos o ganado, condiciones precarias de salud, personas en condición de incapacidad, población vulnerable, entre otros.

Las actividades asociadas al proceso informativo:

- Realización de encuentros con las comunidades del AID donde no solo se dé a conocer el Plan de Contingencia sino donde se reciba la retroalimentación a dicho Plan por parte de las comunidades, valorando su conocimiento del territorio.
- Llevar a cabo reuniones informativas y de coordinación con autoridades locales y autoridades ambientales locales y regionales.
- Utilizar medios de comunicación (Ej.: radio, reuniones abiertas) para divulgar acerca de programas de respuesta a emergencias dirigido a comunidades vecinas a las del área de influencia directa.
- Estrategia de información a las brigadas de emergencia

Esta estrategia va dirigida a fortalecer las destrezas y la capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia como grupos operativos, por lo que se debe hacer énfasis en capacitaciones, entrenamientos y realización de simulacros.

En el desarrollo de estas prácticas se debe hacer énfasis en el desempeño del personal, en las acciones de control en relación con la cadena de mando, y el esquema de comunicación definido, con el objeto de verificar la efectividad y coherencia de los mecanismos propuestos.

Se propone realizar las capacitaciones y entrenamientos a las brigadas de emergencia antes del inicio de cada etapa del proyecto.

- 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.

Esto con el objetivo de determinar el nivel de preparación para emergencias de un área o de la empresa en general, evaluando la respuesta de los ocupantes, las características de las rutas y puntos de encuentro, así como el nivel de organización para la respuesta, la cantidad y calidad de recursos disponibles.

Para el desarrollo de los simulacros se deberá contar con el Plan de evacuación. Es un documento en el cual a partir del conocimiento de los Riesgos y sus efectos sobre la población y su entorno, a fin de determinar el procedimiento seguro, es decir, aquellas actividades, procedimientos y acciones destinadas a la protección de los ocupantes.

Es necesario considerar, que los ejercicios de evacuación deben realizarse en el escenario real, para lograr el manejo adecuado de los equipos de prevención y auxilio (alarmas, extintores, hidrantes, etc.); conocer los sitios de reunión y zonas de menor riesgo; las rutas



alternas de evacuación y para cualquier otra acción preparatoria (incluso la toma de los tiempos de recorrido).

También se recomienda la realización periódica de ejercicios de evacuación, con todo el personal de las áreas, para corroborar la eficacia del Plan de Emergencia o bien, conocer las deficiencias existentes para asegurar el óptimo desempeño de las acciones a realizar en casos reales, así como incluir las modificaciones necesarias.

Para las evacuaciones en instalaciones se debe desocupar ordenada y planificada mente un lugar y es realizado por los ocupantes por razones de seguridad ante un peligro potencial o inminente.

El concepto de evacuación también incluye el desplazamiento de bienes y/o documentos (valores) de vital importancia para la empresa o irrecuperable ante un incidente.

El principal objetivo que pretende alcanzar es el de evitar pérdidas humanas por lo que para lograrlo se debe cumplir con los siguientes elementos a tener en cuenta:

- Organizada.
- Rápida.
- Oportuna.

Los casos en los cuáles se debe realizar una evacuación se nombran a continuación:

Sismos.  
Deslizamientos de tierras.  
Incendios  
Explosiones.  
Inundación.  
Contaminación y/o Materiales peligrosos.  
Orden Público.

Un simulacro de evacuación es "La representación de una respuesta de protección ante una emergencia". Durante el ejercicio se simulan diversos escenarios, lo más cercanos a la realidad, con la finalidad de probar y preparar la respuesta más eficaz ante eventuales situaciones reales de perturbación.

El principal objetivo de los simulacros es lograr que el personal de la empresa practique las acciones previstas para realizar una evacuación con óptimo desempeño, de modo que se generen y consoliden los hábitos correctos de respuesta.

Los simulacros, son el medio por el cual se revisan las políticas y procedimientos establecidos para los casos de emergencia; con ellos debe probar que lo planeado resulta sencillo y eficiente. Es posible que los simulacros revelen deficiencias, las cuales puede remediarse durante una situación de emergencia simulada, en lugar de tratar de encontrar soluciones durante una emergencia real.

Con el fin de generar la información necesaria para la realización de un simulacro, los responsables de su diseño y planeación determinarán el tipo de riesgo al que están

expuestos el personal, las instalaciones y el entorno. Según sea el tipo de riesgo, se orientará la operación de los Líderes de emergencias y guías de evacuación; ellos mismos supervisarán la ejecución de los ejercicios de simulacros para garantizar el debido seguimiento de lo planeado.

Adicional se deberán aplicar los siguientes principios:

- Responder a los propósitos establecidos en el Plan de Emergencia.
- Ser ejecutado con técnicas conocidas, personal entrenado y el equipo necesario.
- Realizarse dentro del tiempo establecido.
- Estar sujetos a las condiciones preestablecidas y cercanas a la realidad.
- Observar las variables del ejercicio de simulacro.
- No poner en riesgo a los ocupantes y a los grupos de respuesta que intervienen.

Otro de los propósitos básicos es la evaluación de las actividades, procedimientos y acciones, para ello se califica:

- La representación de una situación de emergencia, la cual está relacionada con los riesgos previamente identificados.
- La capacidad de respuesta de los grupos para actuar ante emergencias; así como su preparación para afrontar un verdadero estado de emergencia.
- Los tiempos preestablecidos o aproximados.
- La disponibilidad y operación de los recursos.
- El desarrollo de los procedimientos planeados.

De esta forma se observa que, los simulacros tienen como finalidad incrementar en las personas la confianza en su capacidad de respuesta para conservar la vida y enfrentar las situaciones psicológicas negativas como rechazo, pánico, etc. Minimizar los daños, al reducir los factores de ignorancia, sorpresa y novedad que son resultado de situaciones de emergencia reales causadas por diversos fenómenos o agentes perturbadores.

Dentro de los tipos de simulacros que se pueden desarrollar se nombran los siguientes:

- Avisados
- No avisados
- De área
- General
- Operativos
- De escritorio
  - Etapas de un simulacro
- Planeación

Las planeaciones de los ejercicios de evacuación requieren del total conocimiento de: las características físicas de las instalaciones (número de niveles, uso, tipo y materiales, equipos, tipo de accesos, etc.); de la zona donde se ubica (vías y condiciones especiales); de los espacios abiertos en el entorno (jardines, estacionamientos); de las edificaciones vecinas, así como la actividad que se realizan en estas; de los riesgos que, por razones de

ubicación geográfica, se encuentra expuesta la región.

En esta etapa se deberá incluir una secuencia de eventos y horarios, se crearán situaciones de sorpresa durante el mismo. Esta etapa incluye: A. Metas, B. Participantes, C. Escenarios y D. Formatos de observación y evaluación.

#### A. Metas

Para cumplir con los alcances previstos en la realización de un simulacro se consideran los siguientes puntos:

- i. Usos de la edificación: actividades que se realizan en la empresa.
- ii. Tipo de simulacro: con previo aviso y sin aviso. Para realizar un simulacro con previo aviso, se hace una campaña de difusión tanto verbal como escrita. En la escrita, se indica cuáles son las acciones que se deben realizar, según lo acordado en la reunión de coordinación, al escuchar el sistema de alarma.
- iii. Planeación del simulacro: se plantea y estudia el escenario, para lo cual se utilizan los planos de la empresa con sus respectivos niveles en donde se indican las rutas de evacuación, salidas de emergencia, zonas de encuentro y de menor riesgo.
- iv. Distribución de los guías de evacuación: los guías se ubican en los puntos acordados, durante el simulacro de escritorio, ayudándose con los planos del edificio

#### B. Participantes

Se incluye al personal de la empresa, contratistas y visitantes. Se definen las funciones, recursos y responsabilidades de cada miembro del Comité de emergencias. Además del personal de la empresa, es necesaria la participación, durante el simulacro de un observador externo, el cual evaluará la realización del evento.

#### C. Escenarios

Los escenarios deben presentar diferentes grados de dificultad para valorar la capacidad de respuesta ante diversas situaciones. Para el diseño de los escenarios, se hacen recorridos de reconocimiento por las áreas de operación del simulacro. Para ello se consultan los planos, con el fin de señalan las rutas de evacuación, salidas de emergencia, la ubicación de las zonas con menor posibilidad de rescate, los equipos de seguridad, los puntos de encuentro y de menor riesgo, entre otros.

Recomendaciones especiales para dar realismo al simulacro:

- i. Sonidos especiales.
- ii. Suspensión de energía eléctrica.
- iii. Uso de pañuelos mojados.
- iv. Fuego real en una zona segura o fuera del edificio.
- v. Traslado en ambulancia.
- vi. Simulación de heridos (atención especial a enfermos cardiacos)
- vii. Desplazamiento de personas por escaleras con los ojos vendados.

- viii. Fingir pánico o desmayos.
- ix. Apoyo a minusválidos.

#### D. Formatos de observación y evaluación

Dentro de las actividades de planeación es necesario contar con formatos para calificar los procedimientos, la revisión y la actualización del Plan después de la primera realización, así como de los subsecuentes simulacros. Otro formato es el elaborado por el ó los observadores externos. Los formatos serán revisados durante la evaluación del simulacro.

#### - Preparación

En la organización del propio simulacro, es necesario que los brigadistas conozcan a la perfección sus instalaciones y el equipamiento con que cuentan, así como sus funciones y responsabilidades, las instrucciones y las acciones a seguir, la toma de decisiones, la conducción de personas hacia puntos encuentro o zonas de menor riesgo, etc. En esta segunda etapa se tienen: A. Elaboración del escenario, B. Ejercicio de escritorio y C. Difusión.

#### A. Elaboración del escenario

Se debe indicar las funciones de cada integrante del grupo. Es necesario que cada guía conozca los procedimientos que tiene que ejecutar, los equipos de emergencia con los que se cuenta, los sitios de reunión y conductas que deberán adoptar; los apoyos internos y externos, bomberos, Cruz Roja, policía, etc., ya que podría ser necesaria su intervención. Previo a la realización del simulacro, todos los participantes deberán ser informados sobre las conductas a seguir, tales como esperar las órdenes del jefe de área y/o Jefe de brigada, ubicación en los puntos de encuentro y abandono del área en el orden y con la rapidez que se les indique, etc. Las personas que no sigan las instrucciones de los guías ponen en riesgo su vida y la de los demás, entonces deberán responsabilizarse de sí mismas, permaneciendo o abandonando el área, ya que, al no colaborar durante una evacuación en el momento oportuno, las consecuencias pueden ser fatales.

#### B. Ejercicio de escritorio

Para este punto, se debe realizar una reunión de coordinación con la participación de los guías de evacuación y el responsable del simulacro, para describir y comentar las diferentes actividades que les corresponde realizar a cada uno de los integrantes, así como su ubicación.

#### C. Difusión

Dependiendo del tipo de simulacro a realizar, y de acuerdo con su programación (con o sin previo aviso), debe informarse sobre su realización a las áreas vecinas, que pudiera sorprenderse o afectar la realización del simulacro, esto se hace con la finalidad de obtener mayor cooperación y apoyo y disminuir riesgos.

#### - Ejecución



Incluye a todo el personal del área en la cual están informados y sensibilizados para colaborar. Consiste en llevar a la práctica:

A. Planeación y acuerdos convenidos en el ejercicio de escritorio:

- i. Aplicación de lineamientos, procedimientos y normas establecidas.
- ii. Consecución de los objetivos del ejercicio.
- iii. Solución de los problemas imprevistos derivados de la emergencia simulada.
- iv. Actuación oportuna y eficiente.
- v. Empleo adecuado de los recursos existentes y medios asignados.
- vi. Aviso a los ocupantes del inmueble.
- vii. Selección de un mecanismo de alarma claramente identificable para evitar confusión.
- viii. Proporcionar material impreso a los visitantes, para informarlos sobre las acciones a seguir.

B. Periodicidad de los ejercicios

- i. Zona de alto riesgo: uno cada mes.
- ii. Zona de riesgo medio: uno cada tres meses.
- iii. Zona de bajo riesgo: uno cada seis meses.

C. Verificación del proceso de evacuación:

Cada jefe de área tiene la responsabilidad de que su área quede totalmente desalojada, corroborando que el equipo y maquinaria sean desconectados si la atmosfera es segura, y en su caso cerradas las llaves de gas, además de verificar que todos los ocupantes del área se encuentren en las áreas de menor riesgo.

D. Vuelta a la normalidad.

El personal de grupo de guías de evacuación se encargará de efectuar una revisión de las instalaciones después de haber pasado la emergencia, con el objeto de brindar mayor seguridad y protección a los evacuados, procediendo entonces a dar la indicación de reingreso al área.

- Evaluación

Una vez finalizado el simulacro, deben reunirse los integrantes de la brigada con el propósito de evaluar la realización del mismo y consolidar tanto los aciertos, como corregir fallas, apoyándose en los resultados entregados por los evaluadores del ejercicio.

Otros aspectos importantes dentro de esta etapa son: la elaboración de un Informe de Evaluación, realizado por escrito y con los criterios de evaluación correspondientes a la respuesta esperada; actualizar el Plan de Emergencia, debido a que la social dinámica, hace variar frecuentemente el medio, el cual presentará características diferentes con el tiempo.

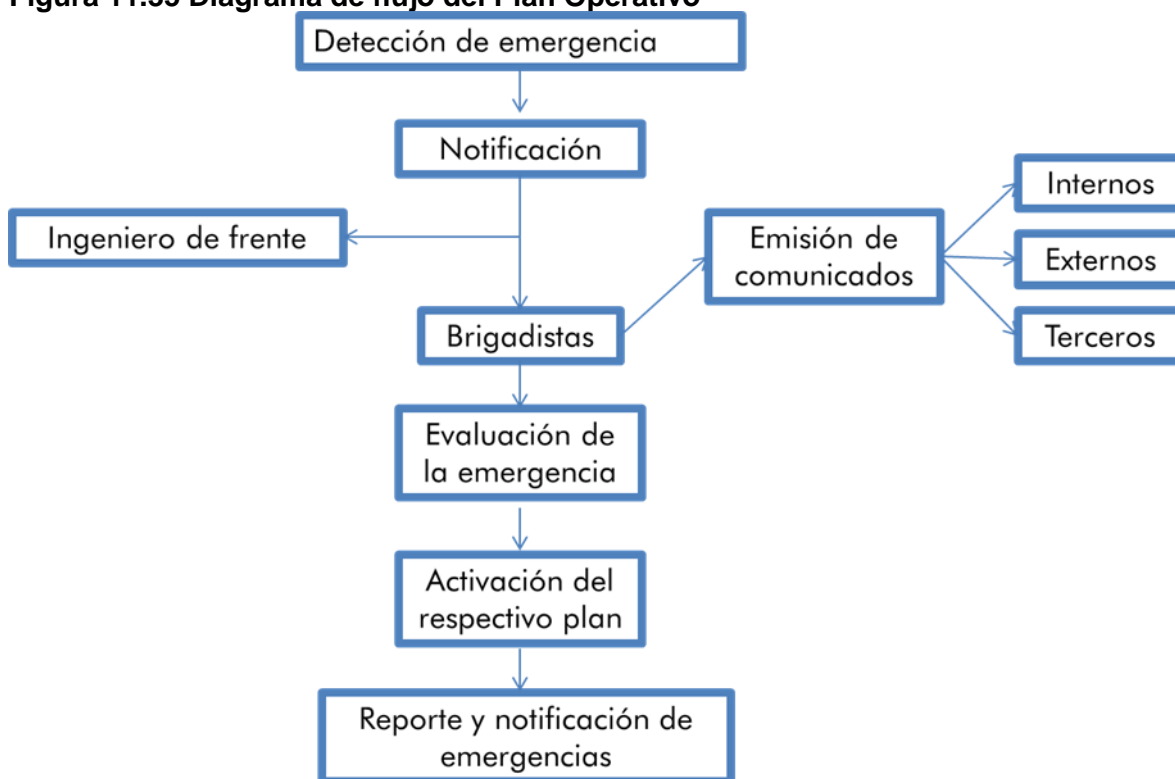
Antes cualquier cambio, es necesario realizar los ajustes pertinentes para mejorar los

planes ya establecidos e integrarlos al Plan de Emergencia.

### 11.1.3.7.3 Plan operativo

En la Figura 11.35 se presenta un diagrama de flujo del Plan Operativo, el cual establece las acciones de atención en caso de las potenciales emergencias evaluadas en el análisis de riesgos; así mismo, de los PON (procedimientos Operativos Normalizados), los cuales presentan con mayor nivel de detalle las instrucciones y acciones específicas a seguir durante una emergencia. Es importante determinar los medios físicos y humanos requeridos para responder oportunamente, de tal manera que se asegure la protección de vidas humanas, la reducción de impactos ambientales, los costos del proyecto por retrasos o daños materiales o accidentes operacionales y la recuperación de las condiciones normales.

**Figura 11.35 Diagrama de flujo del Plan Operativo**



Fuente: Unión vial Río Pamplonita, 2017.

- Notificación, evaluación y activación del plan

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 Contingencia 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

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.

- Procedimientos Operativos Normalizados (PON)
  - PON Incendio y explosión
    - i. 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.
    - ii. 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. Toda las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en

el plan de emergencia y contingencia.

iii. 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)

i. 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 técnico-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.

ii. 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 decidirán 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. Toda las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

iii. 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))

i. 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.

ii. 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. Toda las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.
  - iii. 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
  - i. Antes de la emergencia
    - a. Sensibilización en riesgo de los Materiales Peligrosos.
    - b. 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.
    - c. 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.
    - d. El personal de producción o almacenamiento debe contener este producto en recipientes adecuados y de material compatible con el mismo.
    - e. El responsable del almacenamiento debe fabricar diques o en su defecto tener material para absorber, contener o confinar la sustancia derramada.
    - f. El área responsable debe realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones.
    - g. 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.
    - h. El área de Seguridad y Salud en el trabajo establecerá contacto con grupos y centros de apoyo para trabajo en conjunto en la emergencia.
  - ii. Durante la emergencia
    - a. Personal responsable del área o trabajo detecta la fuga o derrame, se da aviso al jefe, líder de brigada primaria, este informa al administrador de emergencia con este paso se activa el plan de emergencia.
    - b. El personal del frente de trabajo de acuerdo a los riesgos del producto evacuará y asegurará el área.
    - c. El líder de la brigada primaria analizará la escena y decidirá el procedimiento de

control, siempre y cuando tenga la capacidad teniendo en cuenta la seguridad de sus brigadistas.

- d. El administrador estará en comunicación constante y si se requiere toma el mando y desplaza la brigada de apoyo al sitio, puede también pedir ayuda de los organismos externos.
- e. Establecido el plan, se siguen los Roles de cada responsable, se verifica la evacuación, se estiman los daños sin intervención, se constituyen respuestas, se implementa la mejor Opción, se desarrolla y se evalúa, (proceso D.E.C.I.D.E.)
- f. Se deberá realizar lo establecido en el anexo 4 (Plan de Contingencias de Sustancias Químicas) si aplica según el diagnóstico de la emergencia.

iii. 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

i. 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.

ii. 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. Toda la actividad se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en el plan de emergencia y contingencia.

iii. 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

i. 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.

ii. Durante la emergencia

- a. Se activara la alarma de emergencia por parte del personal encargado.
- b. Se activara 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. Toda las actividades se realizan de acuerdo a roles y funciones establecidas en



el plan de emergencia y contingencia.

- iii. 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
  - i. 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.
  - ii. Durante la emergencia
    - a. Conserve la calma y entregue lo que le soliciten, evite ser lesionado.
  - iii. Después la emergencia
    - a. Establecer contacto con la policía.
    - b. Denuncie el hecho.
- PON Movimientos sísmicos
  - i. Antes de la emergencia
    - a. El área de Seguridad y Salud en el trabajo y el área de Operaciones, revisara 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..
  - ii. 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 pre establecidas siempre y cuando sean seguras, de lo contrario el líder de la brigada primaria puede modificar el sitio de refugio.
- iii. 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 solicitara 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
    - i. 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.
- ii. Durante la emergencia
- a. Se evacua 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.
- iii. Después la emergencia
- a. Verificar la estabilidad de los taludes.
  - b. Mantener la señalización vial adecuada en el área afectada si es necesario.
  - c. Garantizar ayudas manuales (Auxiliares de tráfico si es necesario)
  - d. El líder de emergencia realiza la evaluación de la escena y procede a organizar la Brigada 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 analiza y toma 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 realiza 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.
- iv. 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.





v. Alarma

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:

- Fenómenos de remoción en masa
- Deslizamientos y hundimientos del terreno inducidos
- Sismo y/o terremoto: la evacuación se efectuará una vez finalizado el movimiento telúrico
- Incendio o explosión
- Inundación
- Tormenta eléctrica
- Avalanchas
- Amenazas de tipo social

En la pauta de actuación durante la evacuación, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Suspender la actividad que se está realizando
- Abandonar de forma ordenada el área
- Aislar la zona del evento
- 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 ésta.
- 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.
- 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 de mejoramiento. Para definirlos se tendrá en cuenta: que sean de fácil acceso para todo el personal del frente e trabajo; que durante su recorrido y permanencia el personal no esté expuesto a riesgos significativos; y que sean divulgados y conocidos por todos los trabajadores.

### 11.1.3.8 Socialización y Comunicación

El plan informativo es la recopilación sencilla y ordenada de la información requerida para la respuesta a situaciones de emergencia. Garantiza la optimización de los recursos de personal, equipos y otros recursos necesarios para afrontar con éxito una emergencia. Este contiene:

- Manejo de la información

Durante toda la fase se tendrá la información relacionada con maquinaria, equipos y herramientas utilizadas (seguros, inspecciones, revisiones técnico mecánicas), así como las hojas de seguridad de los productos químicos empleados y el directorio del personal vinculado al proyecto.

Se garantizará que esta información sea de fácil acceso en el momento de una emergencia, con el fin de poder consultar cómo actuar.

- Número de emergencias

De acuerdo con la ubicación del proyecto, se tiene el siguiente listado de números de contacto por cada municipio donde se ejecutaran las diferentes actividades del proyecto (Tabla 11.49). De igual manera, la Concesionaria cuenta con un Centro de Control Operacional ubicado que se ubicara en el municipio de Pamplonita (Ruta Nacional 5505, PR 90+500).

**Tabla 11.49 Números de emergencia de entidades de apoyo externo en el departamento de Santander**

Entidad	Dirección	Teléfono de contacto
Gobernación de Norte de Santander	Cl. 15 #4-104, Cúcuta, Norte de Santander	71 05 90
Contraloría de Norte de Santander	Av. 5A #11-128, Cúcuta, Norte de Santander	835840
Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental	Calle 13 Av. El Bosque No. 3E-278 Barrio Caobos - Cúcuta - Norte de Santander	<u>5828484 Ext. 114</u>
Instituto Departamental de Salud	Avenida 0 - Calle 10 Edificio Rosetal Of. 301 - Cúcuta	(097) 5711319 EXT: 199
Procuraduría Regional	Avenida 4 No 10-46, centro comercial Plaza (piso 8) en la ciudad de Cúcuta	5829400
Defensa Civil Colombiana Seccional Norte de Santander	Calle 17 # 3 -26 La Playa - Cúcuta	5718547
Cuerpo de Bomberos	Av. 6, Cúcuta, Norte de Santander	5712255
Línea de emergencias	NA	144
<b>Municipio de Pamplona</b>		
Alcaldía municipal	Cra. 7 # 535, Pamplona, Norte de Santander	(5) 872 30 29
Bomberos Pamplona	Calle 11 N° 7-63 pasajes Florián.	(5) 872 30 29

Entidad	Dirección	Teléfono de contacto
ESE Hospital San Juan de Dios de Pamplona	carrera 9 No 5-01 Barrio Ursua	5682486
<b>Municipio de Pamplonita</b>		
Alcaldía municipal	Calle 3 # 2-08 Palacio Municipal	3204744339
Puesto de Salud	Calle 5 con Carrera 3	5684930

Fuente: Unión vial Río Pamplonita.

- Capacitaciones y entrenamiento

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:

- Plan de respuesta a emergencia
- Plan de Contingencias
- Evacuación
- Entrenamiento respuesta a derrames de sustancias peligrosas
- Seguridad vial (mecánica básica para vehículos de carga, retroexcavadora y vehículos livianos, manejo defensivo y primeros auxilios)
- Identificación de señales de fenómenos de remoción en masa
- Control de incendios para brigadistas
- Manejo de hojas de seguridad de los productos químicos (MSDS)

- Socialización

La socialización y comunicación se realizará con el fin de promover la conciencia del riesgo, la participación, la sensibilización, corresponsabilidad social y dar a conocer las estrategias definidas para atender el riesgo. Esta socialización y conocimiento se dará con la población y los entes territoriales del área de influencia del proyecto.

En la socialización se presentará los resultados del actual análisis de riesgo y se presentarán las estrategias de reducción y manejo del riesgo, de manera tal que permita generar claridad sobre este temático con la comunidad perteneciente al área de influencia.

- Revisión, evaluación y actualización del Plan

El plan de contingencias se revisará, evaluará o actualizará, teniendo en cuenta:

- Ocurrencia de eventos
- Cambios en las actividades o procesos del proyecto
- Adquisición o cambios en los elementos de atención para emergencias y/o sustitución de los mismos
- Resultados de los simulacros

- v. Adquisición de nuevos equipos
- vi. Cambios en la legislación colombiana
- vii. Cambios en las instituciones que prestan ayuda en el momento de una emergencia.