"MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23 DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ"

Análisis de Riesgos de Desastres de conformidad con lo establecido en el artículo 38 de la Ley 1523 de 2012, de acuerdo con la escala de diseño del proyecto

PROYECTO ELABORADO PARA:
MUNICIPIO DE PAIPA



CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

NIT: 900446925-7

MAYO DE 2025

Contactos:
Tel: (038) 747 4417
Cel: 318 683 5421 / 312411 3265
Calle 43 # 8a - 06 Tunja - Boyacá
www.appcontrolingenieria.com

LISTA DE CONTROL DE CAMBIOS

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23 DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ"
LOCALIZACIÓN:	**CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23**
No INTERNO:	INF-ANR-PAIPA
AREA:	TÉCNICA

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

	CONSULTORÍA	**SUPERVISOR**
CONTRATISTA	RODRIGO ALBEIRO MENDIVELSO Ingeniero Civil Esp. ambiental	JORGE EDWIN LÓPEZ TORRES Secretario de Infraestructura Pública y Movilidad
FIRMA		
FECHA	Mayo de 2025	Mayo de 2025

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

REVISIONES

ESTADO	**NOMBRE**	**FIRMA**
ELABORÓ	RODRIGO ALBEIRO MENDIVELSO Ingeniero Civil	
Vo. Bo. Supervisor	JORGE EDWIN LÓPEZ TORRES Secretario de Infraestructura Pública y Movilidad	

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCION 7

2. OBJETIVOS 8

2.1 Objetivo general 8
2.2 Objetivos específicos 8

3. ALCANCE DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES 9

4. CONCEPTOS SOBRE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y FENÓMENOS AMENAZANTES 10

5. MARCO NORMATIVO 12

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13

6.1 Ubicación 13
6.1.1 Ubicación administrativa 13
6.1.2 Descripción geográfica 14
6.2 Zona de estudio 16
6.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO 17
6.3.1 Tipología del terreno 17
6.3.2 Actividades de rehabilitación (pavimentación, drenajes, obras de contención, etc.) 17
6.4 ETAPAS DEL PROYECTO 17

7. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 19

7.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-NATURAL 19
7.1.1 Geotécnico 19
7.1.2 Suelos y usos del suelo 20

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS 28

8.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS....28
8.1.1 Amenazas exógenas....28
8.1.2 Amenazas endógenas....36
8.2 ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS....38
8.3 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA....39
8.4 ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD....41
8.5 EVALUACIÓN DEL RIESGO....42
8.5.1 Valoración de riesgos....42
8.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS....43

9. PLAN DE MANEJO DEL RIESGO DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO 44

9.1 ACCIONES PREVENTIVAS EN OBRA (MONITOREO DE TALUDES, CONTROL DE ESCORRENTÍAS)....44
9.2 SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA....45
9.3 IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL....46
9.4 PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS EN CASO DE DESASTRES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN....46
9.5 ARTICULACIÓN CON EL CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO 49
9.6 SISTEMA DE MONITOREO....49

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1. Mapa Zonas de amenaza NSR-10, para el municipio de Paipa.....30

Ilustración 2. Zonificación Sísmica Intensidad esperada en el municipio de Paipa.31

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Normativa legal vigente aplicable.....12

Tabla 2: Coordenadas del punto de inicio y fin de la estructura proyectada.....16

Tabla 3: Tipología de carreteras por terreno.....17

Tabla 4: Área de las coberturas de la tierra identificadas para el municipio de Paipa.....24

Tabla 5: Unidades de cobertura de la tierra más representativas para el municipio de Paipa.....26

Tabla 6: Clasificación de las amenazas.....28

Tabla 7: Registro de sismicidad histórica del Municipio de Paipa.....29

Tabla 8: Escenarios de ocurrencia de las amenazas identificadas.....38

Tabla 9: Ponderación y valoración del factor frecuencia e intensidad.....39

Tabla 10: Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad.....40

Tabla 11: Valoración de la amenaza.....40

Tabla 12: Resultados de la valoración de la amenaza.....41

Tabla 13: Criterios de verificación para el análisis de vulnerabilidad.....41

Tabla 14: Nivel de riesgo para el proyecto.....42

Tabla 15: Jerarquización de los riesgos para el proyecto.....42

Tabla 16: Principales elementos de seguridad vial.....46

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

1. INTRODUCCION

El presente informe contiene el Análisis de Riesgo de Desastres para el proyecto **"MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23 DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ"**. Este tramo vial representa una infraestructura estratégica para la conectividad de la zona.

Debido a las condiciones geográficas, climáticas y ambientales de la zona, la infraestructura vial proyectada podría estar expuesta a diversas amenazas naturales y antrópicas, tales como inundaciones y sismos, que podrían afectar su operación, durabilidad y seguridad.

Con base en la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 de 2017, que establecen el marco normativo para la gestión del riesgo de desastres en Colombia, este análisis busca identificar, evaluar y priorizar los riesgos asociados al proyecto, y proponer medidas de mitigación tanto estructurales como no estructurales, que permitan reducir la vulnerabilidad de la vía y proteger a los usuarios y a las comunidades circundantes.

Finalmente, este documento servirá como una herramienta clave para la toma de decisiones técnicas, sociales y ambientales, orientadas a la reducción del riesgo de desastres y al aseguramiento de la sostenibilidad y funcionalidad del corredor vial, desde su diseño hasta su operación.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Identificar los riesgos asociados al desarrollo del proyecto que tiene por objeto la elaboración de los **"MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23 DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ"**, para definir medidas de mitigación y prevención.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las amenazas que se pueden materializar durante el desarrollo del proyecto.
- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos que se presenten en el área donde se va a ejecutar el proyecto, basándonos en los factores de amenaza exógenos.
- Definir acciones en el proceso de manejo de desastre para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgo.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

3. ALCANCE DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES

El análisis de riesgo de desastres evaluará los impactos por remoción de masas, inundaciones, sismos e incendios que se pueden presentar en caso de que suceda alguna situación de riesgo durante el desarrollo del proyecto cuyo objeto es : **"MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23 DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ"**, el cual se encuentra localizado en el área urbana del municipio de Paipa, identificando puntos críticos, vulnerabilidad de la infraestructura existente y usuarios, proponiendo medidas de mitigación integradas. Además de incluir recomendaciones para sistemas de monitoreo y planes de emergencia.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

4. CONCEPTOS SOBRE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y FENÓMENOS AMENAZANTES

De acuerdo con el artículo 1 de la Ley 1523 de 2012 la gestión de riesgos de desastres es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. En ese sentido, la gestión del riesgo de desastres está compuesta por tres procesos, denominados conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, los cuales tienen a su vez una serie de subprocesos encaminados al cumplimiento de las funciones establecidas en el decreto 4147 de 2011.

Conocimiento del riesgo:

- Caracterización de escenarios
- Análisis y vulnerabilidad del riesgo
- Monitoreo del riesgo
- Comunicación del riesgo

Reducción del riesgo:

- Intervención prospectiva
- Intervención correctiva
- Protección financiera

Manejo de desastres:

- Preparación para la respuesta
- Preparación para la recuperación
- Ejecución de la respuesta
- Ejecución de la recuperación

De acuerdo con el artículo 4 de la Ley 1523 de 2012, el análisis y evaluación del riesgo implica la consideración de las causas y fuente del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades.

Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación. Por tanto,

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

el análisis del riesgo es el subproceso que permite cuantificar el riesgo a través de métricas apropiadas para la toma de decisiones en los procesos de reducción del riesgo y el manejo de desastres. Los análisis de riesgo tienen como objetivo estimar los niveles de daños y pérdidas económicas que pueden presentarse por la ocurrencia de diferentes fenómenos de origen natural y socio-natural, y la probabilidad de que dichos efectos se presenten.

Para ello es necesario contar con la información asociada a tres componentes: amenaza, exposición y vulnerabilidad.

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presenta con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Exposición: Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

5. MARCO NORMATIVO

Tabla 1: Normativa legal vigente aplicable

NORMA	CONTENIDO
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de desastres, SNPAD, direccionando la conformación de los planes de respuesta a emergencias.
Constitución política de Colombia 1991	Consagra los principios fundamentales de interpretación de cualquier otra norma (Asamblea Nacional Constituyente 1991).
Decreto 926 de 2010	Reglamento colombiano de diseño y construcción sismorresistentes (Presidencia de la República de Colombia, 2010).
Ley 1454 de 2011	Normas orgánicas de ordenamiento territorial (Congreso de la República de Colombia, 2011).
Ley 1523 de 2012	Política nacional para la gestión del riesgo de desastres (Congreso de la República de Colombia, 2012).
Ley 1575 de 2012	Ley general de bomberos de Colombia (Congreso de la República de Colombia, 2012).
Ley 1505 de 2012	Subsistema nacional de voluntarios de primera respuesta (Congreso de la República de Colombia, 2012).
Ley 1530 de 2012	Organización y funcionamiento del sistema general de regalías (Congreso de la República de Colombia, 2012).
Resolución 1450 de 2013	Por la cual se adopta la metodología para la formulación y evaluación previa de proyectos de inversión susceptibles de ser financiados con recursos del Presupuesto General de la Nación y de los presupuestos territoriales (DNP, 2013).
Decreto 308 de 2016	Plan Nacional de Gestión del riesgo de desastres (Presidencia de la República de Colombia, 2016)
Decreto 2157 de 2017	Planes de gestión del riesgo de desastres de entidades públicas y privadas (Presidencia de la República de Colombia, 2017).
Ley 1931 de 2018	Directrices para la gestión del cambio climático (Congreso de la República de Colombia, 2018).
Ley 1955 de 2019	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (Congreso de la República de Colombia, 2019).

Fuente: El estudio

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en implementar una estructura adecuada de pavimento, mediante la construcción, reforzamiento o reconstrucción de estructuras existentes en el corredor de la vía en estudio, con el fin de que se brinden mejores condiciones de paso de vehículos, garantizando la seguridad, accesibilidad para optimizar la movilidad de los usuarios que a diario transitan por el sector, con costos de operación bajos, siempre y cuando se garanticen actividades de mantenimiento rutinario y preventivo que prolonguen la vida útil de la estructura.

La formulación y estructuración de este proyecto surge como respuesta a la necesidad imperante de mejorar la infraestructura vial en la región. Esta vía, de vital importancia para la conectividad local, ha experimentado un deterioro progresivo que afecta la eficiencia del transporte, la seguridad vial y el desarrollo económico de la zona. La pavimentación de esta carretera no solo busca resolver problemas inmediatos, sino también sentar las bases para un crecimiento sostenible y una movilidad más fluida en la comunidad.

6.1 Ubicación

6.1.1 Ubicación administrativa

El municipio de Paipa se encuentra ubicado en el centro-oriente de Colombia, dentro del departamento de Boyacá, en la provincia de Tundama. Su cabecera municipal está situada a una altitud promedio de 2 525 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas aproximadas 5°46′ N de latitud y 73°07′ O de longitud. Limita al norte con los municipios de Duitama y Santa Rosa de Viterbo, al sur con Tuta y Siachoque, al oriente con Tibasosa y Santa Rosa de Viterbo, y al occidente con los municipios de Cultiva y Firavitoba.

Paipa se encuentra a aproximadamente 39 km de Tunja, la capital departamental, y a 185 km de Bogotá D.C., con fácil acceso por la vía nacional que comunica Bogotá con el norte de Boyacá y Santander. Su ubicación estratégica la convierte en un punto de conexión turística y comercial en el corredor central del departamento.

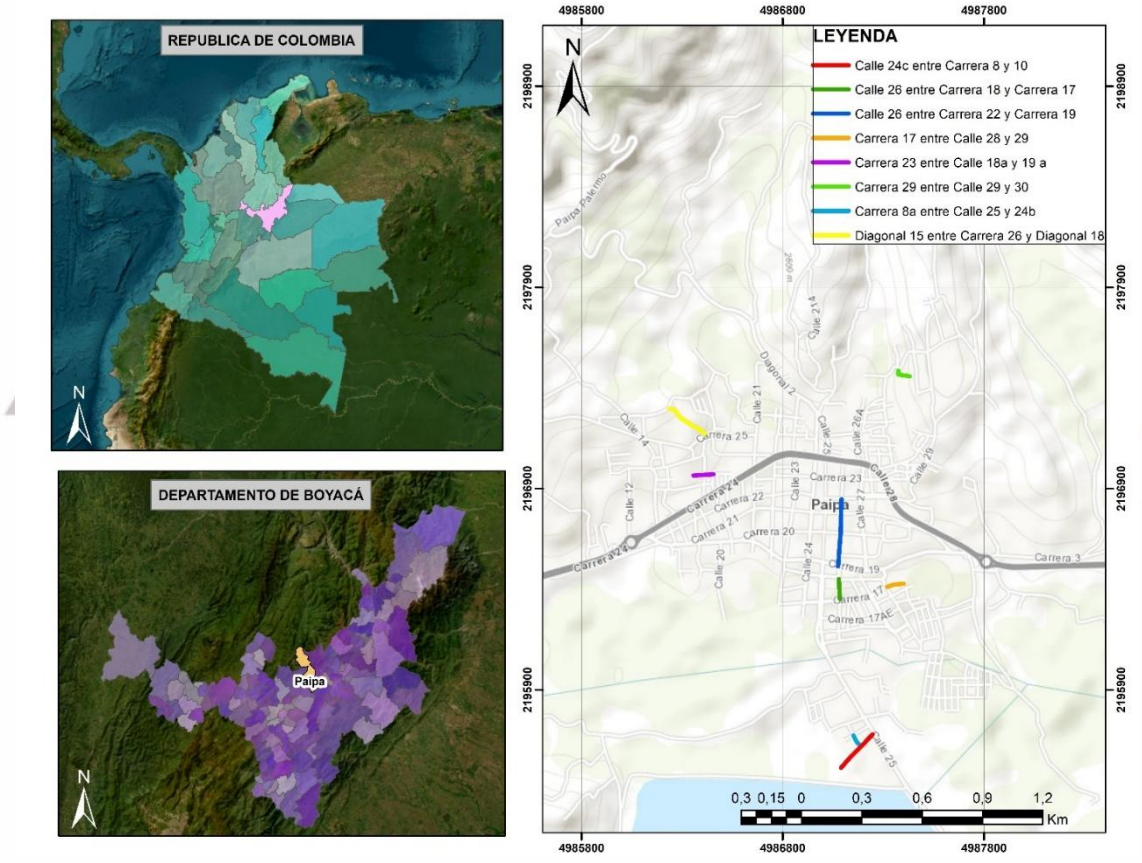
El territorio municipal abarca una superficie aproximada de 310 km², con un relieve predominantemente montañoso, intercalado por planicies, lagunas y fuentes hídricas, entre las que destaca el Lago Sochagota.

6.1.2 Descripción geográfica

REGIÓN: ANDINA
DEPARTAMENTO: BOYACÁ
PROVINCIA: TUNDAMA
MUNICIPIO: PAIPA
TOPOGRAFÍA: Ondulada
VÍAS: Urbanas
CLIMA: Templado 14°C.
ALTITUD: 2525 m.s.n.m.

En el **Esquema 1** y en el **Esquema 2**, se muestra la ubicación general del proyecto.

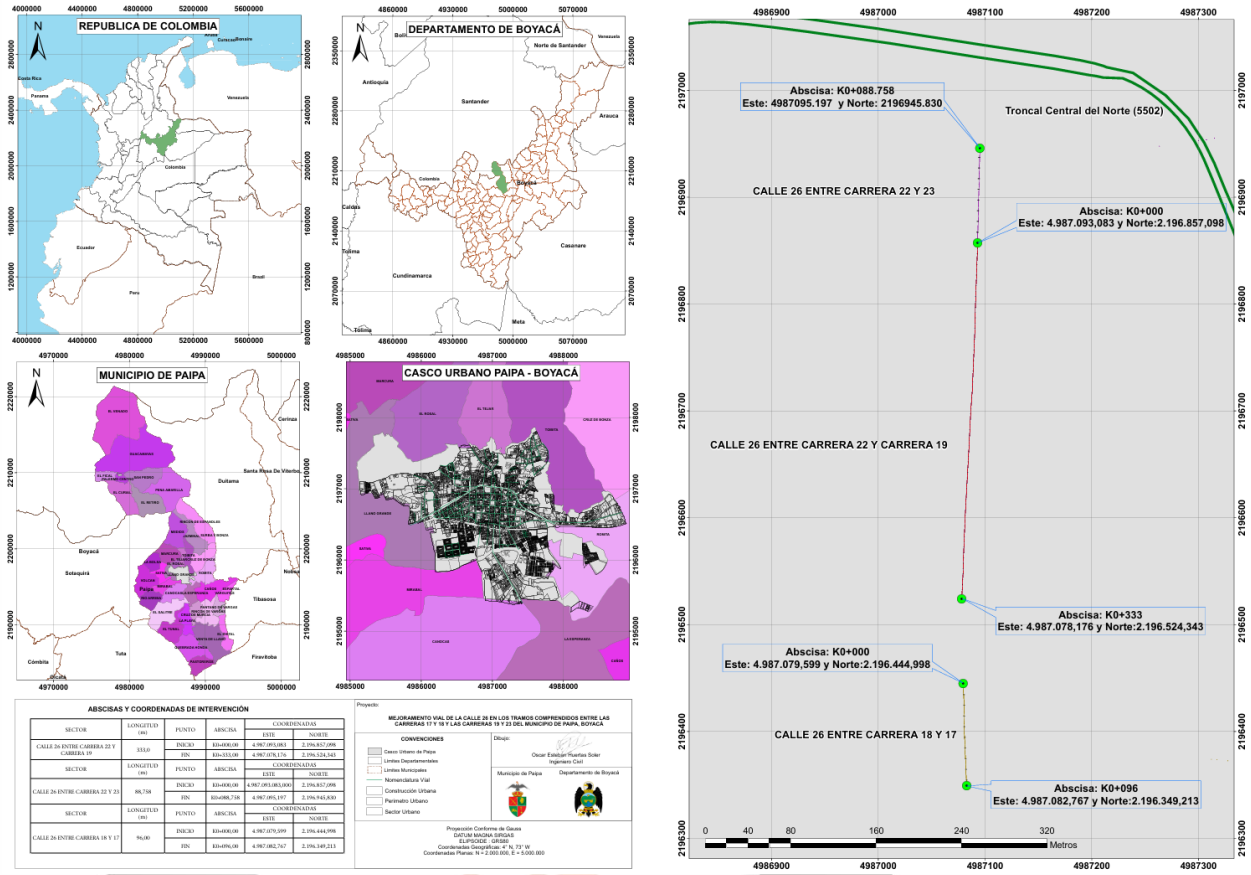
Esquema 1. Ubicación general del proyecto



Fuente: APP Control Ingeniería S.A.S

El lugar donde se desarrolla el proyecto se encuentra localizado en la zona urbana del municipio de Paipa. El siguiente esquema muestra la localización aproximada del proyecto.

Esquema 2. Ubicación local del proyecto



Fuente: APP Control Ingeniería S.A.S

El tramo de vía objeto de estudio se localiza en la **CALLE 26 EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CARRERAS 17 Y 18 Y LAS CARRERAS 19 Y 23**, en jurisdicción del municipio de Paipa, Boyacá. Se encuentra en una zona urbana con uso predominantemente residencial y comercial. Esta vía presenta un flujo vehicular unidireccional y registra un alto volumen de tránsito, especialmente de transporte público y vehículos de carga pesada, lo cual genera una dinámica significativa en el área de intervención.

La localización del punto de estudio está localizada, comenzando en las abscisas y en las coordenadas que se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Coordenadas del punto de inicio y fin de la estructura proyectada

SECTOR	LONGITUD (m)	PUNTO	ABSCISA	COORDENADAS	
				ESTE	NORTE
CALLE 26 ENTRE CARRERA 22 Y CARRERA 19	333,0	INICIO	K0+000,00	4.987.093,083	2.196.857,098
		FIN	K0+333,00	4.987.078,176	2.196.524,343
CALLE 26 ENTRE CARRERA 22 Y 23	88,758	INICIO	K0+000,00	4.987.093,0830	2.196.857,098
		FIN	K0+088,758	4.987.095,1970	2.196.945,830
SECTOR	LONGITUD (m)	PUNTO	ABSCISA	COORDENADAS	
				ESTE	NORTE
CALLE 26 ENTRE CARRERA 18 Y 17	96,00	INICIO	K0+000,00	4.987.079,599	2.196.444,998
		FIN	K0+096,00	4.987.082,767	2.196.349,213

Fuente: APP Control Ingeniería S.A.S.

6.2 Zona de estudio

Teniendo en cuenta el contrato de Consultoría 195 de 2025, se definieron sectores a lo largo del corredor vial en estudio, con el fin de establecer e identificar para cada uno de ellos tramos homogéneos y ventanas que se deben identificar, con el objetivo de establecer las zonas de intervención respecto de estructura de pavimento.

Se indica que la consultoría no contempla los estudios y diseños para puentes, pontones y/o puntos de atención por inestabilidades geológicas o geotécnicas; sin embargo, estos sitios se dejaran indicados y debidamente referenciados en cada uno de los componentes de la presente consultoría.

6.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

6.3.1 Tipología del terreno

Tabla 3: Tipología de carreteras por terreno

CLASE	PENDIENTE		DESCRIPCIÓN
	LONGITUDINAL (%)	TRANSVERSAL (°)	
Ondulado	3 a 6	6 a 13	Presenta alineamientos más o menos rectos con intercalaciones relativamente suaves de curvatura vertical y horizontal. Por una mayor presencia de restricciones naturales del relieve, la banca vial exhibe anchos relativamente holgados con una combinación de terraplenes y de cortes bajos a medianos. Los vehículos pesados, reducen su velocidad moderadamente por debajo de las de los livianos.

Fuente: Guía de manejo ambiental de Proyectos de infraestructura modo Carreteable (versión 2022)

6.3.2 Actividades de rehabilitación (pavimentación, drenajes, obras de contención, etc.)

Rellenos

- Transporte y extensión de material seleccionado o proveniente de cantera.
- Compactación por capas.
- Control topográfico.

Construcción o Rehabilitación de Estructuras de Drenaje:

- Construcción de sumideros, bordillos, cajas de inspección.

6.4 ETAPAS DEL PROYECTO

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Esta etapa comprende todas las actividades necesarias para la construcción de la vía.

Principales actividades:

- Replanteo y localización del proyecto.
- Movimiento de tierras: cortes, rellenos y nivelación.
- Mejoramiento de la subrasante y colocación de bases y subbases granulares.
- Pavimentación: colocación de capas asfálticas, concretos

- Señalización y seguridad vial: instalación de señales verticales y horizontales, barandas, tachas, etc.
- Obras ambientales y paisajísticas.
- Control de calidad: ensayos de laboratorio, pruebas de compactación, control de espesores y materiales.
- Entrega y recepción de la obra terminada.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

Corresponde al periodo en que la vía entra en funcionamiento para el tránsito vehicular.

Principales actividades:

- Habilitación de la vía al tráfico.
- Monitoreo del flujo vehicular y del comportamiento de la vía.
- Control del cumplimiento de las normas de velocidad y carga.
- Vigilancia y atención de eventos viales (en caso de emergencias).
- Evaluación del estado de los elementos de seguridad vial.
- Detección de puntos críticos (inundaciones, deslizamientos, deterioro prematuro).

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

7. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

7.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-NATURAL

7.1.1 Geotécnico

Para establecer de forma aproximada el perfil de suelo dentro de la zona de estudio, se tuvieron en cuenta las observaciones y registros de campo, resultados de los ensayos de laboratorio, geología, y correlaciones directas que permitieron definir parámetros de diseño para cada uno de los estratos identificados.

Las columnas estratigráficas puntuales obtenidas en cada sitio de exploración, describen de forma detallada los estratos de suelos y parámetros físicos y mecánicos. A continuación, se describen los estratos definidos conforme a las propiedades establecidas de acuerdo a la profundidad alcanzada:

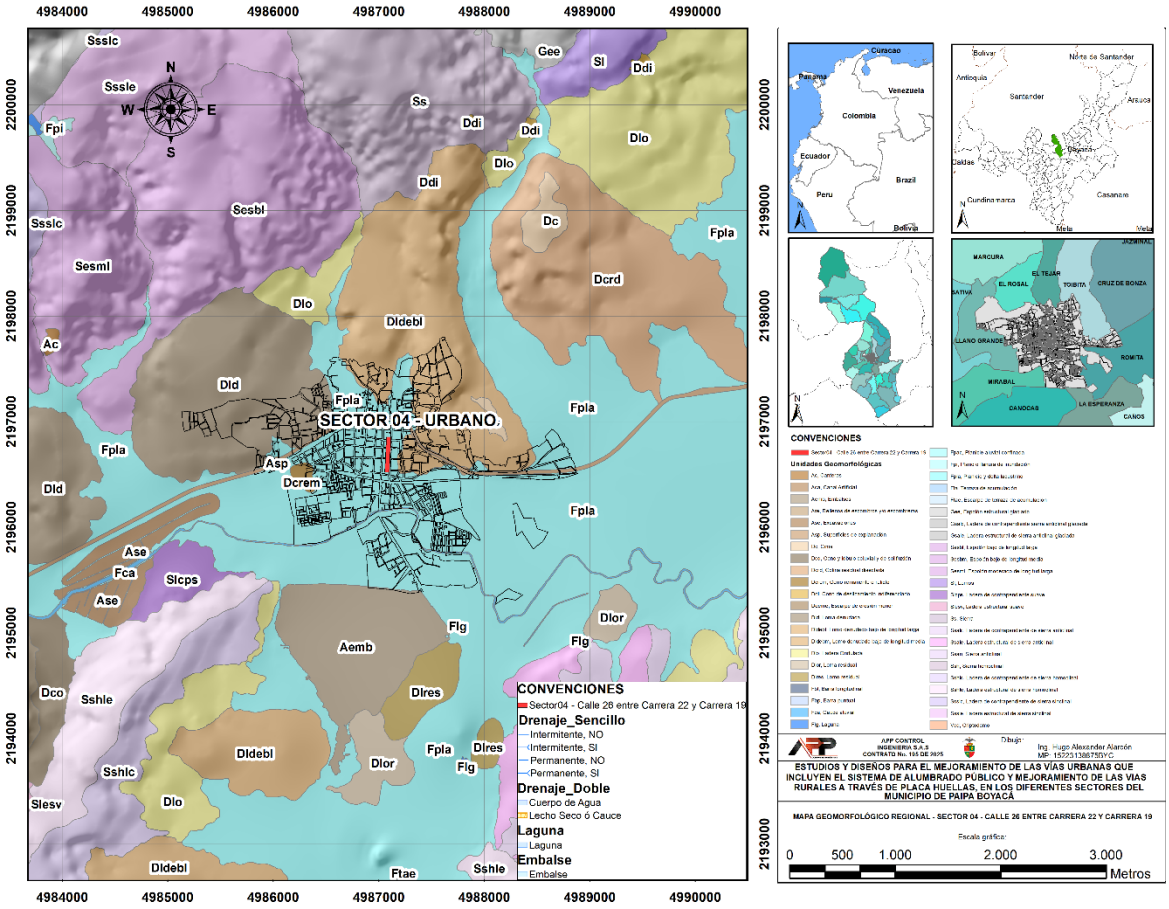
E1 0.0 - 35 m (GC): Carpeta asfáltica, seguida de material granular en matriz arcillosa, color amarillo ocre, gravas de tamaño menores a 3" de baja plasticidad y compacidad media, humedad natural media del 12.4%, índice de plasticidad del 7.8%, muestra en estado sólido, donde el 16.9% del material pasa el tamiz 200.

E2 0.35–1.5 m (SM/SC): Arena limo arcillosa color café, de baja compresibilidad y compacidad media, con potencial de expansión bajo, presenta un índice de plasticidad del 5.4%, humedad natural presente del 12.6%, muestra en estado sólido, valor de CBR 4.8 en estado natural y 3.2 después de sumergido, valor de ensayo PDC 7.1%, donde el 30.1% del material pasa la malla 200.

No se identifican nivel de aguas freáticas en la exploración realizada.

En el **Esquema 3**, se pueden ver las geoformas existentes dentro del tramo de vía en estudio, y sus zonas perimetrales, a nivel regional. Para el caso del área de estudio se evidencia que la predominancia de las unidades geomorfológicas corresponde a origen denudacional y estructural.

Esquema 3. Geomorfología del tramo de vía en estudio a nivel regional



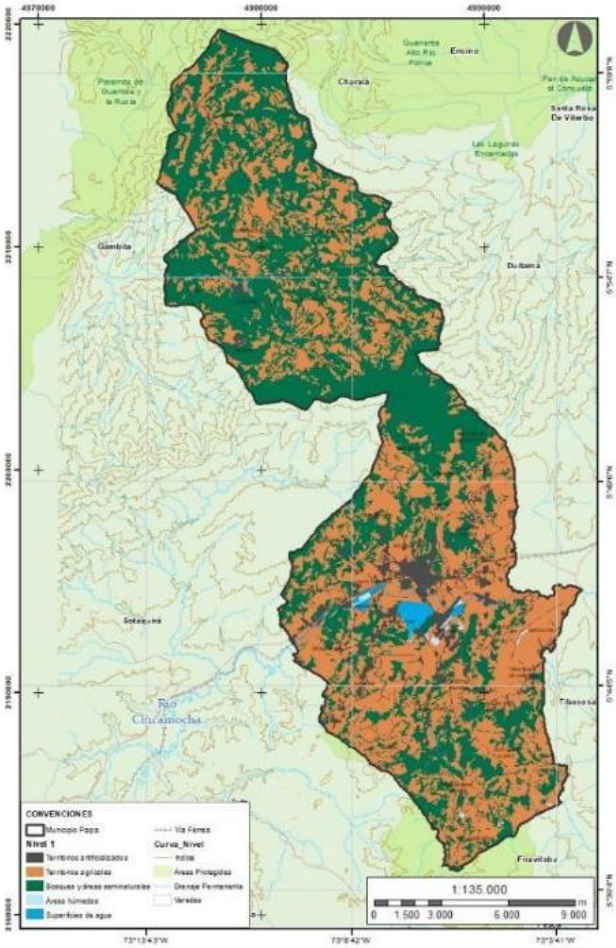
Fuente: APP Control Ingeniería S.A.S.

7.1.2 Suelos y usos del suelo

Coberturas Actuales de la Tierra

El Consorcio PBOT Paipa 21 realizo la interpretación de las coberturas de tierra actuales del municipio de Paipa del departamento de Boyacá, donde se generaron 46 unidades de cobertura interpretadas por la metodología Corine Land Cover. En el **Esquema 4** se presenta la distribución de las cinco (5) categorías de nivel I de clasificación, donde se agrupan la totalidad de coberturas correspondientes a las unidades generales: Territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua.

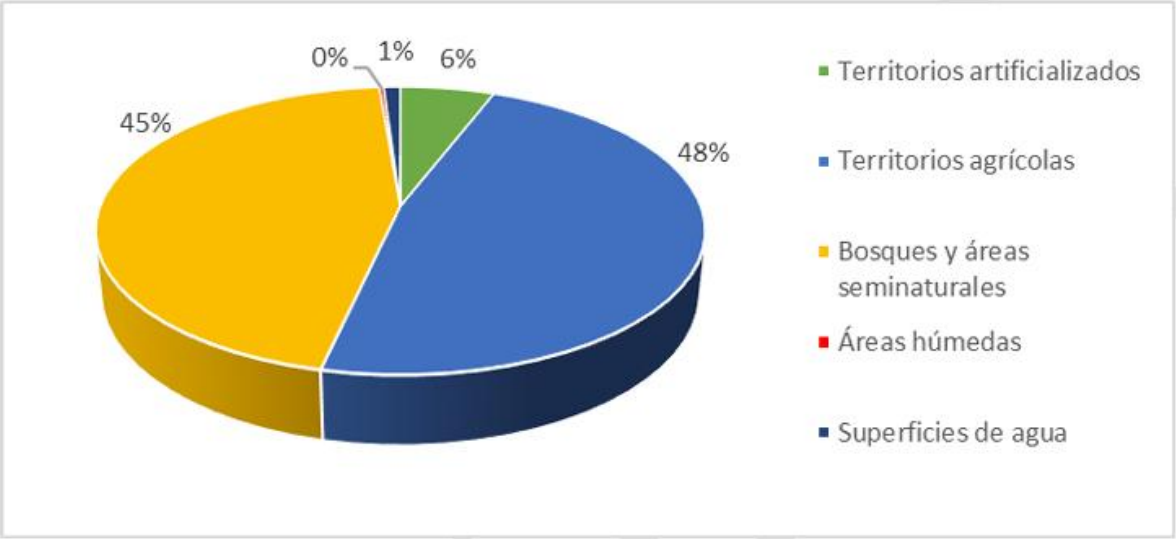
Esquema 4. Mapa de coberturas presentadas en nivel I de clasificación



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

La distribución porcentual del área del municipio dentro de estos cinco grandes grupos es presentada en el **Esquema 5**, en la cual se puede observar que la categoría de mayor representatividad espacial son los territorios agrícolas con 14.519,31 ha, equivalente al 47,67% del área total del municipio. En segundo lugar, se tienen los bosques y áreas seminaturales con 13.750,92 ha equivalentes al 45,15% del área del municipio, posteriormente se tienen los territorios artificializados, superficies de agua y áreas húmedas, las cuales representan 1.786,10, 319,31 y 78,72 ha respectivamente, con una proporción de área ocupada de 5,86%, 1,04% y 0,25%, siendo las tres coberturas en nivel I menos representativas.

Esquema 5. Distribución de las coberturas de la tierra en nivel I de clasificación CLC

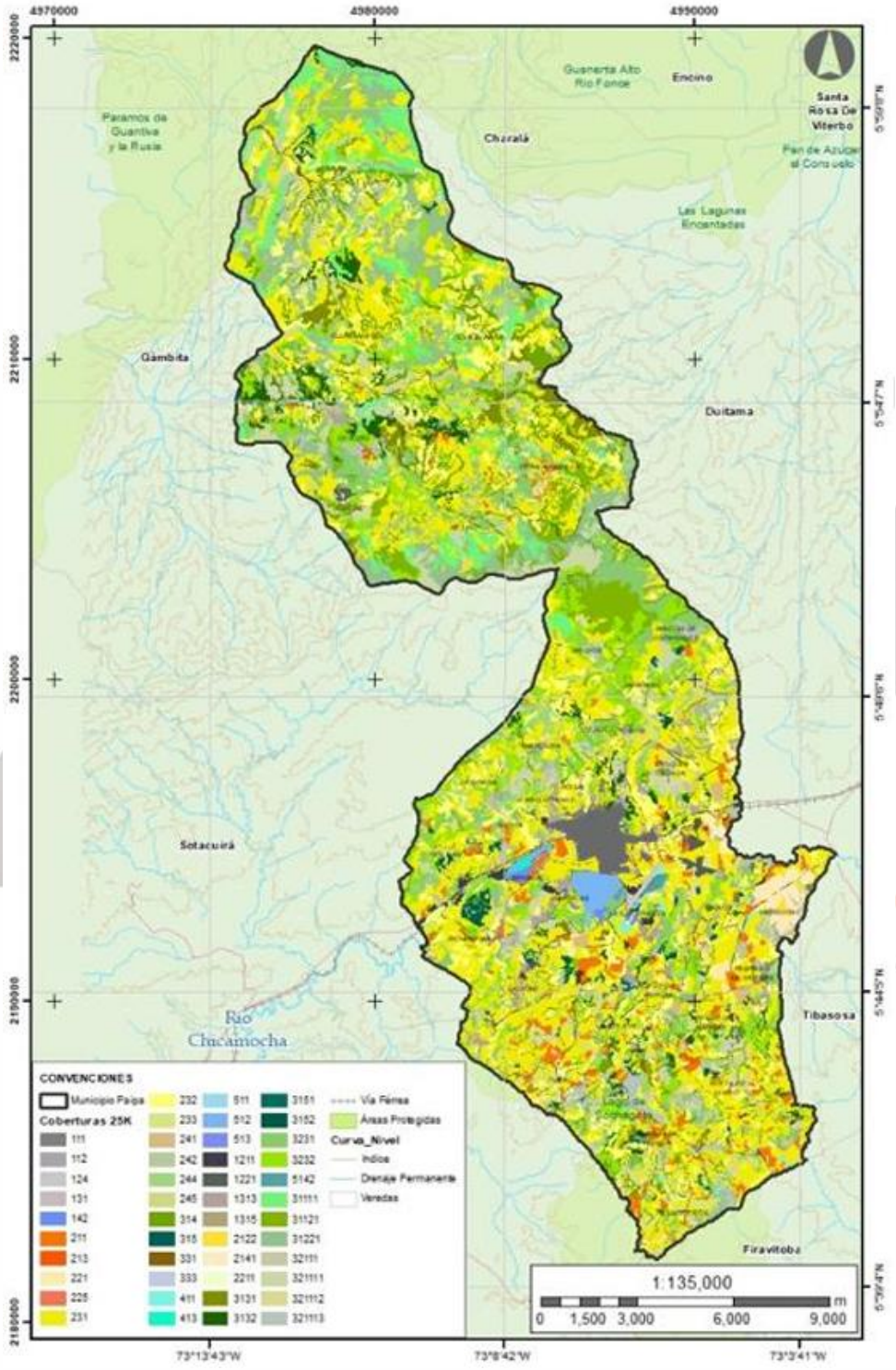


Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

La clasificación de coberturas de la tierra para el municipio de Paipa en los niveles más específicos se presenta en el **Esquema 6** con la distribución especial de las 46 unidades de cobertura identificados, consignando en la **Tabla 4** los valores de área ocupados en el municipio, el porcentaje de área en la clasificación general nivel I y el porcentaje de área respecto a la totalidad del municipio.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

Esquema 6. Mapa de coberturas de la tierra para el municipio de Paipa



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

Tabla 4: Área de las coberturas de la tierra identificadas para el municipio de Paipa

Código	Cobertura	Área (ha)	% Área
111	Tejido urbano continuo	244,71	0,80
112	Tejido urbano discontinuo	473,39	1,55
124	Aeropuertos	31,99	0,11
131	Zonas de extracción minera	154,61	0,51
142	Instalaciones recreativas	44,31	0,15
211	Otros cultivos transitorios	785,61	2,58
213	Oleaginosas y leguminosas	18,66	0,06
221	Cultivos permanentes herbáceos	290,82	0,95
225	Cultivos confinados	2,07	0,01
231	Pastos limpios	8956,28	29,41
232	Pastos arbolados	2752,04	9,04
233	Pastos enmalezados	368,04	1,21
241	Mosaico de cultivos	83,72	0,27
242	Mosaico de pastos y cultivos	195,94	0,64
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	877,38	2,88
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	4,28	0,01
314	Bosque ripario	1706,04	5,60
315	Plantación forestal	266,23	0,87
331	Zonas arenosas naturales	6,41	0,02
333	Zonas desnudas y degradas	57,88	0,19
411	Zonas pantanosas	63,85	0,21
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	14,87	0,05
511	Ríos	89,13	0,29

CONTROL INGENIERIA S.A.S.

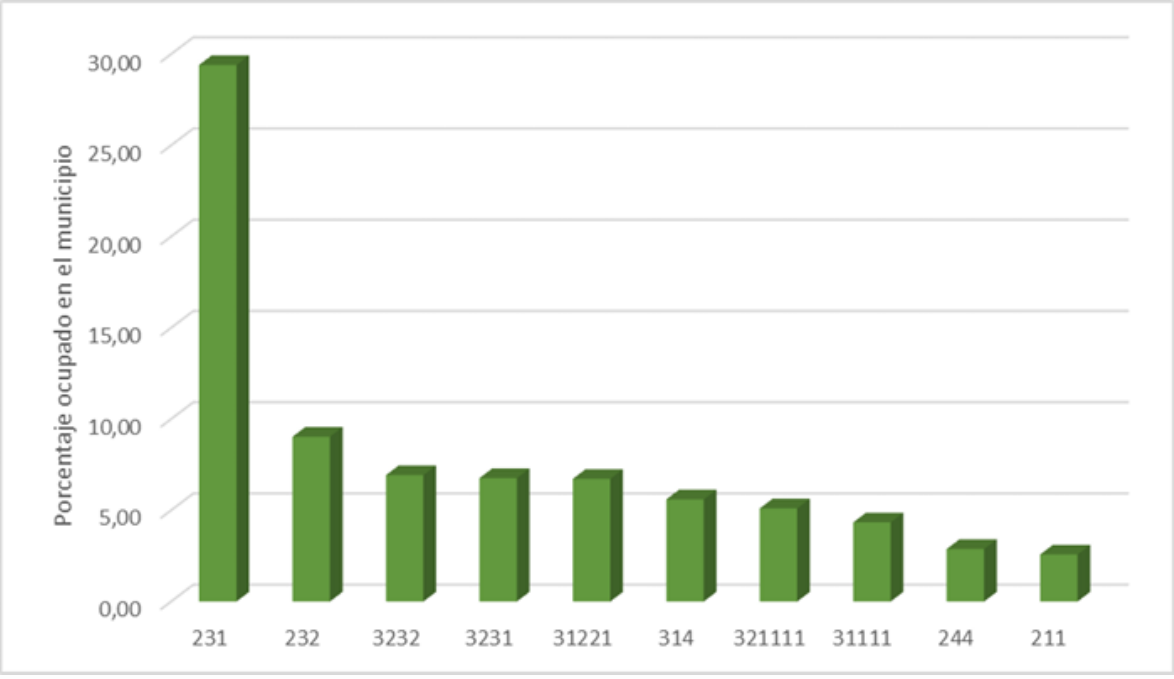
Código	Cobertura	Área (ha)	% Área
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	183,76	0,60
513	Canales	25,02	0,08
1211	Zonas industriales	156,97	0,52
1221	Red vial y terrenos asociados	612,98	2,01
1313	Explotación de carbón	55,40	0,18
1315	Explotación de materiales de construcción	11,75	0,04
2122	Maíz	14,25	0,05
2141	Cebolla	159,39	0,52
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos	10,84	0,04
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	414,75	1,36
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	500,33	1,64
3151	Plantación de coníferas	14,90	0,05
3152	Plantación de latifoliadas	9,83	0,03
3231	Vegetación secundaria alta	2060,69	6,77
3232	Vegetación secundaria baja	2110,57	6,93
5142	Lagunas de oxidación	21,40	0,07
31111	Bosque denso alto de tierra firme	1322,09	4,34
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	682,68	2,24
31221	Bosque abierto bajo de tierra firme	2048,96	6,73
32111	Herbazal denso de tierra firme	21,93	0,07
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	1555,58	5,11
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	573,52	1,88
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	398,52	1,31

Código	Cobertura	Área (ha)	% Área
Total		30454,37	100,00

Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

Las coberturas de la tierra más representativas para el municipio de Paipa, donde es clara la amplia distribución de pastos limpios que corresponde a 8.956,27 ha equivalente al 29,41% del área total del municipio, en segunda posición se tienen los pastos arbolados, con una representatividad muy inferior respecto a pastos limpios, ocupa 2.752,03 ha y 9,03% del área total del municipio. Con 2.110,56 ha y 6,93% del área del municipio, la vegetación secundaria baja corresponde a la tercera cobertura más representativa, seguida de la vegetación secundaria alta, con 2.060,68 ha y 6,72% del área del municipio y del bosque abierto bajo de tierra firme, con 2.048,96 ha y 6,72% del área del municipio.

Tabla 5: Unidades de cobertura de la tierra más representativas para el municipio de Paipa



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

Otras coberturas que también resultan representativas, pero con un porcentaje de ocupación menor al 6% son el bosque de galería con 1.706,03 ha y 5,60% de área ocupada respecto al total del municipio, herbazal denso de tierra firme no arbolado con 1.555,58 ha equivalente a 5,10% del total del área, bosque denso alto de tierra firme con 1.322,08 ha y 4,34% de área ocupada, mosaico de pastos con espacios

naturales con 877,38 ha y 2,88% de área en ocupación y otros cultivos transitorios con 785,60 ha y 2,57% del área del municipio.

Teniendo en cuenta la información anterior, es posible establecer una visión general de las coberturas presentes en el municipio de Paipa, de forma que los territorios agrícolas ocupan el 47,67% del área del municipio, dentro de los cuales fue posible identificar 14 unidades de coberturas, entre las que se encuentra los pastos limpios, siendo la cobertura más representativa para el municipio, con 8.956,27 ha y 29,41% del área del municipio ocupada, distribuyéndose por la totalidad del territorio, en segundo lugar, se tienen los pastos arbolados que ocupan 2.752,03 ha y 9,03% del área del municipio. Las coberturas menos representativas dentro de los territorios agrícolas corresponden a los mosaicos de cultivos y espacios naturales con una extensión de 4,28 ha equivalentes al 0,014% del área del municipio, seguido de los cultivos confinados, identificando 2,06 ha que representan el 0,007% del área total.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

8.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

Tabla 6: Clasificación de las amenazas

TIPO DE AMENAZA	AMENAZAS
Amenazas exógenas	Erosión
	Remoción en masa
	Inundación
	Incendio
	Sismo
Amenazas endógenas	Huelgas
	Movilizaciones en contra del proyecto
	Daños a terceros y al medio ambiente
	Contaminación bacteriológica y físico – química de agua
	Contaminación del suelo por aporte de sustancias deletérea
	Incendios forestales

Fuente: El estudio.

8.1.1 Amenazas exógenas

Movimientos sísmicos

La amenaza sísmica, es un fenómeno de liberación repentina de energía del suelo por el contacto entre las placas tectónicas o fallas en la corteza terrestre. Esta amenaza se refiere a la posibilidad de ocurrencia de un sismo durante el desarrollo de las fases de ejecución del proyecto, y en el tipo de demandas que el movimiento sísmico puede generar sobre el área de influencia, como una respuesta física de las estructuras ante el movimiento.

Al consultar el registro sísmico histórico de Colombia, se encontraron cuatro (4) registros históricos, correspondientes al municipio de Paipa; los datos anteriores, se pueden observar en la Tablas 7; y esquema 7.

Tabla 7: Registro de sismicidad histórica del Municipio de Paipa

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Historia sismica del municipio Paipa, Boyacá

No.	Fecha del sismo	Hora local	Latitud	Longitud	Autor epicentro	Magnitud	Tipo magnitud	Autor magnitud	Profundidad (km)	Autor profundidad	Centro poblado	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Maxima EMS-98	Int. Sitio (MM)	Intensidad Maxima MM	Area epicentral
1	1967/07/29	05:24	6.747	-73.03	ISC-GEM	6.8	MW	ISC-GEM	161	ISC-GEM	Paipa	6	8	6	9	Betulia, Santander
2	2015/03/10	15:55	6.825	-73.134	Red Sismológica Nacional de Colombia	6.4	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	157.7	Red Sismológica Nacional de Colombia	Paipa	5	7	5	8	Los Santos, Santander
3	2020/04/15	05:59	9.017	-74.486	Red Sismológica Nacional de Colombia	5.8	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	50	Red Sismológica Nacional de Colombia	Paipa	4	6	-	-	Santa Cruz De Mompox, Bolívar
4	2023/08/17	12:04	4.42	-73.63	Red Sismológica Nacional de Colombia	6.1	MW	Red Sismológica Nacional de Colombia	13	Red Sismológica Nacional de Colombia	Paipa	5	7	-	-	San Juanito, Meta

Historia sismica del municipio Paipa, Boyacá

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Esquema 7. Intensidades registradas por sismicidad en el Municipio de Paipa



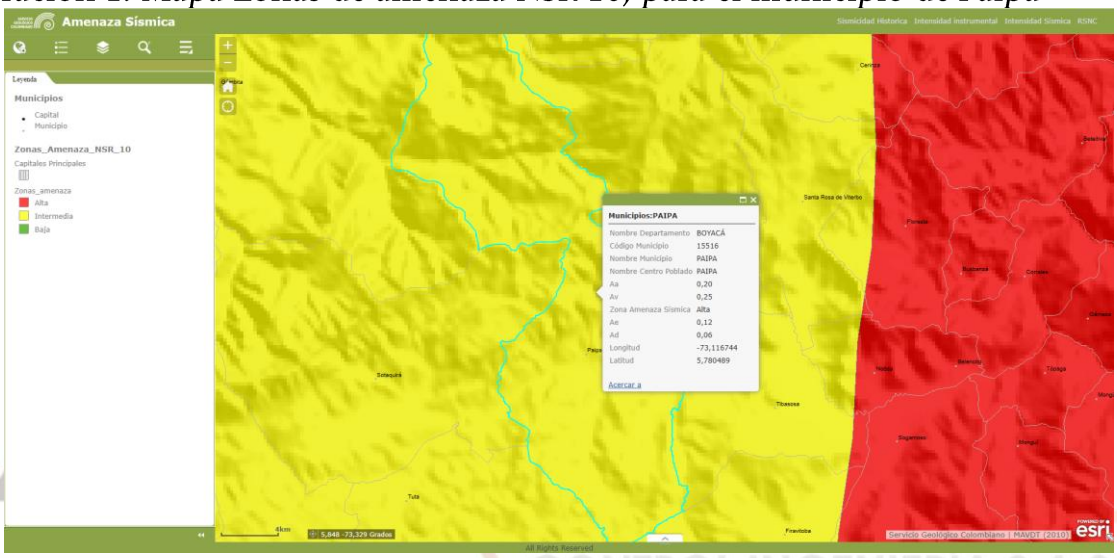
Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC)

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla y en el esquema anterior, podemos observar que los sismos ocurridos en estos periodos de tiempo han sido de baja a mediana magnitud, y que estos actualmente no han afectado la estabilidad del tramo de vía en estudio.

El municipio de Paipa de acuerdo con la clasificación de la NSR-10 se encuentra en zona de amenaza intermedia, teniendo en cuenta su susceptibilidad: litología del terreno, pendiente del terreno.

A partir del catálogo de amenaza sísmica NSR-10 del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2016), en el que muestra la zonificación y parámetros para el diseño sismo resistente según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10 (Asociación Colombiana de ingeniería Sísmica, 2010), se evidencia que el municipio se encuentra catalogado como una zona de amenaza, debido a que esta zona presenta valores de aceleración pico efectiva y velocidad pico efectiva de 0,20 y 0,25 respectivamente

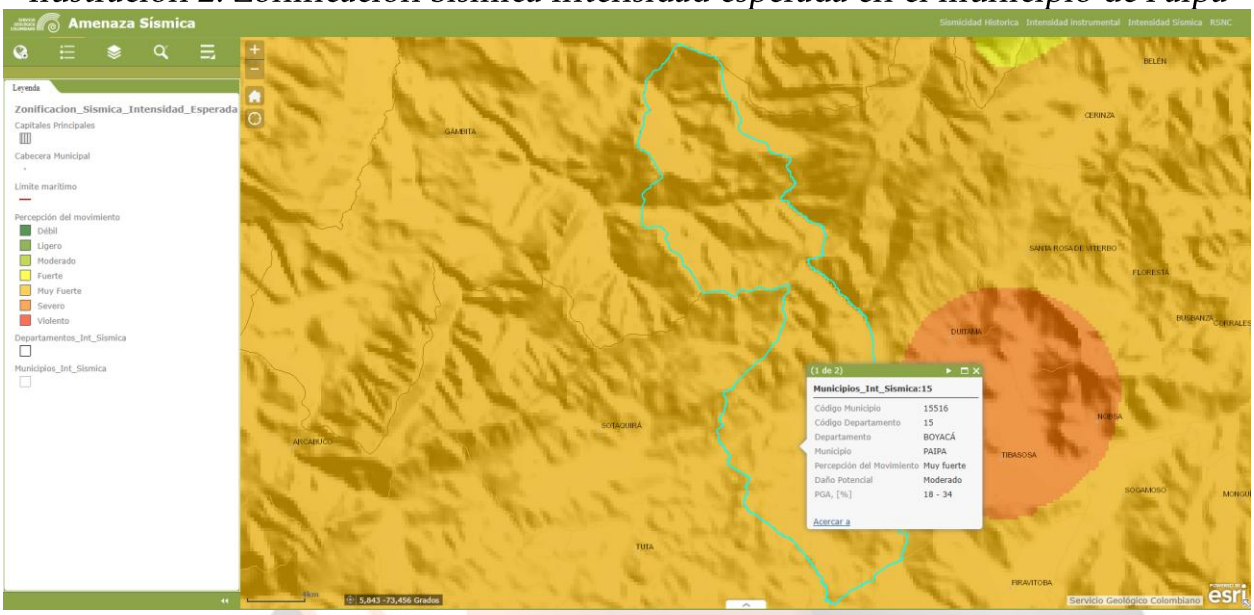
Ilustración 1. Mapa Zonas de amenaza NSR-10, para el municipio de Paipa



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Como se puede observar en la siguiente ilustración, el municipio de Paipa se encuentra en una zona de intensidad sísmica esperada muy fuerte, con un daño potencial moderado.

Ilustración 2. Zonificación Sísmica Intensidad esperada en el municipio de Paipa



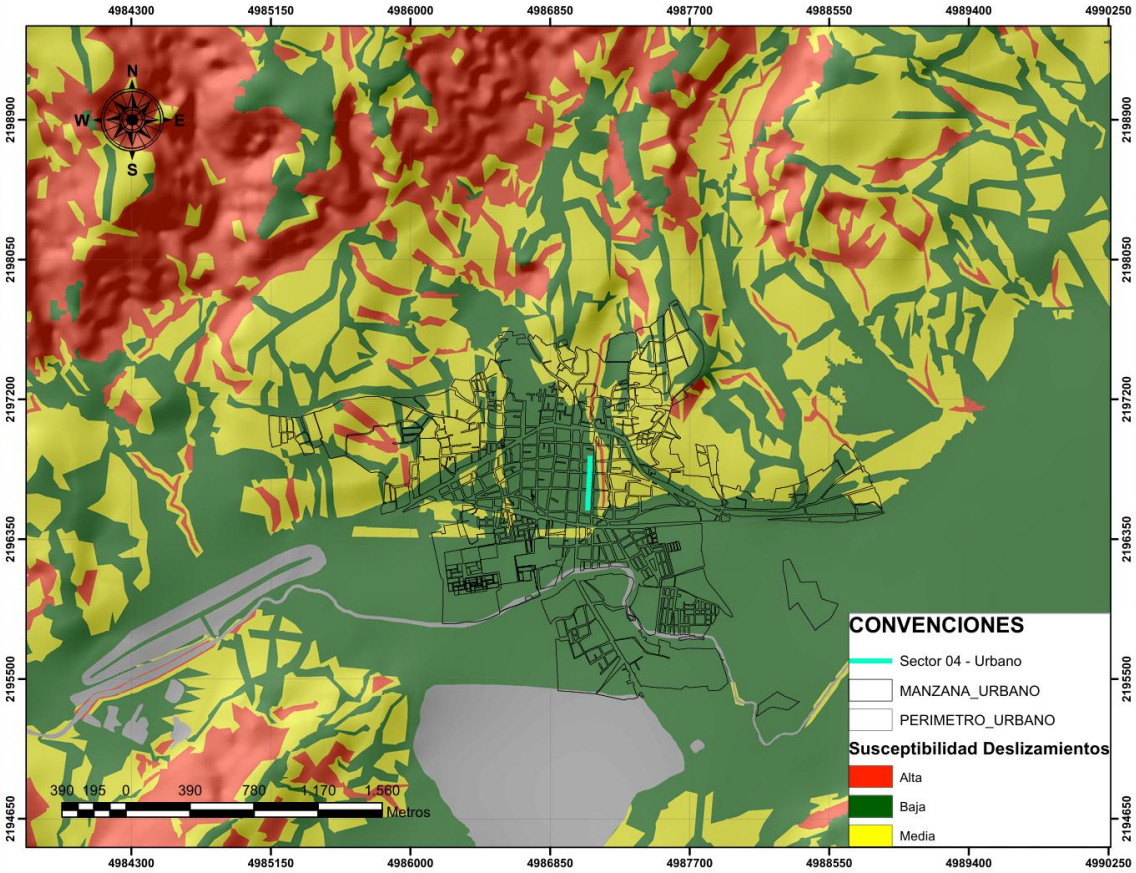
Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC)

La zona de estudio se ubica dentro de un área clasificada como de amenaza sísmica media, de acuerdo con la normativa sismorresistente vigente en Colombia (NSR-10). Esta categorización implica que, aunque la probabilidad de ocurrencia de movimientos no es tan alta como en zonas de amenaza elevada, se deben incorporar medidas de diseño y construcción que garanticen la estabilidad estructural y la seguridad de las personas frente a posibles eventos sísmicos.

Movimientos en masa

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera. Así, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana. Esto implica que la posibilidad de ocurrencia de un movimiento en masa comienza desde el mismo momento en que se forma una ladera natural o se construye un talud artificial y que el análisis de tal posibilidad involucra distintas disciplinas de las ciencias de la tierra y del medio ambiente, así como de las ciencias naturales (Portilla M., 2012).

Esquema 8. Susceptibilidad por movimientos en masa del área de Estudio



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21, Adaptado: APP Control Ingeniería S.A.S.

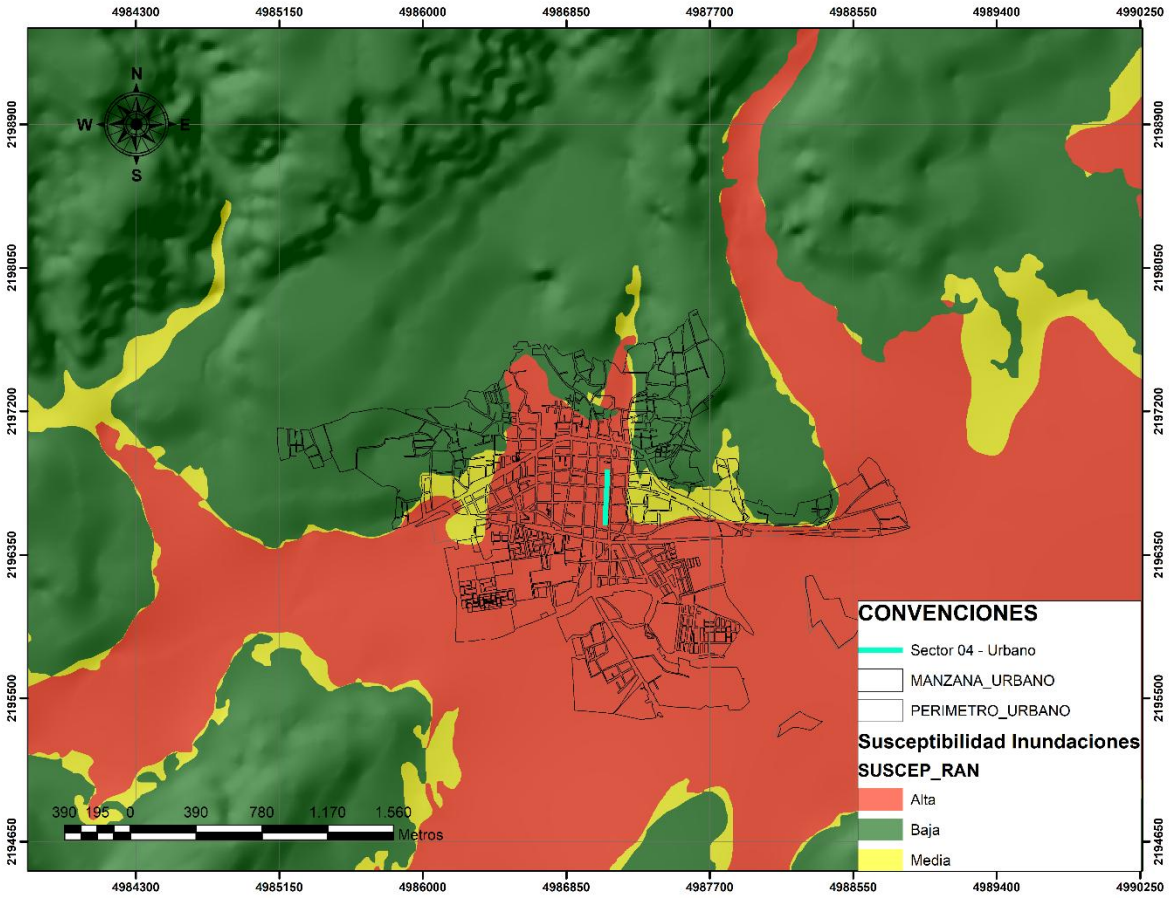
Como recomendación se sugiere tener en cuenta la zonificación en la planeación municipal, debido a que muchas de las zonas de expansión urbana están creciendo a ritmos acelerados, alcanzando las zonas categorizadas como amenaza media y alta. De igual manera se sugiere adoptar los sistemas de alertas tempranas y utilizar los mecanismos de reporte de eventos de movimientos en masa, en aras de buscar una mejor alimentación de la base de datos y una futura depuración de los modelos aquí empleados. Para continuar avanzando en el conocimiento de esta amenaza, se sugiere la caracterización de taludes rocosos en los sectores catalogados con amenaza alta, con el fin de aumentar el detalle en las zonas en donde se hace necesario. Para el caso de la zona de estudio la susceptibilidad por movimientos en masa está en el rango de bajo.

Inundaciones

Las lluvias presentan un régimen bimodal, con picos marcados en los meses de abril y octubre, siendo abril el mes de mayor precipitación, periodos en los cuales en algunos sectores asociados a los principales ríos del municipio reportan eventos por inundaciones. Las inundaciones son fenómenos hidrológicos que generalmente son

el resultado de fuertes precipitaciones y de la labor de la dinámica de una corriente, expresada a través de los desbordamientos y migraciones de cantidades de agua considerables. Las secuelas de estos procesos pueden llegar a ser muy nocivas si se subestima su energía y magnitud de impacto, ya que generan una gran inseguridad y riesgo para las poblaciones e infraestructura (especialmente agrícola) que puedan estar localizadas en zonas susceptibles y con alta predisposición a este tipo de eventos.

Esquema 9. Susceptibilidad por inundaciones del área de Estudio



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21, Adaptado: APP Control Ingeniería S.A.S.

Para evitar inundaciones, es crucial limpiar regularmente los desagües, canaletas y sistemas de alcantarillado, así como evitar arrojar basura en calles, ríos y quebradas. Además, se recomienda no construir ni estacionar vehículos en zonas propensas a inundaciones, como cauces de ríos o zonas bajas. También es importante seguir las indicaciones de las autoridades y prepararse para posibles emergencias, como tener un plan de evacuación y guardar documentos importantes en lugares seguros. Para el caso de la zona de estudio la susceptibilidad por inundaciones es alta, pero verificando en campo se constató que es baja a media.

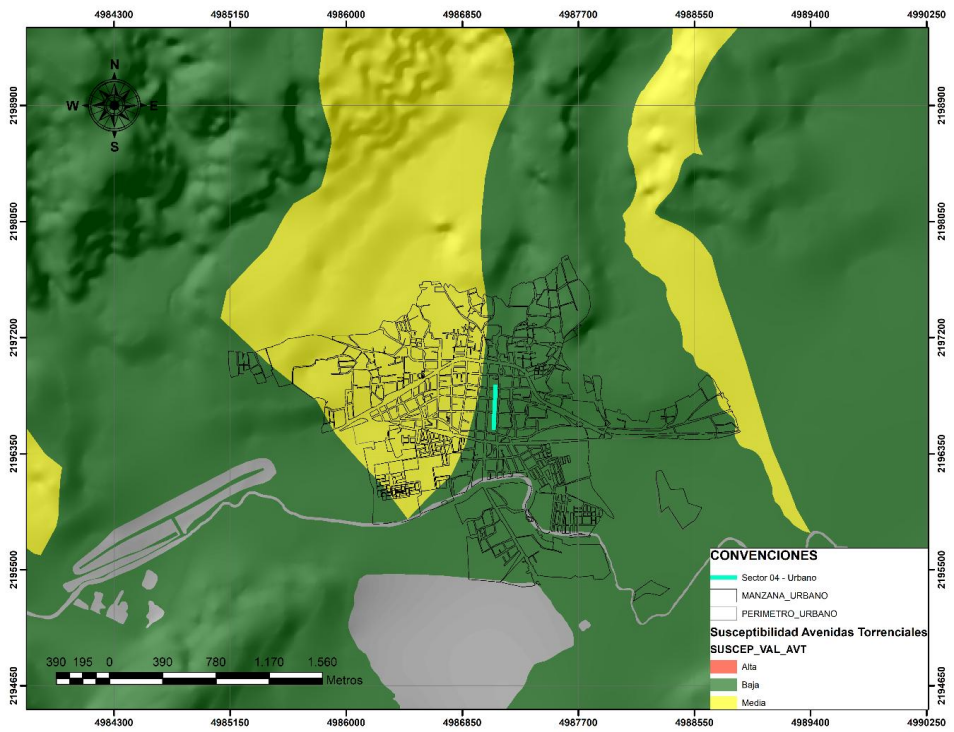
Avenidas torrenciales

De acuerdo con la bibliografía existente, algunos de los principales factores que favorecen la ocurrencia de las avenidas torrenciales son las características geomorfológicas tales como la morfometría y la morfodinámica, teniendo como referencia que este fenómeno natural se genera en cuencas con grandes diferencias de pendiente junto a grandes caudales. Las unidades geomorfológicas establecidas en la línea base del estudio, permiten determinar zonas donde la probabilidad de ocurrencia de una avenida torrencial pueda ser más alta; en las geoformas asociadas a flujos o abanicos fluviales, se pueden asociar fenómenos de avenidas torrenciales. Adicionalmente, se generan en zonas montañosas, escarpadas y de piedemonte, en donde se configuren notorios cambios de la pendiente del cauce.

Con base a la zonificación de susceptibilidad, se realiza un análisis con base en las características morfométricas e hidrológicas de cada subcuenca y/o microcuenca hidrográfica identificada y caracterizada dentro del área de estudio.

Con base a las microcuencas existentes en las cuales el caudal y su morfometría puede generar eventos torrenciales y por ende presentan una susceptibilidad alta y muy alta a eventos torrenciales. Para el caso del área de estudio, se analiza la susceptibilidad y se obtienen una serie de resultados.

Esquema 10. Susceptibilidad por Avenidas torrenciales del área de Estudio



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21, Adaptado: APP Control Ingeniería S.A.S.

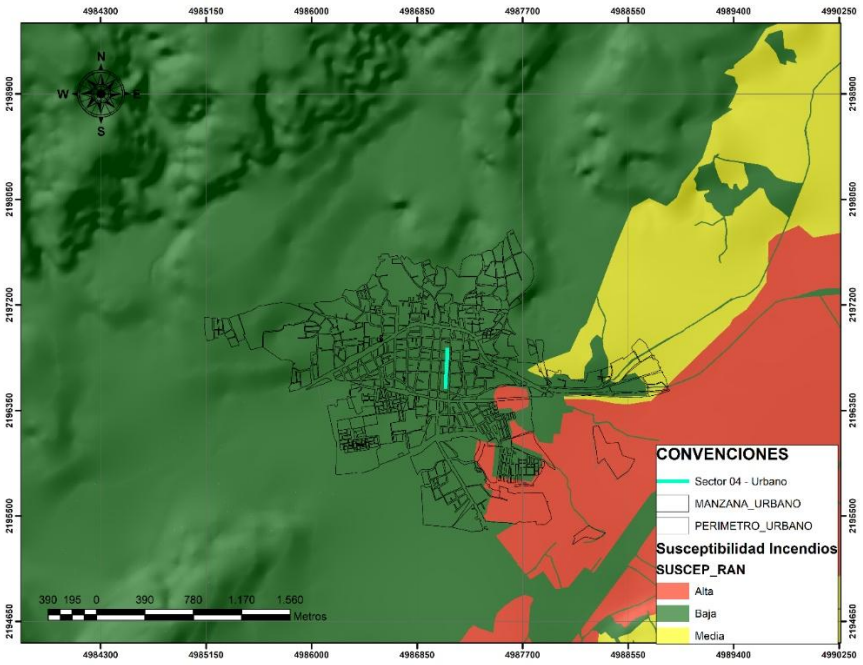
Durante los trabajos realizados en campo, se pudo evidenciar que la zona no evidencia las condiciones favorables para la ocurrencia de avenidas torrenciales. Algunas de las características que favorecen la ocurrencia de este fenómeno, es la alta actividad erosiva en laderas de alta pendiente en cercanía a cauces aluviales. Es así como a partir del material aportado por las actividades erosivas en las laderas y la energía de la corriente dada por los cambios de altura, se tiene una avenida torrencial. Por lo cual la zona esta categorizada por nivel Bajo.

Incendios forestales

Los incendios forestales constituyen uno de los más importantes eventos que afectan el medio ambiente, la economía y la seguridad de las comunidades, razón por la cual es indispensable la identificación de zonas de susceptibilidad y amenaza, así como las medidas de prevención, mitigación y concienciación con la comunidad sobre la prevención y alternativas a prácticas agrícolas no adecuadas. Según información del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial cada año en Colombia se ven afectadas en promedio 42.000 hectáreas por causa de incendios forestales (MAVDT, 2010).

Para la zona de estudio, se encuentra cataloga dentro de riesgo por incendios forestales, principalmente por los factores topográficos y antrópicos que condicionan la amenaza sumados a bajos niveles de vulnerabilidad. El nivel de riesgo es bajo para el corredor de estudio.

Esquema 11. Susceptibilidad por incendios forestales del área de Estudio



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21, Adaptado: APP Control Ingeniería S.A.S.

8.1.2 Amenazas endógenas

Huelgas

Las huelgas representan una amenaza endógena significativa para el proyecto refiriéndose a la interrupción colectiva y organizada de las actividades laborales por parte de los trabajadores del proyecto o de sus contratistas, estas pueden ser motivadas por diversas razones como disputas salariales, condiciones laborales insatisfactorias, o conflictos con la gerencia.

Una huelga puede resultar en la paralización total o parcial de las obras de construcción o de las operaciones, generando retrasos sustanciales en el cronograma, sobrecostos debido a la inactividad y la necesidad de renegociar acuerdos, y un impacto negativo en la imagen y reputación del proyecto.

Movilizaciones en contra del proyecto

Esta amenaza se refiere a la organización de protestas, bloqueos o manifestaciones por parte de comunidades locales, grupos ambientalistas, o cualquier otra parte interesada que se oponga a la ejecución u operación del proyecto. Estas movilizaciones pueden surgir por preocupaciones relacionadas con impactos ambientales, desplazamiento de comunidades, afectaciones a sus modos de vida o la percepción de falta de participación y beneficios.

Las consecuencias de estas movilizaciones pueden incluir interrupciones en el acceso al sitio del proyecto, daños a la propiedad, enfrentamientos con las autoridades, y un deterioro de las relaciones con las partes interesadas lo que puede llevar a retrasos significativos en aumento de costos e incluso la cancelación del proyecto si el conflicto escala.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

Daños a terceros y al medio ambiente

Esta amenaza abarca todos aquellos perjuicios involuntarios o accidentales que el proyecto pueda ocasionar a personas o propiedades ajenas a este (terceros), así como los impactos negativos al entorno natural.

Los daños a terceros pueden manifestarse a través de accidentes que involucren a la población local, afectaciones a propiedades vecinas por vibraciones, polvo o ruido derivados de la construcción o interrupciones de servicios públicos.

En cuanto al medio ambiente, los daños pueden incluir la contaminación de cuerpos de agua por vertidos accidentales, la degradación del suelo, la alteración de hábitats naturales, o la emisión de contaminantes atmosféricos, estas situaciones no solo generan responsabilidades legales y financieras para el proyecto, sino que también

pueden deteriorar su imagen pública y dificultar la obtención de licencias y permisos futuros.

Contaminación del suelo por aporte de sustancias deletéreas

Esta amenaza se refiere a la introducción o deposición de sustancias nocivas o tóxicas en el suelo debido a las actividades del proyecto, esto puede ocurrir a través de derrames accidentales de combustibles, lubricantes, aceites, productos químicos (como pinturas, solventes, adhesivos), o la disposición inadecuada de residuos peligrosos.

Las sustancias deletéreas pueden infiltrarse en el suelo, alterando su composición química y física afectando la fertilidad, la vegetación, y potencialmente contaminando aguas subterráneas.

La remediación de suelos contaminados es un proceso complejo, costoso y prolongado que implica la excavación del material afectado su tratamiento o disposición adecuada, y la restauración del área.

Accidentes de trabajo

Los accidentes de trabajo constituyen una amenaza endógena directa para la seguridad y el bienestar del personal del proyecto. Se refieren a cualquier suceso imprevisto que ocurre durante la jornada laboral o en relación con esta y que resulta en lesiones físicas, enfermedades, o incluso la muerte de un trabajador.

Las causas pueden ser diversas, incluyendo fallas en equipos, condiciones de trabajo inseguras, falta de capacitación, incumplimiento de protocolos de seguridad o errores humanos.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

La ocurrencia de accidentes de trabajo no solo genera sufrimiento humano y costos médicos y de indemnización, sino que también puede llevar a la paralización de actividades para investigación, sanciones legales, disminución de la moral del equipo y retrasos en el proyecto.

Accidentes operacionales (derrames, fugas, goteos, entre otros)

Esta amenaza engloba cualquier incidente no planificado que ocurre durante las fases de construcción y operación del proyecto implicando la liberación incontrolada de sustancias o energía, como por Ejemplo derrames de materiales peligrosos (como combustibles, aceites o químicos), fugas de gases o líquidos a presión, goteos constantes de fluidos contaminantes, o cualquier otra liberación que pueda afectar la seguridad, el medio ambiente o la salud pública.

Estos accidentes pueden ser el resultado de fallas en equipos, errores operativos, falta de mantenimiento o condiciones inesperadas.

Las consecuencias van desde daños a la propiedad y al medio ambiente hasta lesiones al personal, la población, interrupción de las operaciones, costos de limpieza, remediación, y posibles acciones legales y multas.

Cese de actividades (construcción y operación)

El cese de actividades se refiere a la interrupción total, parcial, temporal o permanente, de las labores de construcción o de la operación del proyecto, esta amenaza puede ser provocada por múltiples factores internos o externos.

Internamente, puede deberse a problemas financieros, disputas laborales (como huelgas), fallas técnicas mayores que requieran una paralización para reparación, o decisiones estratégicas de la empresa, externamente puede ser impuesta por autoridades regulatorias debido a incumplimientos normativos, protestas sociales que bloqueen el acceso o eventos de fuerza mayor.

Un cese de actividades tiene impactos económicos devastadores, incluyendo pérdidas de ingresos, costos fijos continuos, penalizaciones contractuales, daño a la reputación y en casos extremos, la inviabilidad y abandono del proyecto.

8.2 ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS

Tabla 8: Escenarios de ocurrencia de las amenazas identificadas

Tipo de amenaza	Fuente	Intensidad estimada	Frecuencia	Área potencial de afectación
Movimientos en masa (deslizamientos)	Taludes inestables	Baja	Baja	Tramo sector 04 urbano
Sismos	Zona de amenaza sísmica intermedia	Variable	Media	Toda el área
Inundación	Area baja de la cuenca	Alta	Alta	Toda el área
Incendios forestales	Cobertura vegetal seca	Baja	Baja	Áreas rurales
Contaminación del agua/suelo	Manejo inadecuado de residuos, derrames accidentales, vertimientos	Baja	Baja	Cuerpos de agua cercanos, suelos adyacentes a la vía
Accidentes laborales/viales	Operación de maquinaria, tránsito	Variable (leve a fatal)	Media	Zona de obra, corredor vial

	vehicular, errores humanos			
Conflictos sociales/protestas	Desacuerdos comunitarios, afectaciones no compensadas, oposición	Media a Alta	Baja	Zonas de influencia del proyecto, puntos de acceso
Derrame de sustancias peligrosas	Fallas en equipos, accidentes de transporte, almacenamiento	Media a Alta	Baja	Zona de obra, suelo y agua cercanos
Erosión	Escorrentía superficial, falta de cobertura vegetal, pendientes	Ligera	Baja	Taludes, bermas, cauces de agua

Fuente: El estudio

8.3 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Tabla 9: Ponderación y valoración del factor frecuencia e intensidad

FRECUENCIA			INTENSIDAD		
Ocurrencia de la amenaza	**Valoración**	**Descripción**	**Afectación de la amenaza**	**Valoración**	**Descripción**
Largo plazo	0	El evento no se ha presentado en los últimos 20 años	Bajo (leve)	0	Lesiones leves, pérdidas económicas de baja consideración y daños al ambiente no significativos
Mediano plazo	1	El evento se presenta por lo menos 1 vez en los últimos 10 años	Media (de consideración)	1	Personas afectadas sin gravedad, algunas pérdidas y daños en medios de vida y en el ambiente
	2	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 5 años		2	Personas damnificadas y algunos heridos, perdidas y daños económicos y ambientales de consideración
Corto plazo	3	El evento se presentó 1 vez cada año	Alta	3	Generación de un número alto de damnificados y/o cantidad de heridos, pérdidas
	4	El evento se presenta 2 o más veces al año		4	Reporte de muchas víctimas fatales, grandes pérdidas, económicas y/o ambientales, con efectos secundarios

Fuente: Guía para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en proyectos de inversión

Tabla 10: Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad

Amenaza por tipo de evento		Frecuencia					Intensidad					Valoración Amenaza (Alta-media-baja)
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Naturales	Sismos					x		x				2.5
	Tsunami	x					x					0
	Erupción volcánica	x					x					0
	Huracanes	x					x					0
	Vendavales	x					x					0
	Erosión costera	x					x					0
	Aumento del nivel del mar	x					x					0
	Olas de calor		x				x					0
Socio naturales	Movimiento en masa	x						x				0.5
	Avenidas torrenciales	x						x				0.5
	Inundaciones		x								x	2.5
	Incendios forestales	x						x				0.5
Antrópicos	Incendios estructurales		x					x				1
	Derrames de hidrocarburos		x					x				0.5
	Contaminación		x					x				0.5

Fuente: El estudio

Tabla 11: Valoración de la amenaza

	Valor	Intensidad				
		4	3	2	1	0
Frecuencia	4	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
	3	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5
	2	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	1	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
	0	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0

Fuente: Guía para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en proyectos de inversión

Tabla 12: Resultados de la valoración de la amenaza

Valor	Descripción
3 - 4	Amenaza alta: La ejecución del Proyecto se compromete seriamente y se genera cambios relevantes que restringen o condicionan la ejecución del mismo.
1.5 – 2.5	Amenaza media: La afectación al Proyecto puede ser considerable, lo que implica cambios necesarios que reduzcan la restricción para ejecutarlo.
0 - 1	Amenaza baja o leve: La afectación del Proyecto es en algo perceptible pero no genera cambios que restrinjan su ejecución.

Fuente: Guía para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en proyectos de inversión

8.4 ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

Tabla 13: Criterios de verificación para el análisis de vulnerabilidad

Vulnerabilidad por exposición (Localización)	SI = 0 / NO = 1	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?	No	1	Esta expuesto
Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)			
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	SI	0	Fragilidad baja
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto toma en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	SI	0	
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	SI	0	
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura tienen en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos extremos durante la vida útil del proyecto?	SI	0	
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las características, climáticas, geográficas y físicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?	SI	0	
Vulnerabilidad por resiliencia			
¿El proyecto contempla el aseguramiento de la infraestructura ante desastres?	NO	1	Resiliente
¿El proyecto incluye plan de contingencia para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? (Aplica para proyectos que se enmarquen en el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012)	SI	0	
Total susceptibilidad		1	

Fuente: Guía para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en proyectos de inversión

8.5 EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo es un proceso fundamental dentro de la gestión del riesgo de desastres, que permite comprender la magnitud y naturaleza de los riesgos a los que está expuesto el proyecto en estudio. Este proceso no solo identifica los peligros, sino que también estima el potencial de pérdidas y daños, proporcionando una base para la toma de decisiones informada sobre las medidas de reducción y manejo.

8.5.1 Valoración de riesgos

Tabla 14: Nivel de riesgo para el proyecto

Total Susceptibilidad	**Fragilidad**	**Resiliencia**	**Total**
	0	**1**	**1**
Total Vulnerabilidad	**Exposición**	**Susceptibilidad**	**Total**
	1	1	2
Índice de riesgo	**Amenaza**	**Vulnerabilidad**	**Total**
	17	2	34

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Interpretación
Bajo	25	El Proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución

Fuente: El estudio

Tabla 15: Jerarquización de los riesgos para el proyecto

Riesgo	**Tipo de amenaza**	**Nivel de riesgo**	**Medidas existentes**	**Necesidad de intervención**
Deslizamientos	Movimiento en masa	Bajo	Ninguna	Urgente (obras de estabilización)
Inundaciones	Lluvias intensas	Bajo	Alcantarillas en mal estado	Requiere mantenimiento y limpieza
Sismo	Movimientos sísmicos	Medio	Ninguna	Estudio amenazas *NSR-10*
Incendios	Deforestación	Medio	Ninguna	-

Fuente: El estudio.

8.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la valoración de riesgos realizada para el proyecto en estudio, se establecen las siguientes conclusiones respecto a los niveles de riesgo identificados, categorizándolos en críticos, tolerables y aceptables, lo que permite una gestión diferenciada y una asignación eficiente de recursos para su mitigación y control.

Los riesgos críticos que demandan atención prioritaria y la implementación de medidas preventivas y de monitoreo intensivo se concentran principalmente en aquellos eventos que, de materializarse, tendrían un impacto devastador en la seguridad del personal, la integridad de la infraestructura y la sostenibilidad ambiental y social del proyecto. Estos incluyen:

Impacto de sismicidad: Pese a que el área de influencia del proyecto no se caracteriza por registrar epicentros sísmicos de alta magnitud, su frecuencia es relevante, la clasificación de "amenaza sísmica intermedia" según la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y la intensidad esperada de "moderada" implican un riesgo crítico para la estabilidad de las nuevas infraestructuras.

Un evento sísmico de alta intensidad puede inducir fallas estructurales en puentes, viaductos, muros de contención y la propia calzada, comprometiendo la integridad y funcionalidad del corredor vial. La ausencia de medidas de diseño sismo resistente adecuadas en la planificación inicial o una subestimación de la amenaza podrían llevar a un colapso estructural con graves consecuencias. Por lo tanto, es fundamental realizar un estudio detallado de amenazas sísmicas y asegurar que todos los diseños estructurales cumplan estrictamente con la NSR-10, incorporando elementos de disipación de energía y reforzamiento sísmico.

Inundaciones: Aunque la ocurrencia de inundaciones en la zona puede tener una probabilidad menor, su impacto potencial en el entorno natural y en la operación del proyecto es considerable. La amenaza, especialmente en temporadas de lluvia, representa un combustible potencial. Una inundación puede afectar la población local, y generar interrupciones en el tráfico. La prevención de este riesgo implica la implementación de planes de mantenimiento y jornadas de aseo de la red de drenaje de aguas lluvia y la coordinación con las autoridades ambientales y de gestión del riesgo locales.

9. PLAN DE MANEJO DEL RIESGO DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

9.1 ACCIONES PREVENTIVAS EN OBRA (MONITOREO DE TALUDES, CONTROL DE ESCORRENTÍAS)

La prevención depende de que la implementación de las medidas de atención sean lo más eficiente posibles y los procesos de restauración lo menos traumáticos. aquí se hace énfasis en las medidas que preparen y prevengan la presencia de sucesos inesperados, causando graves daños sobre las comunidades, los recursos naturales o la infraestructura del Proyecto. La implementación de esta estrategia es fundamental para disminuir la ocurrencia de una contingencia, el objetivo general es disminuir la vulnerabilidad del proyecto y de las comunidades afectadas, frente a las amenazas de tipo natural y técnico, identificadas dentro de su zona de influencia. A continuación, se plantean algunas medidas preventivas de carácter general que pueden ayudar a reducir la magnitud y duración de una contingencia cuando ella ocurra:

Señalización:

Para el manejo de las emergencias ocasionadas por la ocurrencia de eventos contingentes en la zona de influencia del proyecto, se requiere el montaje y continuo mantenimiento de un sistema de señalización que ayude a evitar la ocurrencia de accidentes, mediante la implementación de la señalización adecuada por parte del contratista de obra:

- Lugares apropiados para el tránsito peatonal y vehicular
- Lugares peligrosos para la circulación o estadía del personal
- Ubicación de los implementos básicos de seguridad (extintores, mascaras, teléfonos etc.)
- Rutas de evacuación
- Puntos de encuentro

Prevención para emergencias por movimientos sísmicos:

Debido a la amplia distribución y diversidad que pueden tener los efectos de un terremoto, la protección de las vidas humanas y de la infraestructura del Proyecto como tarea de prevención, debe estar enfocada hacia la disminución de la vulnerabilidad, educando a los trabajadores hacia un comportamiento defensivo durante y después del terremoto y preparar sistemas de comunicación de emergencias, que permitan solicitar el apoyo de las entidades de socorro. La socialización deberá corresponder al manejo del personal en caso de la ocurrencia de un evento sísmico trasladándolos a una zona libre de riesgo por caída de material, arboles, deslizamientos, etc.

Medidas de prevención para emergencias por deforestación:

Los procesos de deforestación que sufren las diferentes microcuencas de la zona de influencia del proyecto podrían generar problemas como cambios en el microclima, reducción de la humedad y aumento de procesos erosivos; reducción de la capacidad del suelo de retener humedad, pérdida de regulación del régimen hídrico, conllevando a un aumento de la sedimentación y riesgos de inundación.

- Realizar charla de educación en temas relacionados con la conservación de recursos.

Medidas de prevención para emergencias por incendios forestales:

El principio básico de la prevención y del ataque de incendios forestales, consiste en impedir que se presenten en un mismo sitio los factores: combustible, oxígeno y calor. La información y señalización de las áreas vulnerables a incendios forestales es una medida de prevención importante de este evento.

- La dotación de equipos para el control de incendios en áreas cercanas es otra medida de prevención.
- Evitar quemas de bosques en los alrededores.
- No encender fuero cerca de árboles o arbustos, ni botar cigarrillos encendidos.
- No manipular combustible, aceites y productos químicos en zonas con vegetación.
- No almacenar materiales en zonas de vegetación

9.2 SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

Componentes Clave de un Sistema de Alerta Temprana:

- **Conocimiento del Riesgo:** Identificación de las zonas vulnerables y los tipos de amenazas.
- **Análisis y Pronóstico:** Evaluación de la información para predecir la evolución del peligro.
- **Comunicación de Alertas:** Transmisión de la información a la población y autoridades a través de diversos canales.
- **Capacidad de Respuesta:** Implementación de medidas para mitigar los efectos del peligro, como evacuaciones o activación de protocolos de emergencia.

Inundaciones: Incluir pronósticos que alertan sobre posibles crecidas. Las alertas pueden transmitirse a través de mensajes de texto y radio, permitiendo la evacuación de zonas vulnerable.

Sismos: Los sensores sísmicos detectan las ondas sísmicas iniciales, generando alertas que pueden llegar a zonas distantes antes de que lleguen las ondas más destructivas. Esto permite la activación de protocolos de seguridad y la protección de infraestructura. Implementar alerta de sismo en el aparato móvil de los trabajadores para su detección temprana y poder evitar accidentes en obra.

9.3 IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL

La implementación de elementos de seguridad vial debe hacerse de forma técnica y estratégica para prevenir accidentes y garantizar un tránsito seguro para todos los usuarios.

Tabla 16: Principales elementos de seguridad vial

Elemento	Función
Señalización vertical	Advertir, reglamentar o informar
Señalización Horizontal	Guiar el transito sobre la calzada
Barreras de contención	Proteger en zonas de riesgo (puentes, curvas)
Reductores de velocidad	Disminuir la velocidad en zonas específicas
Dispositivos reflectivos	Señalizar en la noche o condiciones de baja visibilidad

Fuente: El estudio

Para el manejo de las emergencias ocasionadas por la ocurrencia de eventos contingentes en la zona de influencia del proyecto, se requiere el montaje y continuo mantenimiento de un sistema de señalización que ayude a evitar la ocurrencia de accidentes, mediante la implementación de la señalización adecuada por parte del contratista de obra:

- Lugares apropiados para el tránsito peatonal y vehicular
- Lugares peligrosos para la circulación o estadía del personal
- Ubicación de los implementos básicos de seguridad (extintor, camilla, botiquín)
- Rutas de evacuación
- Puntos de encuentro

9.4 PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS EN CASO DE DESASTRES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Plan general

El plan general describe la estructura de activación de los otros planes y la activación simultánea de los mismos. Este plan debe ser manejado por el comité de emergencias.

Plan de Atención de Emergencias

Este plan será activado por el plan general, cuando el evento que ocurra sea de carácter accidental o natural y que puede ocasionar pérdida de vidas humanas. En los eventos accidentales se incluyen las explosiones, accidentes de maquinaria, incendios, accidentes labores entre otros.

Plan de atención técnica

Este plan será activado por el plan general cuando el evento que ocurra sea de carácter técnico y se relaciona con la ocurrencia de sucesos que se presentan debido a problemas constructivos y que generan atrasos y extra-costos al provecto.

Plan de atención social

Este plan será activado por el plan general cuando el evento que ocurra sea de carácter social y se relaciona con conflictos con la comunidad generados por la desestabilización de la estructura socioeconómica de la zona de influencia directa o indirecta del proyecto.

Se consideran eventos como: paros cívicos, huelgas de trabajadores, actos terroristas, epidemias, entre otros.

Procedimiento en caso de emergencia

Las acciones durante la emergencia se pueden resumir, sin pretender incluir todas, en la siguiente relación:

- Ubicar el siniestro.
- Determinar el código de la emergencia.
- Accionar un sistema de alarma de emergencia tanto interno como externo, dependiendo de la gravedad de la situación.
- Coordinar los comités y grupos de apoyo logístico.
- Mantener la calma, no correr, ni gritar.
- Si alguien se cae, recogerlo con cuidado y con prisa, continuar con la evacuación.
- Desplazarse a las zonas de seguridad interna identificadas.
- Verificar que todas las personas hayan salido.
- Coordinar la búsqueda y rescate de las personas afectadas en el lugar del siniestro.
- No tocar cables de energía eléctrica.
- Sacar los heridos, prestarles los primeros auxilios, en caso de estar capacitado para hacerlo.
- Ubicarlos en los puestos de atención o trasladarlos al hospital más cercano, si así se requiere.
- Desarrollar medidas de protección a las instalaciones y bienes (evitar posibles saqueos).

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

- Controlar el ingreso de personas y vehículos, el cual se suspenderá hasta nueva orden, exceptuando el ingreso de los integrantes del sistema de apoyo, debidamente identificados.

En el proceso de evacuación se tiene tres etapas o fases:

- Detección del peligro: Es el tiempo transcurrido desde que se origina el peligro hasta que alguien lo reconozca
- Alarma: La señal audiovisual que alerte la existencia de peligro.
- Preparación para la salida: Tiempo transcurrido desde que se comunica la decisión de evacuar, hasta que empieza a salir la primera persona y la salida de la totalidad del personal.

Medidas de atención para emergencias por movimientos sísmicos

- El comité coordinador del plan convocará al comité de emergencias, para que éste realice una rápida evaluación de los daños y active el plan de atención de emergencias en caso de que el evento involucre vidas humanas.
- Si la situación lo amerita, el comité de emergencias solicitará apoyo de las entidades externas y articulará la atención de las consecuencias del sismo a un programa regional de este tipo.
- Una vez atendida la emergencia se convocará al comité de asesoría técnica para evaluar los daños en cada uno de los frentes.

Medidas de atención para emergencias por incendios forestales

En caso de presentarse un incendio forestal en la zona de influencia directa del Proyecto se procede a aislar la zona del evento y se inician las labores de extinción, con el apoyo de la brigada de emergencias y la brigada de bomberos.

- Si se logra controlar el incendio, se procede a la limpieza y recuperación de la zona y posteriormente se evalúan los daños y se elabora un informe.
- Si no fue posible controlar el incendio, el comité de coordinación del plan informa a las autoridades locales para que apoyen la atención del evento.
- Una vez controlada la emergencia, el contratista y la interventoría evaluarán los daños y el estado final de la zona afectada, con el fin de determinar las necesidades de reparaciones y restricciones.
- El equipo evaluará la ejecución de las medidas constructivas correctivas y programará las acciones para su aplicación.
- Para la extinción de incendios existen varias técnicas dependiendo de las condiciones del terreno, el tipo de bosque y de los recursos disponibles.

9.5 ARTICULACIÓN CON EL CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO

Socialización del Proyecto

- Presentar el proyecto ante el Consejo Municipal antes de iniciar obras
- Explicar el diseño, la ubicación y los posibles impactos en la seguridad
- Entregar documentos técnicos, planos y estudios de riesgo

Evaluación de Riesgos con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo

Solicitar apoyo del Consejo para revisar los estudios de:

- Amenaza por remoción en masa.
- Inundabilidad o afectación hídrica.
- Riesgos asociados al tránsito.

Integrar las recomendaciones del CMGRD al diseño del proyecto:

- Medidas de mitigación adicionales.
- Ajustes al diseño de la vía si es necesario.
- Señalización preventiva en zonas de riesgo.

Coordinación de Medidas de Seguridad y Respuesta

Definir con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo los protocolos de emergencia vial en caso de desastres:

- Puntos de control o cierres viales temporales.
- Alertas comunitarias para usuarios de la vía.
- Integración con bomberos, policía, defensa civil y salud.
- Coordinar simulacros o capacitaciones en las zonas de mayor riesgo.

Seguimiento y Mantenimiento

- Establecer un plan de monitoreo conjunto con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo
- Supervisión periódica de la vía (especialmente en épocas de lluvia).
- Inspecciones técnicas en zonas inestables.
- Reporte de incidentes o deterioro de elementos de seguridad vial.

9.6 SISTEMA DE MONITOREO

Más allá del monitoreo específico de taludes o condiciones meteorológicas, se implementará un sistema de monitoreo integral del Plan de Manejo del Riesgo

(PMR). Este sistema buscará evaluar de manera continua la efectividad de todas las medidas implementadas y la evolución de los riesgos a lo largo de la ejecución del proyecto. Su propósito es asegurar que el PMR se mantenga relevante, eficiente y adaptado a las condiciones cambiantes:

- **Inspecciones Periódicas:** Se realizarán inspecciones periódicas no anunciadas, para verificar la implementación efectiva del PMR en los frentes de trabajo, campamentos y demás instalaciones del proyecto. Estas inspecciones evaluarán el cumplimiento de los procedimientos, la disponibilidad de recursos, la capacitación del personal y la identificación de nuevas condiciones de riesgo. Los hallazgos serán documentados y se establecerán planes de acción correctiva.

- **Revisión y Actualización Continua del Plan:** El PMR será concebido como un documento vivo que se revisará y actualizará periódicamente, al menos anualmente o cuando ocurra un evento significativo. Esta revisión se basará en los resultados del monitoreo, la experiencia adquirida en la gestión de incidentes (lecciones aprendidas), los cambios en las condiciones del proyecto (avances de obra, nuevas actividades) o del entorno (cambios climáticos, nuevas regulaciones). La actualización asegurará que el plan siga siendo pertinente y eficaz.

- **Reportes de Gestión del Riesgo:** Se generarán informes periódicos (mensuales, trimestrales) sobre la gestión del riesgo. Estos reportes incluirán un resumen de los incidentes ocurridos, las medidas de respuesta implementadas, los resultados del monitoreo, el estado de cumplimiento de las acciones preventivas y mitigadoras, y las lecciones aprendidas. Estos informes serán presentados a la dirección del proyecto y a las partes interesadas relevantes para mantenerlos informados y facilitar la toma de decisiones.

- **Análisis de Incidentes y No Conformidades:** Cada incidente, casi-incidente o no conformidad relacionada con la gestión del riesgo será investigado a fondo para identificar sus causas raíz. Los resultados de estas investigaciones se utilizarán para ajustar los procedimientos, mejorar las capacitaciones y fortalecer las medidas preventivas, fomentando una cultura de mejora continua y aprendizaje organizacional.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el presente informe se lograron identificar los procesos que amenazan el proyecto de manera directa el cual se determina que son los sismos.

- De acuerdo con los antecedentes sísmicos de la zona de estudio, se observa que la intensidad sísmica esperada es muy fuerte, de acuerdo al mapa sísmico de Colombia del Servicio Geológico Colombiano, y que este fenómeno actualmente no ha afectado la estabilidad del tramo de vía en estudio.

- Se recomienda incorporar Gestión del Riesgo desde el inicio del proyecto.

- El presente plan analiza todas las amenazas naturales y antrópicas presentes en el AID del proyecto (remoción de masa, inundaciones, sismos, incendios forestales).

- El desarrollo del proyecto implica intervenciones en un entorno natural que, si no se gestionan adecuadamente, pueden derivar en impactos ambientales severos. Esto incluye la contaminación de ecosistemas sensibles y cuerpos de agua por derrames de combustibles, lubricantes o residuos de construcción, la alteración de hábitats y la pérdida de biodiversidad. Las consecuencias de estas afectaciones no solo son ecológicas, sino que pueden acarrear sanciones legales, multas y un deterioro de la imagen del proyecto.

- El presente plan integra medidas de mitigación y adaptación directamente en el diseño: sistemas de drenaje adecuados (cunetas, sumideros), mejoramiento del suelo.

CONTROL INGENIERÍA S.A.S.

Cordialmente,



Ing. RODRIGO ALBEIRO MENDIVELSO
C.C. 7.181.346 DE TUNJA
ESP. GESTION AMBIENTAL