



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**Estudio de Impacto Ambiental para el “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia
60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San
Felipe”**

CAPÍTULO 10. PLANES Y PROGRAMAS CAPÍTULO 10.1.3 Plan de Gestión del Riesgo

POR:



Bogotá, junio de 2025

CONTENIDO

10	PLANES Y PROGRAMAS	8
10.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	8
10.1.3	Plan de Gestión del Riesgo	8
BIBLIOGRAFÍA		134

TABLAS

Pág.

Tabla 10-1 Marco Normativo	8
Tabla 10-2 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión	12
Tabla 10-3 Infraestructura asociada al proyecto.....	13
Tabla 10-4 Fases y Actividades del Proyecto.....	13
Tabla 10-5 Características del proyecto.....	18
Tabla 10-6 Número de mesas a instalar	20
Tabla 10-7 Características del transformador de potencia	20
Tabla 10-8 Características del centro de transformación	21
Tabla 10-9 Equipos principales a instalar.....	21
Tabla 10-10 características Generales de la Línea de Transmisión.....	22
Tabla 10-11 Coordenadas puntos de partida y llegada de la línea.	22
Tabla 10-12 Características de la línea de transmisión.....	23
Tabla 10-13 Características de la línea de transmisión.....	23
Tabla 10-14 Equipos requeridos durante la construcción del parque fotovoltaico.....	26
Tabla 10-15 Equipos requeridos Línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe.....	27
Tabla 10-16. Materiales de construcción por infraestructura	28
Tabla 10-17 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	34
Tabla 10-18 Criterios para la calificación de vulnerabilidad.....	35
Tabla 10-19 Criterios para definir el nivel de riesgo	37
Tabla 10-20 Definición del nivel de riesgo.....	37
Tabla 10-21 Rangos de aceptabilidad del riesgo.....	38
Tabla 10-22 Amenaza sísmica en el área de influencia fisicobiótica.....	43
Tabla 10-23 Intensidad máxima observada para el área de evaluación.....	45
Tabla 10-24 Amenaza por inundación en el área de influencia fisicobiótica	46
Tabla 10-25 Amenaza volcánica en el área de influencia fisicobiótica	48
Tabla 10-26 Clasificación del viento a partir del rango de velocidades	50
Tabla 10-27 Parámetros para calificar la variable de velocidad máxima anual viento.....	50
Tabla 10-28 Amenaza por vendavales en el área de influencia fisicobiótica	50
Tabla 10-29 Rangos de nivel cerámico.....	52
Tabla 10-30 Rangos Densidad de descargas a tierra (DDT).....	52
Tabla 10-31 Amenaza por tormentas eléctricas en el área de influencia fisicobiótica	53
Tabla 10-32 Tipos de incendios sobre coberturas vegetales.....	54
Tabla 10-33 Categoría de amenaza por plantas pirófitas	55
Tabla 10-34 Duración de los combustibles y clasificación de amenaza	55
Tabla 10-35 Clasificación de amenaza por carga total de combustible de las plantas pirófitas	55
Tabla 10-36 Rangos para la clasificación de amenaza por incendios forestales	56
Tabla 10-37 Resultado de susceptibilidad por incendios forestales para coberturas	56
Tabla 10-38 Susceptibilidad por incendios forestales para coberturas.....	57
Tabla 10-39 Susceptibilidad por precipitación anual a incendios forestales	58
Tabla 10-40 Susceptibilidad por temperatura anual a incendios forestales	58
Tabla 10-41 Pendientes asociadas al área de influencia fisicobiótica.....	58

Tabla 10-42 Susceptibilidad por relieve a incendios forestales.....	59
Tabla 10-43 Susceptibilidad de acuerdo con el registro de incendios forestales	59
Tabla 10-44 Susceptibilidad por accesibilidad a incendios forestales	59
Tabla 10-45 Amenaza por incendios forestales	60
Tabla 10-46 Amenaza por cambio climático en el área de influencia fisicobiótica	62
Tabla 10-47 Amenaza por movimientos en masa en el área de influencia fisicobiótica	64
Tabla 10-48 Amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia fisicobiótica	66
Tabla 10-49 Amenaza por derrames.....	70
Tabla 10-50 Distancia mínima de seguridad en diferentes situaciones	72
Tabla 10-51 Amenaza por riesgo eléctrico	72
Tabla 10-52 Amenaza por incendios y explosiones	74
Tabla 10-53 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas	77
Tabla 10-54 Estimación de escenarios de riesgo y áreas de afectación del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.....	79
Tabla 10-55 Potenciales elementos expuestos	84
Tabla 10-56 Vulnerabilidad de los elementos expuestos	90
Tabla 10-57 Amenaza por inundación en el área de influencia fisicobiótica	93
Tabla 10-58 Resultados del riesgo individual en el área de intervención del proyecto	96
Tabla 10-59 Resultados del riesgo ambiental.....	97
Tabla 10-60 Resultados del riesgo socioeconómico	98
Tabla 10-61 Resultados del riesgo social.....	100
Tabla 10-62 Programa de monitoreo	101
Tabla 10-63 Medidas prospectivas del proyecto.....	105
Tabla 10-64 Medidas de intervención reactiva	108
Tabla 10-65 Propuesta para el Programa de Capacitación y Entrenamiento	110
Tabla 10-66 Niveles de emergencia	120
Tabla 10-67 Sistema de alertas.....	121
Tabla 10-68 Aspectos del proceso de actualización del Plan de Emergencia y Contingencias (PEC)	131
Tabla 10-69 Datos de contacto para la atención de emergencias	132
Tabla 10-70 Teléfonos de contacto de otras entidades.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 10-1 Localización geográfica del proyecto.....	11
Figura 10-2 Ubicación Subestación elevadora	22
Figura 10-3 Silueta estructuras a emplear.....	24
Figura 10-4 Infraestructura temporal.....	26
Figura 10-5 Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	29
Figura 10-6 Proceso de gestión del riesgo	33
Figura 10-7 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo	38
Figura 10-8 Zonificación sísmica en el área de evaluación y alrededores	42
Figura 10-9 Zonificación de amenaza sísmica en el área de influencia fisicobiótica según la NSR-10.....	44
Figura 10-10 Mapa de intensidad máxima observada para el área de evaluación.....	45
Figura 10-11 Amenaza por inundación	47
Figura 10-12 Amenaza volcánica en el área de influencia fisicobiótica	48
Figura 10-13 Rosa de vientos horario diurno y nocturno.....	49
Figura 10-14 Amenaza por vendavales en el área de influencia fisicobiótica	51
Figura 10-15 Amenaza por tormentas eléctricas en el área de influencia fisicobiótica.....	53
Figura 10-16 Amenaza por incendios forestales.....	60
Figura 10-17 Mapas Nacionales de Cambio de Temperatura del 2011-2100.....	61
Figura 10-18 Mapas Nacionales de Cambio de Precipitación del 2011-2100.....	62
Figura 10-19 Amenaza por cambio climático en el área de influencia fisicobiótica	63
Figura 10-20 Amenaza por movimientos en masa en el área de influencia fisicobiótica	65
Figura 10-21 Amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia fisicobiótica	67
Figura 10-22 Tasa de Homicidios por cada 100.000 habitantes. Armero 2017.....	69
Figura 10-23 Tasa de Hurtos por cada 100.000 habitantes. Armero 2017	69
Figura 10-24 Amenaza por derrames	71
Figura 10-25 Amenaza por riesgo eléctrico.....	73
Figura 10-26 Amenaza por incendios y explosiones.....	75
Figura 10-27 Histórico de eventos de las amenazas exógenas en el municipio de Falan ..	76
Figura 10-28 Histórico de eventos de las amenazas exógenas en el municipio de Armero Guayabal	77
Figura 10-29 Estimación de áreas de afectación.....	84
Figura 10-30 Elementos expuestos del componente individual	87
Figura 10-31 Elementos expuestos del componente ambiental.....	88
Figura 10-32 Elementos expuestos del componente socioeconómico	89
Figura 10-33 Elementos expuestos del componente social.....	90
Figura 10-34 Vulnerabilidad de los elementos expuestos	93
Figura 10-35 Amenaza total exógena	94
Figura 10-36 Amenaza total endógena	95
Figura 10-37 Riesgo individual	96
Figura 10-38 Riesgo ambiental.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10-39 Riesgo socioeconómico	99
Figura 10-40 Riesgo social.....	100
Figura 10-41 Ejecución de simulación	111
Figura 10-42 Ejecución de simulacro.....	112

Figura 10-43 Sitios estratégicos para el control de contingencias	117
Figura 10-44 Ruta de evacuación y equipos de emergencia del parque solar	118
Figura 10-45 Ruta de evacuación y equipos de emergencia de la línea de transmisión ..	119
Figura 10-46 Línea de acción en caso de una emergencia	122
Figura 10-47 Línea de acción en caso de un sismo.....	122
Figura 10-48 Línea de acción en caso de inundación	124
Figura 10-49 Línea de acción en caso de una erupción volcánica.....	125
Figura 10-50 Línea de acción en caso por vendavales	126
Figura 10-51 Línea de acción en caso por incendio forestal	127
Figura 10-52 Línea de acción por movimientos en masa y avenidas torrenciales	128
Figura 10-53 Línea de acción por derrames.....	128
Figura 10-54 Línea de acción en caso por incendios y explosiones	130
Figura 10-55 Prioridades de protección en caso de emergencia	133

ANEXOS

Anexo/Anexo8Planesyotrosprogramas:

1. Instrumentos_territoriales
2. Directrices_HSE-GUL-011-01-AA-ES

10 PLANES Y PROGRAMAS

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

10.1.3 Plan de Gestión del Riesgo

El Plan de Gestión del Riesgo es un instrumento que se establece de acuerdo con lo estipulado en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en Proyectos de Uso de Energía Fotovoltaica TdR -015 (2018), Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17, la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018) y el 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".

Se aborda el conocimiento del riesgo, se identifican los hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo que puedan causar efectos no previstos durante las diferentes etapas y actividades del proyecto; una vez se analiza y evalúa el riesgo, se desarrolla el componente de reducción del riesgo en el cual se formulan las medidas de intervención correctivas y prospectivas con el fin de reducir fundamentalmente la exposición a las amenazas, seguido la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura. Por último, se desarrolla el componente del manejo de desastres donde se plantean las acciones o estrategias para la respuesta.

10.1.3.1 Marco normativo

En la Tabla 10-1 se presenta el marco normativo bajo el cual se desarrolló el presente Plan de Gestión del Riesgo en adelante PGR.

Tabla 10-1 Marco Normativo

NORMA	ENTIDAD	CONTENIDO
Decreto 2811 de 1974	Congreso República	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.
Directiva presidencial 33 de 1989	Sistema Nacional para la Prevención y atención de Desastres	Responsabilidades de los organismos y entidades descentralizadas orden nacional del sector público, en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención Atención de Desastres.
Constitución Política de 1991	Asamblea Nacional Constituyente	Protección de riquezas naturales; derecho a un ambiente sano; planificación manejo y aprovechamiento de recursos naturales; estados de emergencia; explotación.
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	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.
Decreto 2340 DE 1997	Presidencia de la República	Por el cual se dictan unas medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales y se dictan otras disposiciones.

NORMA	ENTIDAD	CONTENIDO
Ley 1333 de 2009	Congreso de la República	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental.
Decreto 3573 de 2011	Departamento administrativo de la función pública	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA– y se dictan otras disposiciones. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA– es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o <i>trámite ambiental</i> cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País.
Decreto 4147 de 2011	Presidencia de la República	Creación de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, del orden nacional, adscrita al Departamento Administrativo de la Presidencia de la República.
Ley 1575 de 2012	Congreso de Colombia	Responsabilidades, competencias y funciones de las Juntas y Cuerpos de Bomberos a nivel Nacional.
Ley 1523 de 2012	Congreso de la República	Adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Creación de Consejos Territoriales.
Decreto 2041 de 2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el Título V3 de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se señala que, si durante la ejecución de los proyectos obras, o actividades sujetas a licenciamiento ambiental o plan de manejo ambiental ocurriesen incendios, derrames, escapes, parámetros de emisión y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos o cualquier otra contingencia ambiental, el titular deberá ejecutar todas las acciones necesarias con el fin de hacer cesar la contingencia ambiental e informar a la autoridad ambiental competente. Se dictan otras disposiciones.
Decreto 2434 de 2015	Ministerio de Tecnología de la Información y Las Comunicaciones	Por la cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; 1078 de 2015 para crearse el Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencias como parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y Desastres.
Resolución 1767 de 2016	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias.
Decreto 308 de 2016	Presidencia de la República	Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres.
Decreto 2157 de 2017	Presidencia de la República	Se dictan las directrices para la elaboración del Plan de Gestión de Riesgos, teniendo en cuenta lo estipulado en el Capítulo III Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012.
GTC 45 de 2012 - Guía técnica para identificación de peligros y valoración de riesgos	Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)	Esta guía proporciona directrices para identificar los peligros y valorar los riesgos de seguridad y salud ocupacional.
NTC-IEC 31010	Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)	Es una norma de soporte para NTC-ISO 31000 y suministra directrices sobre la selección y la aplicación de técnicas sistemáticas para la valoración del riesgo.
NTC-ISO 31000	Instituto Colombiana	Esta norma brinda los principios y las directrices

NORMA	ENTIDAD	CONTENIDO
	de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)	genéricas sobre la gestión del riesgo.

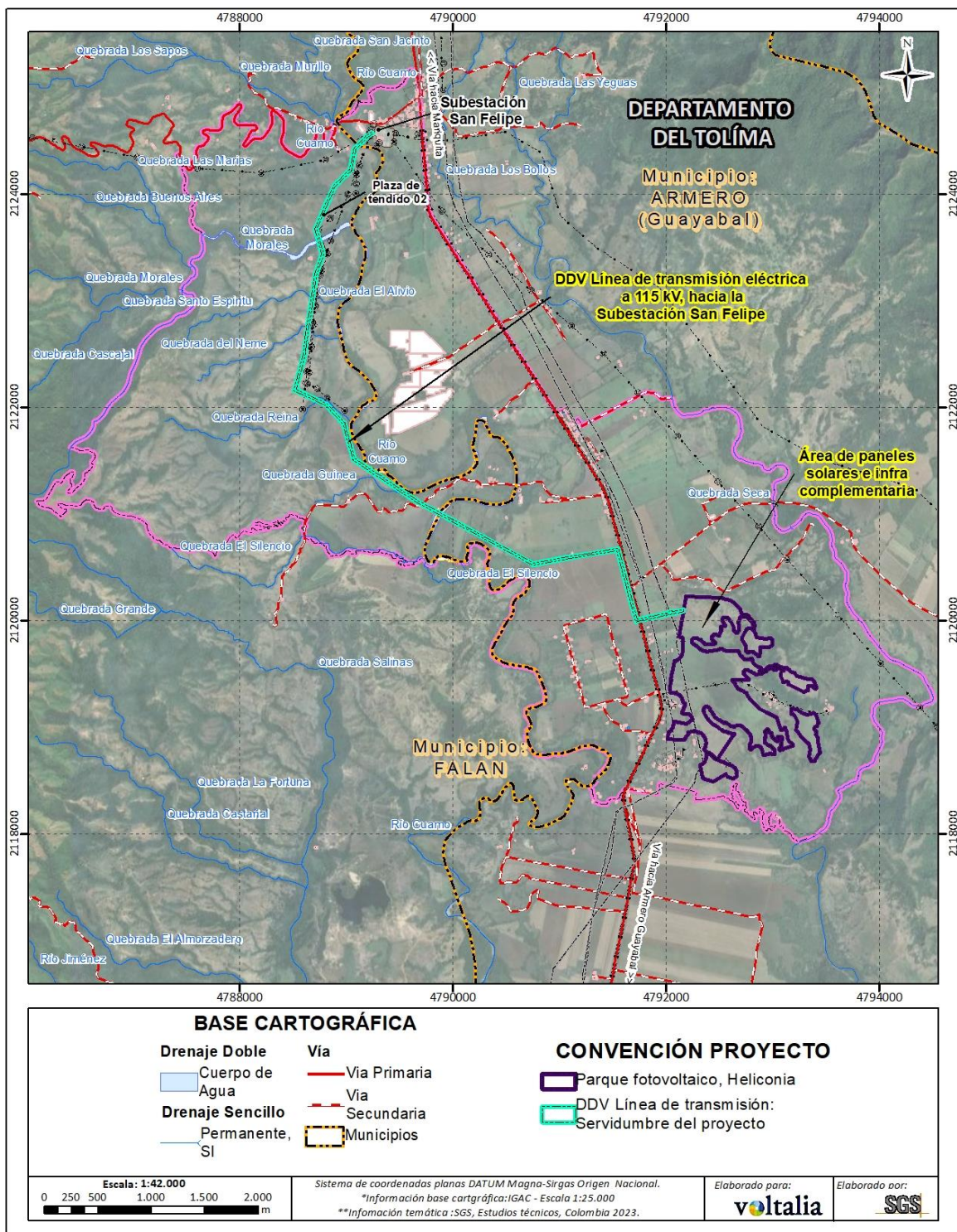
Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.2 Cobertura geográfica

El proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", se prevé desarrollar en los municipios de Armero-Guayabal y Falan en el departamento de Tolima, bajo jurisdicción de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA.

En la [Figura 10-1](#) se presenta la localización general del proyecto del plan de gestión del riesgo correspondiente al parque solar y la línea transmisión y el área de influencia del proyecto.

Figura 10-1 Localización geográfica del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En la Tabla 10-2 se presentan las Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.

Tabla 10-2 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión

ESTRUCT. No.	COORDENADAS	
	Sistema de coordenadas (Origen Único Nacional)	
	NORTE	ESTE
1	2.124.571,344	4.789.236,906
2	2.124.538,374	4.789.188,802
3	2.124.427,825	4.789.081,481
4	2.124.228,684	4.789.041,021
5	2.124.077,833	4.788.890,169
6	2.123.894,295	4.788.809,452
7	2.123.680,874	4.788.715,617
8	2.123.437,766	4.788.780,532
9	2.123.249,035	4.788.713,268
10	2.122.964,216	4.788.673,385
11	2.122.723,157	4.788.633,557
12	2.122.503,225	4.788.607,013
13	2.122.164,975	4.788.520,239
14	2.122.031,115	4.788.811,975
15	2.121.853,396	4.788.977,699
16	2.121.517,827	4.789.071,923
17	2.121.305,225	4.789.386,218
18	2.121.122,641	4.789.662,823
19	2.120.923,882	4.790.031,120
20	2.120.701,855	4.790.442,547
21	2.120.533,570	4.790.754,369
22	2.120.580,601	4.791.021,234
23	2.120.628,407	4.791.293,654
24	2.120.672,594	4.791.543,645
25	2.120.475,986	4.791.595,691
26	2.120.170,326	4.791.676,587
27	2.120.001,892	4.791.721,170
28	2.120.047,367	4.791.934,889
29	2.120.094,786	4.792.155,721

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Las coordenadas de estructuras asociadas al parque solar se pueden consultar en el **Anexo3Descripción del proyecto/Coordenadas Áreas de Intervención**.

La infraestructura asociada al proyecto se presenta en la Tabla 10-3.

Tabla 10-3 Infraestructura asociada al proyecto.

INFRAESTRUCTURA		
DESCRIPCIÓN	TIPO	ÁREA [m2]
PARQUE SOLAR		
Paneles solares - Estructura	Permanente	314560,17
Inversores	Permanente	N/A
Centros de transformación	Permanente	176,5
Drenajes	Permanente	7804,25
Estación meteorológica	Permanente	1
Centros de acopio	Temporal	17952,89
Campamento de obra	Temporal	1978,28
Subestación	Permanente	5629,48
Vías de acceso	Permanente	1680
Vías internas	Permanente	37462,4
Cerramiento	Permanente	13479,07*
Zanjas	Permanente	5069
LÍNEA DE TRANSMISIÓN		
Sitios de Torre	Permanente	1699,42
Plaza de halado - tendido	Temporal	200
Campamento y Centro de acopio	Temporal	904

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

10.1.3.3 Conocimiento del riesgo

El componente de conocimiento del riesgo se desarrolla a partir del contexto de las etapas y actividades del Proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”, asimismo se realizará la identificación, análisis de amenazas, el análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos y la valoración y evaluación de los riesgos, lo cual permite determinar los escenarios sobre los cuales se definirán las medidas de reducción y monitoreo del riesgo.

10.1.3.3.1 Establecimiento del contexto

- Características y actividades generales del proyecto

El proyecto en general comprende cuatro etapas: Preoperativa, Constructiva, operación y desmantelamiento, restauración y abandono; adicional a estas, se considera una denominada “etapa transversal” en la que se agruparon las actividades que no se asocian a un momento específico en el ciclo de vida del proyecto, sino que pueden presentarse en cualquiera de las etapas citadas inicialmente, bajo esta precisión, a continuación, se explica detalladamente cada una de las actividades previstas en las etapas definidas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 10-4 Fases y Actividades del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
ETAPA TRANSVER SAL	Movilización de personal, equipo y maquinaria		Desplazamiento por corredores de acceso existentes o nuevos de la maquinaria, así como de los vehículos pesados y livianos para el transporte del personal, materiales de construcción, insumos y equipos, los cuales se requieren durante la etapa constructiva, operativa y de desmantelamiento, restauración y abandono.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Contratación de personal		Comprende la vinculación de mano de obra calificada o mano de obra no calificada para el desarrollo de las actividades del proyecto; la contratación de personal puede darse a nivel local, municipal o nacional, en el marco de las políticas laborales actuales. A lo largo del desarrollo del proyecto, en la medida en que las actividades se ejecuten, se llevará a cabo el proceso de contratación, inducción y capacitación de personal, privilegiando la mano de obra local.
	Información del proyecto a autoridades y comunidades		Se llevan a cabo los procesos informativos con las autoridades, comunidades y organizaciones comunitarias de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto, de acuerdo con las obligaciones que se establezcan en la licencia ambiental. Asimismo, se realiza un relacionamiento continuo, asociado con las actividades del proyecto en todas sus etapas.
	Adquisición de bienes y servicios		Esta actividad hace referencia a la adquisición de todos los elementos necesarios por etapa para el funcionamiento y operación del proyecto, consta de bienes como alimentos, bebidas, materiales para la construcción y servicios como transporte de personal, exámenes médicos, alimentación, hospedaje, entre otros, los cuales se adquieren en su gran mayoría en los municipios del área de influencia del proyecto.
	Generación y manejo de residuos		Los residuos sólidos que se generan en las diferentes actividades del proyecto se clasificarán de acuerdo a su tipo y se almacenarán temporalmente en sitios adecuados para este fin, realizando su disposición final por medio de un tercero. Los residuos líquidos se manejarán por medio de una empresa tercera, que cuente con los permisos ambientales, para su adecuada disposición final.
ETAPA PRE OPERATIVA	Diseño, ingeniería del proyecto y estudios preliminares		<p>En esta fase preliminar se inician los estudios técnicos y ambientales que promoverán la correcta estructuración del proyecto. Como parte de estos estudios se encuentra el Análisis de Restricciones Ambientales, en el cual se identifican áreas susceptibles de intervención para el desarrollo del proyecto, una estimación inicial del área de influencia del proyecto, lo cual se convierte en punto de partida para concebir la jerarquía de la mitigación entorno a los posibles impactos ambientales que se generarían por el desarrollo del proyecto.</p> <p>Así mismo, dentro de la planeación general del proyecto, se incluyen los diseños electromecánicos y de obras civiles, con apoyo en estudios preliminares. Incluye la recopilación de información meteorológica, reconocimientos geológicos previos, topografía, cartografía y fotogrametría, imágenes de satélite, fotografías aéreas y otras, tanto para el parque solar fotovoltaico como de la línea de transmisión eléctrica.</p> <p>Igualmente, se evalúan las diferentes configuraciones preliminares de layouts (disposición y configuración de mesas, paneles solares y línea de transmisión eléctrica) que permitirán obtener los valores esperados de producción de energía, así como el dimensionamiento de conductores eléctricos, canalizaciones, centros de transformación, configuración de inversores, centros de maniobra, línea de transmisión y subestación eléctrica.</p>
	Negociación de predios		Se refiere a la negociación de las unidades prediales previamente censadas y avaluadas con los propietarios para la adquisición del predio en donde se construirá el parque solar y la constitución de la servidumbre para la operación de la línea de transmisión a 115 kV
CONSTRUCTIVA	Adecuación de accesos existentes y construcción de accesos nuevos	Replanteo topográfico y demarcación	Previo a las actividades de obra civiles, se realizarán los trabajos de topografía para georreferenciar y materializar por medio de estacas, los puntos de cortes y rellenos, en las áreas que se deben intervenir.
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Esta actividad corresponde al desmonte y descapote del terreno natural, donde se incluye la remoción de la capa vegetal y de materiales blandos sobre los sitios que ameriten, como áreas de construcción previamente demarcados en el replanteo topográfico, utilizando los medios manuales o mecánicos necesarios para su ejecución.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño y cuando se requiere construir estructuras de drenaje, en la adecuación o construcción de la vía. En este tipo de actividad se tienen en cuenta los movimientos de tierra que se requieren para la conformación de la superficie en afirmado, en donde se debe extender y compactar el material con maquinaria pesada.
		Adecuación de obras de drenaje	Construcción de obras de drenaje o estructuras hidráulicas, que ayudan al manejo de las aguas de escorrentía o al manejo en los cruces de cuerpos de agua.
		Conformación de la superficie de rodadura de caminos de acceso e internos	Las vías o caminos internos son aquellos que se conformarán dentro del Parque Solar que servirán para comunicar las diferentes instalaciones presentes dentro del parque y para el acceso a las diferentes torres que conforma la línea de transmisión eléctrica. Los caminos internos tendrán un ancho aproximado de 4 metros.
	Actividades de construcción e instalación de la línea de transmisión eléctrica de 115kW	Adecuación de sitios de estructuras (remoción, descapote, explanación y excavación)	Contempla la ejecución de acciones que permitan despejar las coberturas vegetales existentes en los sitios de torres, esto comprende la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás, así como explanación y excavación para cimentaciones en el sitio de la estructura de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño. Esta actividad traerá consigo la generación de residuos, como sobrantes de excavación y material vegetal.
		Cimentación, relleno y compactación en sitios de estructuras	Incluye la instalación de acero de refuerzo, fundición de concreto, relleno y conformación final del sitio de instalación de cada uno de los apoyos de la estructura, de acuerdo con la cimentación seleccionada para cada sitio de estructura. Se realizará el relleno y reconfiguración del terreno. De acuerdo con las recomendaciones geotécnicas del diseño detallado se reincorporará el material excavado si cumple con las condiciones requeridas para su uso.
		Construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura	Comprende la construcción de las fundaciones para: Los pórticos que reciben los conductores de las líneas de transmisión eléctrica; los soportes para los equipos de los patios de potencia, y los requeridos para la casa de control donde estarán alojados los equipos de control y protecciones para las bahías de línea.
		Montaje de torres	El montaje de las torres se realiza en cada uno de los sitios a intervenir mediante el ensamblaje de elementos y secciones en el piso para posteriormente llevar a cabo el armado en sentido ascendente con ayuda de grúas, malacates, plumas y poleas.
		Despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido	Hace referencia al despeje de la vegetación a lo largo de la línea en un ancho, faja o trocha que permita realizar las labores de tendido e izado del conductor y cable de guarda. Así mismo se realizará aprovechamiento forestal de aquella vegetación que genere riesgo a la línea debido a que no cumple con las distancias de seguridad definidas, hecho que depende de la configuración en planta y en perfil del proyecto, de la topografía y del tipo y altura de la vegetación.
		Tendido e izado del conductor (Obras Eléctricas)	Corresponde al tendido de conductores y cable de guarda a lo largo de la línea de transmisión, apoyándolo sobre las estructuras previamente instaladas. Se instalarán los aisladores de retención y las poleas temporales para tensionar los cables conductores y de guarda para la posterior instalación de los aisladores de suspensión.
		Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal	Se procede a retirar todos los elementos e instalaciones transitorias que sirvieron de apoyo al proceso constructivo. Es la última actividad que se realiza en la etapa de construcción y consiste en adelantar las acciones necesarias para recuperar los sitios de torre y zonas intervenidas durante la construcción y en dejar las instalaciones usadas como plazas de tendido y accesos en condiciones similares a las iniciales.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		Construcción de obras de protección y estabilización	Consiste inicialmente en la identificación de sitios de torre o zonas aledañas que requieren obras de protección o estabilidad geotécnica. Una vez identificados, se lleva a cabo el diseño y construcción de obras y acciones destinadas a proteger y mantener estables los sitios de torre, así como prevenir y controlar posibles procesos erosivos alrededor de las áreas intervenidas. Los tipos de obra serán los recomendados en los estudios geotécnicos según el análisis y necesidades cada zona en particular.
	Actividades de construcción e instalación de la infraestructura temporal y permanente del Parque Solar	Replanteo topográfico y demarcación	Previo a las actividades de obra civiles, se deben realizar los trabajos de topografía para georreferenciar y materializar por medio de estacas los puntos de cortes y rellenos, y las áreas que únicamente se deben intervenir para el parque solar.
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Esta actividad corresponde al desmonte y descapote del terreno natural en el caso de que se requiera. Esta actividad incluye la remoción de la capa vegetal y de materiales blandos sobre los sitios que ameriten, dentro de lo autorizado por la licencia ambiental.
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño del Parque Solar.
		Adecuación de obras de drenaje	Consiste en la construcción de cunetas u otro tipo de obra, que se requiera para el manejo de las aguas de escorrentía, durante las obras civiles que se realicen en el área de intervención del parque solar.
		Excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos compensados se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño de las áreas, para la instalación de los paneles e instalaciones de apoyo del Parque Solar.
		Montaje de estructura de soporte de módulos fotovoltaicos	Las estructuras de soporte podrán ser del tipo hincado “perfiles metálicos en C” o “tornillo de anclaje”, también se puede realizar cimentaciones combinadas según el tipo de suelo o resultados de la prueba de pull-out, lo que permitirá fijar las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos a la superficie del suelo, sin requerir movimientos de tierras o explanaciones, ni el uso de hormigón.
		Montaje de paneles e instalación de inversores y centros de transformación	Corresponde a la instalación de los módulos solares, instalación de paneles, inversores y centros de transformación. Los inversores se instalan de forma modular. Estos son alimentados de los paneles fotovoltaicos y se conectan a la red directamente, con el fin de no generar ningún tipo de acumulación.
		Instalación conexión eléctrica (cableado, puesta a tierra, protecciones)	Corresponde a la instalación de la conexiones eléctricas de baja y media tensión de orden soterrado, las cuales conectarán los paneles solares con los inversores y centros de transformación.
OPERATIVA	Operación de la línea de transmisión eléctrica y parque solar fotovoltaico		<p>La operación de la línea corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, conservando distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.</p> <p>La operación del parque solar fotovoltaico corresponde a la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, que tiene lugar en el panel o modulo fotovoltaico, el cual es el elemento base en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. La operación considera el control diario que se llevará a cabo desde la Sala de Control y/o en forma remota. El sistema de monitoreo de las cajas de conexión, inversores, etc. permitirá detectar fallas tempranamente, tomando las medidas que correspondan, ya sea de mantenimiento correctivo o incluso conectar/desconectar equipos.</p>

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Mantenimiento Electromecánico de la línea de transmisión eléctrica y el parque solar fotovoltaico.		<p>El mantenimiento electromecánico de la línea de transmisión eléctrica comprende la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra, entre otras.</p> <p>El mantenimiento electromecánico del parque solar fotovoltaico consiste en actividades básicas preventivas en las instalaciones y sus partes, como: revisión del estado del cableado de los paneles, los cables que conectan el centro de transformación. Adicionalmente se realiza un mantenimiento correctivo que contempla actividades tales como remplazo de piezas cercanas al término de la vida útil y actividades de mantenimiento generadas por eventos no previstos como daño y robo.</p>
	Control de estabilidad en sitios de torre y obras civiles		En caso de ser necesarias de acuerdo con las recomendaciones del diseño geológico - geotécnico, se realiza la construcción de obras de protección tales como trinchos, gaviones, muros de contención y/u obras de drenaje para prevenir o corregir la desestabilidad del suelo en sitios de las estructuras.
	Limpieza de los paneles		La limpieza de módulos fotovoltaicos se realizará con agua, la que será suministrada por terceros autorizados. De acuerdo con la dinámica de precipitación en el área de influencia del proyecto, se tendrá que hacer necesaria la limpieza periódica de los módulos con agua, para mantener las mejores condiciones de captación de la radiación, en algunas épocas del año.
	Mantenimiento de zonas verdes - zona de servidumbre		Se llevará a cabo la revisión y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar si existe interferencia con la vegetación, viviendas o cualquier tipo de edificaciones; si tal situación se evidencia, se realizará la tala y/o poda de esta vegetación y/o acciones necesarias para retirar la infraestructura que allí se instaló, en la medida que las condiciones sociales y políticas lo permitan.
DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO	Desmantelamiento y retiro de equipos		Esta actividad tiene por objetivo desmantelar y retirar todas las construcciones realizadas. Las obras de concreto se demolerán, enviando los residuos a sitios de disposición autorizados para el manejo de residuos de construcción y demolición - RCD. En cuanto al retiro de los paneles solares, las cimentaciones de las estructuras de estos serán removidas en su totalidad y dispuestos según los tipos de residuos generados, mediante terceros autorizados.
	Desmante de conductores, cables de guarda y de las torres		Esta actividad consiste en el desmante y retiro de las partes que conforman cada una de las torres, así como el desmante y retiro de los conductores y los cables de guarda una vez se defina el abandono y cierre del proyecto. Esta actividad conlleva el desarrollo de las acciones de Retiro o demolición de Infraestructura, que consisten en el retiro de construcciones existentes en el área de intervención de los procesos, así como el desarrollo de actividades de poda y rocería de vegetación con el fin de facilitar el proceso de demolición que se requiera para el desarmado de la torre.
	Desmante de obras civiles excavaciones, demolición de fundaciones		Comprende diferentes actividades como la demolición de las cimentaciones de la línea, para lo cual se realizan las excavaciones con el fin de demoler los pedestales de las fundaciones, hasta una profundidad que garantice que no quedará evidencia alguna de la demolición, el retiro de todo el material producto de la demolición (RCD), el relleno, la compactación y la conformación del terreno al mismo nivel donde se encontró.
	Limpieza final del área		La limpieza consiste principalmente en el retiro de los escombros y gestión de los residuos sólidos generados durante el funcionamiento del parque solar y la línea de transmisión eléctrica dejando el lugar libre

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
			de residuos, para proceder a la reconfiguración final.
	Reconfiguración del terreno y revegetalización		La reconfiguración geomorfológica de las áreas intervenidas se refiere principalmente a cubrir con material natural, las cimentaciones de las edificaciones y obras eléctricas, entre otros, que hayan sido retirados, para mantener el nivel natural del terreno.
	Cierre ambiental y social		Se adelantan los trámites administrativos para finalizar los contratos celebrados con personal y empresas para prestación de servicios, en cumplimiento de la normatividad aplicable. Posteriormente, se realiza una revisión de los compromisos adquiridos para que, en el momento de ejecutar el Plan de desmantelamiento y abandono, sea posible evidenciar su cumplimiento con las comunidades y las autoridades locales.

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S, 2024.

➤ Diseño del Proyecto

El proyecto consiste en la instalación y operación de aproximadamente **114.143** módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica a través del uso de energía solar, con una potencia pico instalada de 71,94MWp (DC Power) equivalente a una potencia nominal final de 60 MW (Potencia AC), una subestación elevadora y sus respectivas obras complementarias (ver Tabla 10-5).

Tabla 10-5 Características del proyecto

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Localización	Colombia, Tolima, Armero Guayabal
Potencia nominal (AC)	60 MWac
Potencia pico (DC)	71,94 MWdc
Ratio DC/AC	1,19
CARACTERÍSTICAS CIVILES	
Área de los predios	176,70 ha
Área de intervención del proyecto (paneles, centros de transformación, cerramiento)	117,275 ha
Ratio de ocupación del terreno (GCR)	0,65 %
Tipo de estructura	Fija
Configuración	Generic-2V-20mm
Pitch	9,2 m
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Módulos fotovoltaicos (610 Wp)	114.143
Número de inversores (hasta 352 kVA)	173

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S, 2024.

El proyecto Planta Solar Heliconia tomó como referencia estudios de datos de radiación y temperatura provenientes de la base de datos meteorológicos incluida en el software PVsyst, que justifican buenas condiciones de recurso para la transformación en energía eléctrica. La energía generada en la Planta Solar será transportada hacia la subestación San Felipe a través de una línea de media tensión 115 kV de una longitud aproximada de 7,7 km que conectará la planta de generación al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

El proyecto se concibe como un proyecto de generación mediante el uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) incentivado por el gobierno colombiano a través de la Ley 1715 de 2014¹, la Ley 2099 de 2021² y demás normas del ordenamiento jurídico nacional que promueven la utilización de FNCER para generación de energía, como parte de las estrategias de política pública para la reducción de gases de efecto invernadero y en el marco de la transición energética de nuestro país. Los elementos de diseño claves para el desarrollo del proyecto son la topografía de la zona y el recurso solar disponible.

➤ Infraestructura de generación de energía

◆ Paneles solares

El panel o módulo fotovoltaico tiene la capacidad de convertir la radiación solar que captura, mediante la tecnología fotovoltaica en energía eléctrica. Los paneles solares proyectados para implantación en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW son paneles bifaciales, están fabricados con células monocristalinas de silicio.

Cada panel solar está compuesto por células solares, conectadas en serie y en paralelo de forma que puedan entregar en sus bornes positivo y negativo unos niveles de voltaje y corriente adecuados para su conexión. Estas células se encuentran encapsuladas en un vidrio templado bajo en hierro y láminas de Etileno-Vinil-Acetato modificado (EVA). En su cara posterior cuenta con varias capas que garantizan adhesión, aislamiento eléctrico y protección a la intemperie. El módulo cuenta con un marco de aluminio anodizado que proporciona rigidez mecánica, protección contra la humedad y salinidad y un medio de continuidad para conducir las corrientes de falla a tierra. Los módulos fotovoltaicos considerados para utilizar en el Parque Solar Heliconeas son fabricados por Jinko Solar y su referencia o modelo es JKM610N-66HL4M-BDV.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar las cadenas (strings) de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos (si hay), el cableado y los inversores para obtener los parámetros que satisfagan el objetivo de ratio DC/AC. Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en DC posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de DC.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de DC) con respecto a la potencia nominal del sistema de AC, para maximizar el rendimiento energético.
- Estructuras fijas.

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en mesas fijas inclinadas de tal manera que enfrenten el hemisferio sur y adaptándose lo más posible a la topografía del terreno para minimizar la cantidad de movimientos de tierra. Las mesas consisten en estructuras

¹ Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

² Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y aluminio, formando una estructura fijada al suelo.

Las mesas fijas se orientan de tal forma que se optimice la radiación solar a lo largo del día. El número de mesas a instalar se resume en la Tabla 10-6 y serán ubicadas en la misma localización de los paneles solares. El proyecto contará con dos tipos de mesas, identificadas como "media mesa" con 2 filas y 14 columnas de módulos y "mesa" con 2 filas y 28 columnas.

Tabla 10-6 Número de mesas a instalar

CONFIGURACIÓN	MÓDULOS POR ESTRUCTURA	CANTIDAD
2V x 14	28	290
2V x 28	56	1961

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2023.

◆ Inversor de strings

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos y agrupada por los strings en corriente alterna a través de elementos de electrónica de potencia. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.
- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti-isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc.

◆ Centro de transformación

Los centros de transformación consisten en edificios contenerizados con compartimentos independientes e interconectados para equipos de baja tensión, transformador de potencia, equipos de media tensión y comunicaciones. En el compartimento de baja tensión se encuentran las protecciones eléctricas a las que se conectan las salidas de los inversores. El transformador de potencia es el encargado de elevar el nivel de tensión de salida de los inversores para poder exportar la energía eléctrica a niveles elevados y reducir el número de pérdidas de energía. El compartimento de media tensión contiene los elementos de conexión, protección o seccionamiento para la entrada / salida en media tensión.

Las principales características del transformador de potencia se muestran en la Tabla 10-7.

Tabla 10-7 Características del transformador de potencia

CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
Potencia nominal	(Depende de cada Centro de Transformación)
Relación de transformación	0,8/34,5kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2,5%, 5%, 7,5%, 10%
Corto circuito	0,08

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2024.

El centro de transformación se suministrará con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas. En particular, para el primer centro de transformación de cada línea de MT, la unidad de entrada directa no se instalará.

Las características principales del centro de transformación predeterminado se muestran en la Tabla 10-8.

Tabla 10-8 Características del centro de transformación

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
Número de transformadores por centro de transformación	1
Relación de transformación	0,8/34,5kV
Servicio	Indoor

Fuente: Fuente: Votalia Colombia S.A.S., 2024.

En la Tabla 10-9 muestra los equipos principales a ser instalados, la unidad de medida y su respectiva cantidad:

Tabla 10-9 Equipos principales a instalar

1	EQUIPOS PRINCIPALES	UNIDAD	CANTIDAD
1.1	Módulos FV	-	-
1.1.1	Jinko JKM610N-66HL4M-BDV	Unidad	114.143
1.2	Estructura	-	-
1.2.1	Mesa Fija 2Vx28	Unidad	1964
1.2.2	Mesa Fija 2Vx14	Unidad	290
1.3	Inversor	-	-
1.3.1	Sungrow SG350HX.15A	Unidad	173
1.4	Centro de transformación	Unidad	9

Fuente: Fuente: Votalia Colombia S.A.S., 2024.

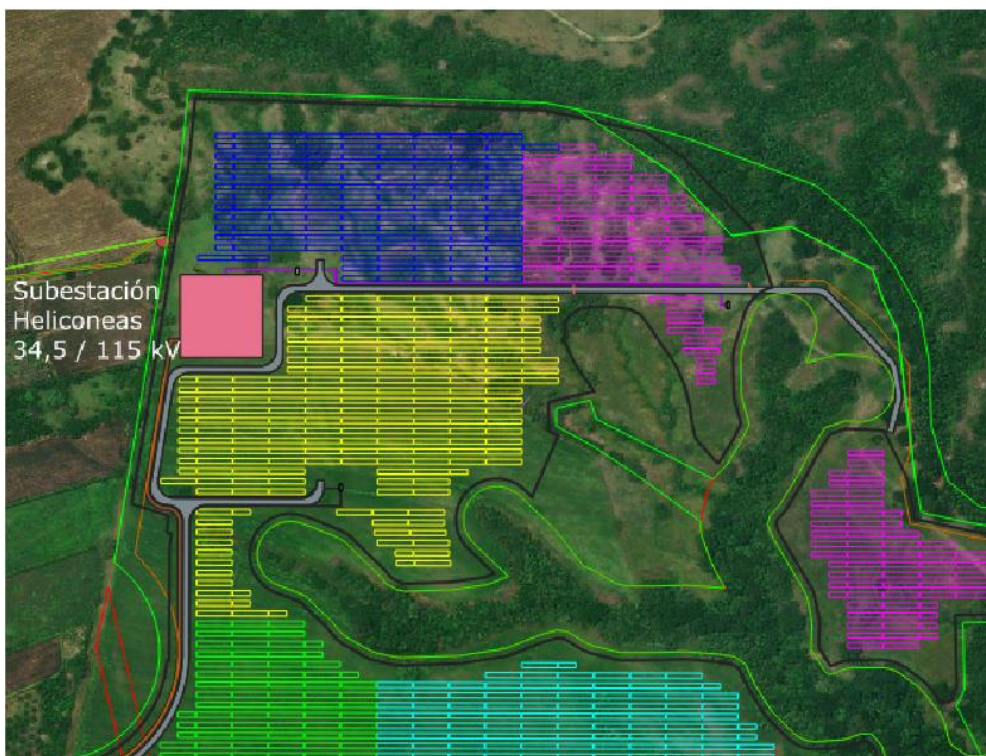
♦ Subestación Elevadora (S/E)

Los conductores que transportan la corriente eléctrica proveniente de los centros de transformación se canalizan de forma subterránea hasta la Subestación elevadora del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW. La red de media tensión que conecta los centros de transformación a la subestación elevadora opera a 34,5 kV.

La Subestación elevadora será tipo AIS, estará compuesta por una posición de transformador de línea con una capacidad de 60 MVA y transformará los niveles de tensión de 34,5 kV (salida de los centros de transformación) a 115 kV (línea de transmisión para conexión con SIN en la subestación San Felipe).

Esta subestación estará formada por un parque de intemperie 34.5/115 kV con configuración de línea – transformador, un tren de celdas interior a nivel de 34,5 kV y servicios auxiliares.

Figura 10-2 Ubicación Subestación elevadora



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

➤ Infraestructura de transmisión de energía eléctrica

La ingeniería de la Línea de Transmisión del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW se conectará a la subestación San Felipe en 115 kV. La línea de conexión tendrá una longitud aproximada de 7,7 km y será en circuito sencillo (Tabla 10-10). La fecha de entrada en operación programada para el proyecto es Q4 de 2024.

Tabla 10-10 características Generales de la Línea de Transmisión

LONGITUD ESTIMADA [KM]	NIVEL DE TENSIÓN [kV]	POTENCIA POR CIRCUITO [Mw]	CAPACIDAD AMPÉRICA DE TRANSPORTE REQUERIDA [A]
7,7	115	60	354,17

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El trazado de la línea parte desde el extremo noroccidental del Parque Solar y llega hasta la Subestación San Felipe (ver Tabla 10-11).

Tabla 10-11 Coordenadas puntos de partida y llegada de la línea.

LUGAR	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
Parque solar Heliconia	4792183,11	2120043,53
Subestación San Felipe 230 kV	4789332,52	2124610,06

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Las características de la línea de transmisión se presentan en las siguientes tablas (ver Tabla 10-12 y la Tabla 10-13) :

Tabla 10-12 Características de la línea de transmisión

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Nombre de la línea	Heliconia - San Felipe
Tensión del sistema	115 kV
Altura sobre el nivel del mar	340 m.s.n.m
Potencia	60 MW
Localización	Mariquita - Guayabal Tolima

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2024.

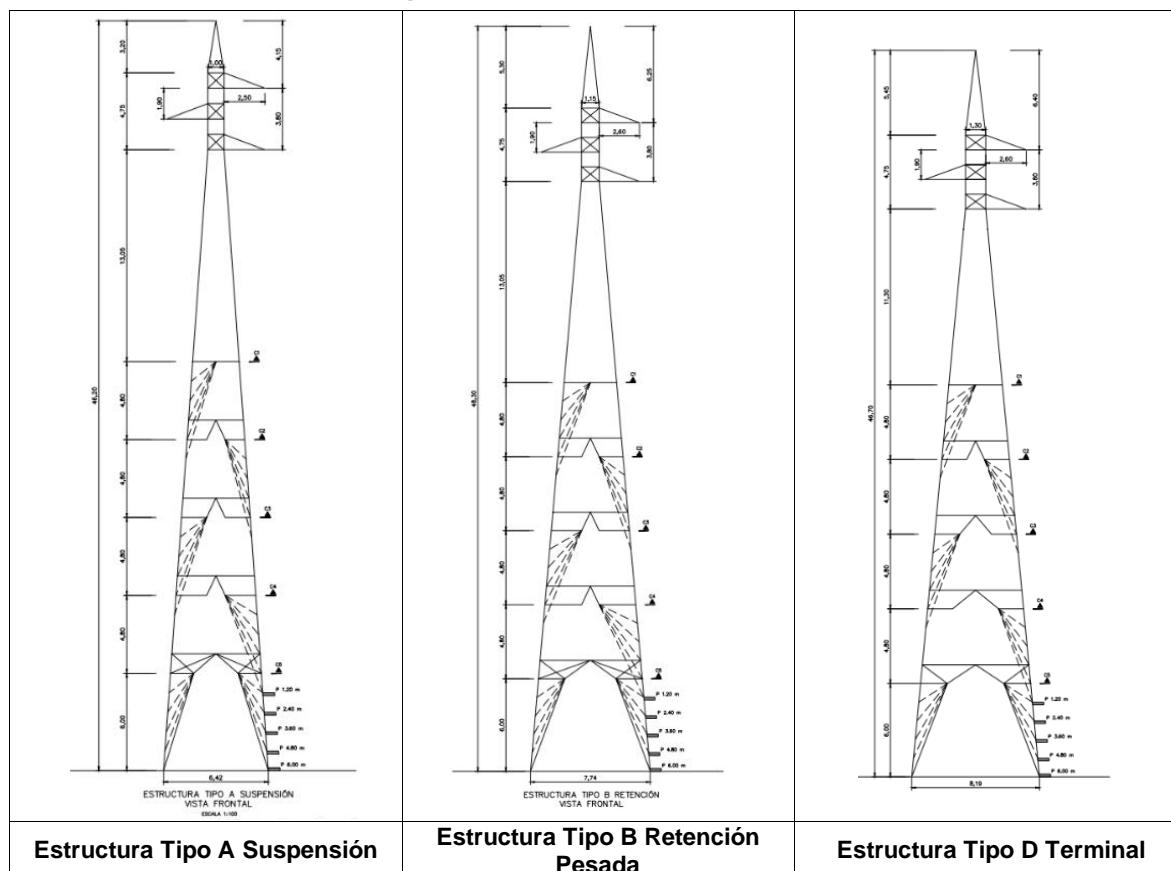
Tabla 10-13 Características de la línea de transmisión

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR
Número de circuitos	N/A	1
Número de cables de guarda	N/A	1
Número de conductores por fase	N/A	1
Tensión de operación del sistema	kV	115
Tensión máxima de operación del sistema	kV	127
Frecuencia asignada	Hz	60
Tipo de puesta a tierra	N/A	Sólido
Identificación de fases	N/A	R,S,T

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2024.

La Línea de transmisión se construirá con un total de veintinueve (29) estructuras metálicas tipo “caregato” y “delta” para circuito sencillo en todo el trayecto; serán en celosía autosoportadas, sin incluir los pórticos de llegada a las subestaciones elevadora del proyecto Heliconia y de San Felipe a 115 kV. Las estructuras tendrán forma tronco piramidal, fabricadas con perfiles de acero resistentes a la corrosión, apernados entre sí, de alta resistencia, de acuerdo con el diseño estructural de las mismas. En la Figura 10-3 muestra las siluetas típicas de las estructuras a utilizar.

Figura 10-3 Silueta estructuras a emplear



Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2024.

La altura de las estructuras está en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo establecidas en el Artículo 13 del Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas - RETIE. Se consideró en el diseño de las estructuras el uso de extensiones de cuerpos, con el objeto de aprovechar los desniveles naturales del terreno y/o poder alcanzar mayores alturas entre el suelo y el punto de suspensión o retención del conductor, para vencer obstáculos naturales.

- Plazas de tendido

En las plazas de tendido de la línea se almacenará el material y se ubicará el equipo necesario para el tendido de los conductores y cables de guarda. En las áreas designadas para la instalación del freno y el malacate, se limpiarán y nivelarán si es necesario para permitir la colocación de los carretes, enrolladores y bobinas de cable piloto según sea necesario.

En secciones donde la línea cruza con obras como carreteras o caminos, u otras líneas existentes, se considerará la posibilidad de colocar portales de protección (trinchos) hechos con postes de madera.

◆ Infraestructura temporal

Infraestructura dedicada a dar soporte durante la fase de construcción del proyecto hasta que se encuentre operativo. Se podrán trasladar durante la ejecución de actividades y serán fácilmente desmantelables. Puntualmente para la Planta Solar se proyectan las siguientes instalaciones temporales:

- Campamentos temporales: en ellos se contará con oficinas para Voltalia y para sus contratistas, zona de residuos, zona de baños portátiles, zona de comedor, tanque de almacenamiento de agua y sector de insumos y bodega. Las aguas servidas provenientes de las instalaciones sanitarias serán dispuestas por un tercero autorizado. Los baños portátiles que se utilicen durante la construcción serán dispuestos cerca a los frentes de trabajo y cuando se requiera en los campamentos. En los campamentos no pernoctará ningún personal (Figura 10-4).
- Áreas de acopio: se utilizarán para descargar los equipos y materiales de forma distribuida en la planta, así como para acopiar material inerte y cobertura vegetal. Como áreas de acopio se utilizarán dentro de los campamentos temporales y que se encuentren adecuados entre la zona de instalación de los módulos fotovoltaicos y el cerramiento de la planta (Figura 10-4).

Figura 10-4 Infraestructura temporal



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- Estimativo de insumos, equipos y maquinaria fase de construcción

En la Tabla 10-14 se presentan los equipos requeridos durante la construcción del parque fotovoltaico:

Tabla 10-14 Equipos requeridos durante la construcción del parque fotovoltaico.

ACTIVIDAD	TIPO VEHÍCULO	TIPO DE CARGA	DISTANCIA DE CADA VIAJE	ORIGEN-DESTINO
			(km)	
Insumos para montaje y armado del parque solar	Camión para container 40 pies	Módulos fotovoltaicos	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Centros de transformación e inversores	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Estructura de fijación	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Infraestructura y equipos de la subestación	430	Buenaventura - Parque Solar

ACTIVIDAD	TIPO VEHÍCULO	TIPO DE CARGA	DISTANCIA DE CADA VIAJE	ORIGEN-DESTINO
	Camión para container 40 pies	Conductores	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión grúa de 16 ton	Traslado de Maquinaria y herramientas	180	Bogotá Parque Solar
	Camión mixer de 8 m ³	Concreto	-	Ibagué Parque Solar
	Buses	Personal	7	Armero - San Felipe
				Parque Solar
Abastecimiento de agua	Camión Carro tanque de 8000 litros	Agua Industrial	15	Mariquita Parque Solar
Gestión de residuos	Volqueta de 16 ton	Residuos peligrosos	105	Ibagué
				Parque Solar
	Camión succionador (4000 l)	Limpieza y evacuación de baños portátiles e instalaciones sanitarias	15	Mariquita
				Parque Solar

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S., 2024.

En la Tabla 10-15 se presentan los equipos requeridos Línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe.

Tabla 10-15 Equipos requeridos Línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe

FASE / ETAPA	MÁQUINA O EQUIPO	CANTIDAD
Pre - Operativa	No se requiere maquinaria, equipos o vehículos	
Constructiva	Retroexcavadora	1
	Compactadora manual	1
	Pluma para izaje de las estructuras	2
	Mixer manual / trompo	1
	Camión aljibe	1
	Vehículo Unimog	2
	Freno	1
	Malacate	1
Operativa	No se requerirá maquinaria o equipos, sólo vehículos para traslado de trabajadores desde su lugar de permanencia hasta los sitios donde sea requerido el mantenimiento. En eventuales actividades de mantenimiento se podrán requerir grúas para montaje y/o desmontaje de componentes de las estructuras.	
Desmantelamiento, restauración y abandono.	Demoladora	1
	Camión	2
	Vehículo Unimog	1
	Freno	1
	Malacate	1

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S., 2024.

En la siguiente Tabla 10-16 se presenta la cantidad de concreto a utilizar por cada tipo de infraestructura. El concreto a utilizar será de 3000 psi, en el cual cada metro cúbico de

concreto está compuesto por 350 kilos de cemento, 826 kilos de arena, 895 kilos de grava y 210 kilos de agua.

Tabla 10-16. Materiales de construcción por infraestructura

INFRAESTRUCTURA		ÁREA EN PLANTA [m2]	VOLUMEN [m3]	CONCRETO [m3]
Cimentaciones	Paneles solares - Estructura	314560,17		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Centros de transformación	159,21	23,8	9 losas de cimentación de 15 cm de espesor en un área de 6.1x2.9m
	Subestación	5629,48	2364,38	Losas de cimentación para equipos de patio y transformador
	Estación meteorológica	1,00	0,3	1 dado de concreto de 1*1m*30cm
	Centro de control	28,8	4,32	1 losas de cimentación de 15 cm de espesor en un área de 12x2.4m
	Hidrología	7804,25	3495,3	ODT, Canales escalonados
	Centros de acopio	14980,69		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Campamento de obra	1978,28		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Vías de acceso	1680,00		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Vías internas	37462,40		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Cerramiento	13479,07*	323	Dados para postes metálicos cada 3m.
	Zanjas	5069		No requiere cimentaciones con concreto armado.
	Sitios de Torre	1699,42	140,748	Zapatillas para torres

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

10.1.3.3.2 Contexto externo

Este contexto hace referencia al ambiente exterior en el cual Voltalia Colombia S.A.S, busca alcanzar sus objetivos organizacionales de compromiso, de credibilidad y de confianza que generaran con su entorno y con la comunidad del área de influencia de probable afectación, alineados con la gestión de riesgos.

- Elementos expuestos e identificación de amenazas

Los elementos expuestos y las amenazas operacionales están localizados en el área de intervención del proyecto donde se desarrollarán las diferentes etapas y actividades del proyecto que están enmarcadas dentro del área de influencia del proyecto (ver numeral Identificación de eventos amenazantes e Identificación de elementos vulnerables (sensibles).

- Descripción del entorno

El ambiente exterior y el entorno se abordará desde cada uno de los medios abiótico, biótico, paisaje y socioeconómico que se desarrollaran detalladamente en el capítulo 5. Caracterización del área de influencia.

- Instrumentos de planificación del desarrollo y para la gestión existentes

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD ha definido una estructura como se presenta en la Figura 10-5. En caso de presentarse una emergencia Nivel II o mayor se deberá notificar y solicitar apoyo a la entidad que corresponda para ejecutar las acciones pertinentes.

Figura 10-5 Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres



Fuente: (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD, 2024)

➤ **Plan municipal de gestión del riesgo de desastres de los municipios**

◆ **Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres municipio de Falan**

En el municipio de Falan se determinaron escenarios de riesgo por fenómenos asociados a (Consejo Municipal de gestión del riesgo de desastres y CORTOLIMA, 2022):

- Incendios forestales

La mayoría de los incendios forestales que se presentan en el municipio de Falan, se deben a causas antrópicas, para ser más específicos el 98% de los incendios forestales que se presentan tienen como causa las siguientes:

- Las mal llamadas quemas controladas.

- Paseos de ollas
- Quemados de basura
- Fogatas
- Juegos pirotécnicos

- Actividad volcánica

Se presenta caída de cenizas en el área rural y urbana del municipio afectando las fuentes hídricas, como la bocatoma del municipio se ha visto afectada por ceniza, así como techos y transformadores eléctricos, también por su ubicación geográfica se ve afectado con la contaminación del aire por los gases que se liberan la actividad volcánica, esto generando un impacto negativo a la población de FALAN.

- Movimientos en masa

Se presentan por causas naturales y factores asociados a costumbres antrópicas que han incrementado esta problemática, la tala indiscriminada, el mal uso del suelo, las quemadas agrícolas aumentan el riesgo de ocurrencia de estos fenómenos. Que afectan viviendas, el medio ambiente y pone en riesgo la misma vida. Se consideran principalmente las siguientes causas de los deslizamientos:

- Estructura geológica de la zona.
- Stress por incremento de carga por peso de la lluvia.
- Afectación por deformaciones tectónicas

Asimismo, se han identificado escenarios de riesgo según el criterio de fenómenos amenazantes (Consejo Municipal de gestión del riesgo de desastres y CORTOLIMA, 2022):

- Inundaciones.
- Sequías.
- Sismos.
- Fenómenos de origen tecnológico (Accidentes de tránsito, incendios estructurales, distribuidoras de hidrocarburos y gas domiciliario).
- Fenómenos de origen humano no intencional (Contaminación por vertimientos, incendios de vehículos y aglomeraciones de público).
- Exploración minera, deforestación y caída de árboles.
- Riesgo asociado con festividades municipales.
- Riesgo asociado con la actividad agropecuaria

◆ Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres municipio de Armero Guayabal

A continuación, se presenta los principales fenómenos que en principio pueden representar una amenaza para la población, bienes y el ambiente (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y CORTOLIMA, 2021):

- Incendios forestales

Los incendios forestales están comprendidos entre los meses de diciembre a marzo y entre junio a septiembre, época en la cual diversas zonas del Municipio han sido afectadas

por incendios que se han podido controlar. En las vías Lérída – Armero-Guayabal, Líbano-Antiguo Armero-Kilómetro 96 y Lérída - Ambalema son frecuentes los incendios forestales, debido al alto volumen de vehículos que transita por ellas y la falta de conciencia de conductores y pasajeros que arrojan colillas encendidas o arrojan recipientes de vidrio que generan el efecto lupa con la consecuente formación de incendios.

- Inundaciones

Las zonas potencialmente inundables son los sectores de Vegas y sobrevegas donde han alcanzado la Quebrada Seca y los Ríos Cuamo, Sabandija, Lagunilla y Magdalena alturas entre 2 y 4 m respecto al nivel normal de los cauces principales, por lo que estos terrenos no son aptos para el desarrollo urbanístico.

- Sismos

Según el catálogo de sismicidad histórica de INGEOMINAS y tomando como centro un punto de coordenadas 5° 03' N y 74° 55' W (cabecera municipal de Armero-Guayabal), para los sismos de magnitud Ms > 5 (considerados entre fuertes y destructivos), ocurridos entre 1566 y 2003, cuyos epicentros se ubican dentro de un área circular de 200 km de radio alrededor de dicho sitio.

- Volcánica

Los principales efectos causados por caídas piroclásticas incluyen: Oscurecimiento del ambiente y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire. Intoxicaciones, Pérdida parcial o total de cultivos y ganado. Cubrimiento y enterramiento de la superficie, Incendios forestales o de viviendas, Obstrucción de drenajes, Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos, Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica, Corrosión a elementos metálicos, Afectación al transporte aéreo y terrestre.

- Movimientos en masa

Zona montañosa de relieve abrupto, pendientes mayores de 50°. Tienden a presentarse con alguna frecuencia movimientos rápidos como deslizamientos y en escarpes verticales a subverticales caída libre de rocas y formaciones superficiales. Estas zonas están localizadas en las márgenes de los Ríos Lagunilla y Sabandija. Se presenta en las Veredas Socavón, San Pedro y El Cairo.

A continuación, se enuncian los escenarios de riesgo clasificados por su criterio de fenómenos amenazantes que podrían presentarse en el municipio de Armero Guayabal, la selección fue hecha atendiendo a las necesidades actuales y antecedentes que se han presentado en el municipio, según lo socializado en reunión del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y CORTOLIMA, 2021):

- Avenidas torrenciales
- Vendavales
- Tormentas eléctricas
- Represamiento de quebradas
- Activación de fallas geológicas
- Caídas de roca

- Incendios estructurales – por la tipología de viviendas
- Fugas de gas
- Explosiones por almacenamiento de combustibles en viviendas de centros poblados.
- Riesgos asociados con fenómenos de origen humano no intencional
- Violencia
- Contaminación
- Estado de deterioro de las viviendas
- Mal manejo de aguas residuales

10.1.3.3.3 Contexto interno

Votalia Colombia S.A.S, fundada en Francia en 2005, Votalia ha crecido hasta convertirse en un productor y proveedor de servicios de energía internacional. Especializados en soluciones de energía renovable que ayudan a nuestros clientes a unirse al movimiento global de transición energética y ecológica.

- Valores
 - Integridad: Brindamos servicios para crear valor sustentable en sus proyectos. Eso implica equipos comprometidos, respeto a las necesidades de nuestros stakeholders y buen asesoramiento para guiar a nuestro cliente a tomar las mejores decisiones. Honestidad, trabajo comprometido y un gran apoyo es cómo gestionamos nuestra cultura corporativa.
 - Ingenio: Brindamos servicios para crear valor sustentable en sus proyectos. Eso implica equipos comprometidos, respeto a las necesidades de nuestros stakeholders y buen asesoramiento para guiar a nuestro cliente a tomar las mejores decisiones. Honestidad, trabajo comprometido y un gran apoyo es cómo gestionamos nuestra cultura corporativa.
 - Emprendimientos: Brindamos servicios en todo el proyecto de la cadena de valor de las energías renovables. Se necesita tiempo y proactividad para apoyar a nuestros clientes a que el proyecto responda a las expectativas. Los empleados de Votalia están comprometidos con el éxito de cada proyecto, crean valor, toman decisiones para ayudar a que el proyecto esté vivo.
 - Espíritu de equipo: Los perfiles de los equipos de Votalia son múltiples, podemos encontrar expertos en comercial, ingeniería, comunicación, HSE, medio ambiente, todos ellos trabajando para que cada proyecto sea un éxito. Podemos estar en todo el mundo, pero todos estamos comprometidos a trabajar juntos por la transición energética.
- Directrices: HSE-GUL-011-01-AA-ES

Este documento tiene como objetivo definir el estándar mínimo de Salud, Seguridad y Ambiente a aplicar en todas las actividades de Votalia, con el fin de mitigar los riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente (ver *Anexo 2. Directrices_HSE-GUL-011-01-AA-ES*).

Como principio general, todas las actividades de trabajo realizadas por o en nombre de Votalia deben estar cubiertas por el análisis de riesgos e impactos ambientales de HSE

basados en tareas, preparados por personas competentes y considerando todos los peligros y aspectos que puedan ocurrir durante la ejecución de la actividad. La presente Directiva identifica las principales fuentes de peligros en las actividades de Voltalia y establece requisitos mínimos para mitigar los riesgos asociados ambiente (ver Anexo 2. *Directrices_HSE-GUL-011-01-AA-ES*).

10.1.3.3.4 Contexto del proceso de gestión del riesgo

El presente PGR, se elabora en el marco de la ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 de 2017 donde se establecen las acciones, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre que se puedan presentar durante las diferentes etapas y actividades del proyecto, a se presenta el proceso de gestión del riesgo bajo el cual se enmarca el Plan de Gestión de Riesgos (ver Figura 10-6).

Figura 10-6 Proceso de gestión del riesgo



Fuente: (Decreto 2157 , 2017)

10.1.3.3.5 Criterios de riesgo

En el análisis de riesgos para el proyecto, se identifican las amenazas o posibles siniestros que pueden ocurrir, la probabilidad de que estos sucedan, la permanencia de estos durante la ejecución del proyecto y el grado de afectación o consecuencia que pueden llegar a tener; ya sea en las personas, el medio ambiente o la continuidad del negocio.

La determinación de los niveles de riesgo se realiza a partir de los conceptos establecidos en la norma UNE 150008 EX y la GTC 45 (Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional), conceptualmente se parte de la definición de este, mediante la siguiente expresión:

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

Fuente: a partir de Norma UNE 150008 EX, adaptado por SGS Colombia, 2024

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente 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 (Ley 1523 de 2012).

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 (Ley 1523 de 2012).

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

La probabilidad de ocurrencia es la medida de la posibilidad de que un evento ocurra. Puede ser definida, medida o determinada y se representa de forma cualitativa o cuantitativa en términos de la probabilidad o frecuencia (ISO/IEC, 2009), para 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 de cada una de las fases del proyecto. 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 10-17. Para su estimación se usan las estadísticas establecidas en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y DESINVENTAR.

Tabla 10-17 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

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

Fuente: Formato ECP-DRI-F-045 Matriz de Valoración de Riesgos – RAM- ECOPETROL, adaptada por SGS Colombia, 2024

- Identificación y análisis de vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad en el contexto de la gestión del riesgo de desastres es usado para determinar “los diferentes niveles de preparación, resiliencia y capacidades con las que cuenta un individuo ante la ocurrencia de un desastre” (Cannon et al, 2003).

Una persona puede ser más o menos vulnerable ante la ocurrencia de eventos críticos externos dependiendo en como el individuo administre sus activos tangibles e intangibles, y cómo estos pueden verse afectados ante la ocurrencia de un desastre. La vulnerabilidad social entonces, va más allá de la afectación de estructuras físicas, e incluye las diferentes características y capacidades de los individuos (UNGRD & IEMP, 2016).

La valoración de vulnerabilidad comprende la identificación de los elementos sensibles del proyecto y el área de influencia fisicobiótica que pueden verse afectados por la materialización de las amenazas. La vulnerabilidad se identifica a partir de la zonificación ambiental que presenta la interrelación de los grados de (S/I) y la zonificación de manejo ambiental. De esta manera, el resultado de la sensibilidad/Importancia se constituye en un factor clave para los procesos de evaluación del riesgo y planificación de emergencias, en tanto que orienta la definición de prioridades de atención en los elementos expuestos, guiadas por el grado de fragilidad e importancia que ofrecen como servicio al entorno socio ambiental.

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 10-18 se presenta las categorías para calificar la vulnerabilidad por cada componente.

Tabla 10-18 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

NIVEL	PUNTOS	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICA	AMBIENTAL
Muy alto	5	Daños irreparables	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)
		Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas en muy bajo.			
Alto	4	Daños estructurales de consideración. Requiere intervención de consideración a nivel estructural. Obliga a la interrupción del servicio durante un tiempo determinado.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)
		Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es de bajo a moderado.			

NIVEL	PUNTOS	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICA	AMBIENTAL
Medio	3	Colapso Parcial: Los daños en la infraestructura pueden implicar reparaciones importantes en las paredes de las estructuras, las cuales podrían llegar a requerir la atención de personal calificado y equipo especial. Daños en los equipos (requiere reparación y /o reemplazo).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)
		Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es moderado.			
Bajo	2	Daño Menor: Algunas manifestaciones de inestabilidades locales. Existe la posibilidad de requerir trabajos de reparación puntuales y obras menores.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)
		Las personas expuestas al riesgo presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es moderado.			
Muy Bajo	1	Sin Daño: No implica afectación del funcionamiento en general, requiere simplemente una inspección para verificar el estado general de operación en caso de interrupción del funcionamiento	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental) y la zonificación de manejo ambiental (ver capítulo 9)
		Las personas expuestas al riesgo presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es alto.			

Fuente: SGS Colombia, 2024

▪ Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior y de acuerdo con las diferentes fuentes bibliográficas (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y la Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos (NTC, 2010) el riesgo se obtiene del cruce entre la probabilidad de ocurrencia de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la amenaza.

Al ser cruzada la vulnerabilidad con la amenaza y su probabilidad de manifestación de los elementos sensibles a las amenazas, se obtiene el nivel de riesgo definido en tres (3) categorías: Alto, Medio y Bajo. En la Tabla 10-19 se presenta el cruce entre la amenaza y la vulnerabilidad; por un lado, se cuenta con la Amenaza, expresada en términos de su probabilidad de ocurrencia y por otro lado se presenta el eje que representa la Vulnerabilidad asociada al entorno humano, social, socioeconómico y natural, los cuales podrían sufrir afectaciones al manifestarse la amenaza lo que permite determinar el nivel de riesgo del elemento expuesto.

Tabla 10-19 Criterios para definir el nivel de riesgo

AMENAZA		VULNERABILIDAD				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
		5	4	3	2	1
Muy Alta	5	25	20	15	10	5
Alta	4	20	16	12	8	4
Media	3	15	12	9	6	3
Baja	2	10	8	6	4	2
Muy Baja	1	5	4	3	2	1
RIESGO		A		M		B
RANGO		15 -25		8-12		1 - 6

Fuente: Formato ECP-DRI-F-045 Matriz de Valoración de Riesgos – RAM- ECOPETROL, adaptada por SGS Colombia, 2024

De acuerdo con lo anterior, al clasificar las amenazas según su origen, exógenas (naturales y antrópicas) y endógenas (internas propias del proyecto), se determina la metodología para evaluar el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se establece una evaluación del nivel de riesgo matricial y cartográfico que se determina con la información que se pueda obtener como insumo para su evaluación. (Ver Tabla 10-20).

Tabla 10-20 Definición del nivel de riesgo

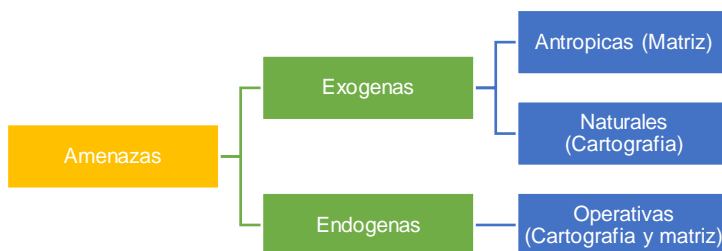
NIVEL	INTERPRETACIÓN
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles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

Fuente: Formato ECP-DRI-F-045 Matriz de Valoración de Riesgos – RAM- ECOPETROL, adaptada por SGS Colombia, 2024

En la Figura 10-7 se presenta el esquema de la metodología de análisis de acuerdo con el tipo de amenaza ya sea matricial o cartográfica, es importante mencionar que las

amenazas antrópicas no pueden ser espacializadas, el análisis se desarrollará también de manera matricial y en caso de las amenazas endógenas estarán asociados directamente en las áreas de intervención del proyecto.

Figura 10-7 Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo



Fuente: SGS Colombia, 2024

▪ Aceptabilidad del riesgo

A continuación, se presentan los rangos de aceptabilidad del riesgo de acuerdo con las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles los cuales se presentan en el numeral 10.1.3.3.6.3 Identificación de elementos vulnerables (sensibles). En la Tabla 10-21 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

Tabla 10-21 Rangos de aceptabilidad del riesgo

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
BAJO	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones preoperacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas. La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Requiere procesos asociados a las buenas prácticas. Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.

	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
MEDIO	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.
ALTO	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección; es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal. Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión del riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión de riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo. Adicional, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

Fuente: Realizada con base en la Matriz de Valoración de Riesgos – RAM- ECOPETROL, adaptada por SGS Colombia, 2024

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

- **Bajo:** Riesgos aceptables. Corresponde a riesgos que se controlan con base en los diseños, la organización normal del proyecto, los programas de capacitación y entrenamiento en los procedimientos de trabajo, la utilización de personal capacitado y las acciones normalmente desarrolladas en la ejecución de este tipo de proyectos. Los eventos que ocasionan este riesgo son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno. Aunque existen los riesgos, la prevención, los procedimientos normalmente establecidos para los diferentes procesos y actividades, hacen que los eventos incluidos en este rango no ocasionen retrasos, pérdidas o daños importantes que afecten el desarrollo del proyecto o su operación.
- **Medio:** Riesgos Tolerables. Se presentan riesgos que dependen de la ejecución y operación del proyecto (endógenos), siendo controlables a través del Plan de Manejo Ambiental y Plan de Gestión del Riesgo. Las consecuencias de los eventos son controladas, pero es posible que se ocasionen daños a niveles localizados o pérdidas limitadas que no afectan el desarrollo del proyecto, de manera normal. No hay suspensiones de las actividades del proyecto y los daños son reparables a

nivel local.

- **Alto:** Riesgos inaceptables. Corresponde a riesgos por fenómenos naturales, malos procedimientos o situaciones de orden público, que afecten cualquiera de las etapas de ejecución del proyecto. Las consecuencias de los eventos son controladas principalmente a través del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Gestión del Riesgo.

En caso de presentarse por fenómenos naturales de gran magnitud, estos son difícilmente previsibles, y sus efectos pueden no ser controlados por los diseños. Los daños y pérdidas ocasionados afectan considerablemente el desarrollo, ejecución u operación del proyecto. Se deben tener en cuenta las consideraciones que se establecen en la Tabla 10-21 con el fin de reducir los niveles de riesgo.

10.1.3.3.6 Valoración del riesgo

- Identificación de eventos amenazantes

Con base en las etapas y actividades desarrolladas por el proyecto y en el contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia fisicobiótica, se elaboró una lista potencial de los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo con el origen de estos.

➤ Amenaza de origen externo (Exógenas)

Las amenazas exógenas o naturales están definidas como los elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas diferentes al mismo, el término natural se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos y a los incendios que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades (OEA, 1991).

◆ Amenazas de origen natural

A continuación, se presenta el análisis y desarrollo de las amenazas naturales que puede presentarse en el área de influencia, con base en los procesos exógenos y endógenos que se estudiaron en la línea base de este documento. Se expondrán diversas amenazas indicadas a continuación, y posterior al análisis de las amenazas, se presenta el análisis de la vulnerabilidad y riesgos.

A continuación, se presentan las amenazas de origen natural presentes en el área de influencia fisicobiótica:

- Amenaza sísmica

La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia.

El SGC en el 2020 adoptó el Modelo Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia el cual fue elaborado en conjunto entre el SGC y la Fundación *Global Earthquake Model* (GEM). Este cálculo de la amenaza sísmica integra como parte elemental la información de los sismos históricos incluyendo bases de datos globales estandarizadas, el estudio de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, el registro y procesamiento de los registros acelerográficos de sismos ocurridos y los avances relacionados al tema de la amenaza sísmica. Es a partir de este conjunto de datos básicos que se avanza en el conocimiento de ambientes tectónicos regionales, la caracterización sistemática de la geometría y características geodinámicas de las estructuras sismogénicas en el territorio nacional y las ecuaciones de atenuación en la transmisión de ondas sísmicas según los diferentes ambientes tectónicos; temáticas que consolidan el modelo³.

Este modelo usa un método de amenaza probabilístico, en el cual, la amenaza sísmica se evalúa como la probabilidad con que un cierto valor de amenaza, definido por un parámetro del movimiento del terreno medido en términos de la aceleración pico (PGA), es superado (excedido) en un determinado sitio o región de estudio, considerando un período de exposición específico de 50 años (tiempo estimado de vida útil de una construcción corriente), en diferentes periodos de retorno⁴. La probabilidad de excedencia se estima para valor de 2%, 5%, 10%, 20%, 80% que corresponden a los periodos de retorno 31, 225, 475, 975 y 2.475 años⁵. Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o período de retorno) de los sismos potencialmente destructores de ocurrencia excepcional (período de retorno de 2475 años), frecuentes (período de retorno de 475 años) o muy frecuentes (período de retorno de 31 años)⁶.

El mapa de aceleración pico para una probabilidad de excedencia del 10% correspondiente con un periodo de retorno de 475 años, en una ventana de observación de 50 años; muestra que en el área de evaluación (ver Figura 10-8) las aceleraciones PGA varían entre 0,20 y 0,30 g. Estos valores se mantienen constantes entre el límite del costado oriental de la Cordillera Central y el límite sur de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena, no obstante, de acuerdo con el mapa general de la zonificación sísmica los valores de PGA disminuyen en sentido hacia el occidente, donde la actividad tectónica es menos intensa en la zona cercana al cratón amazónico.

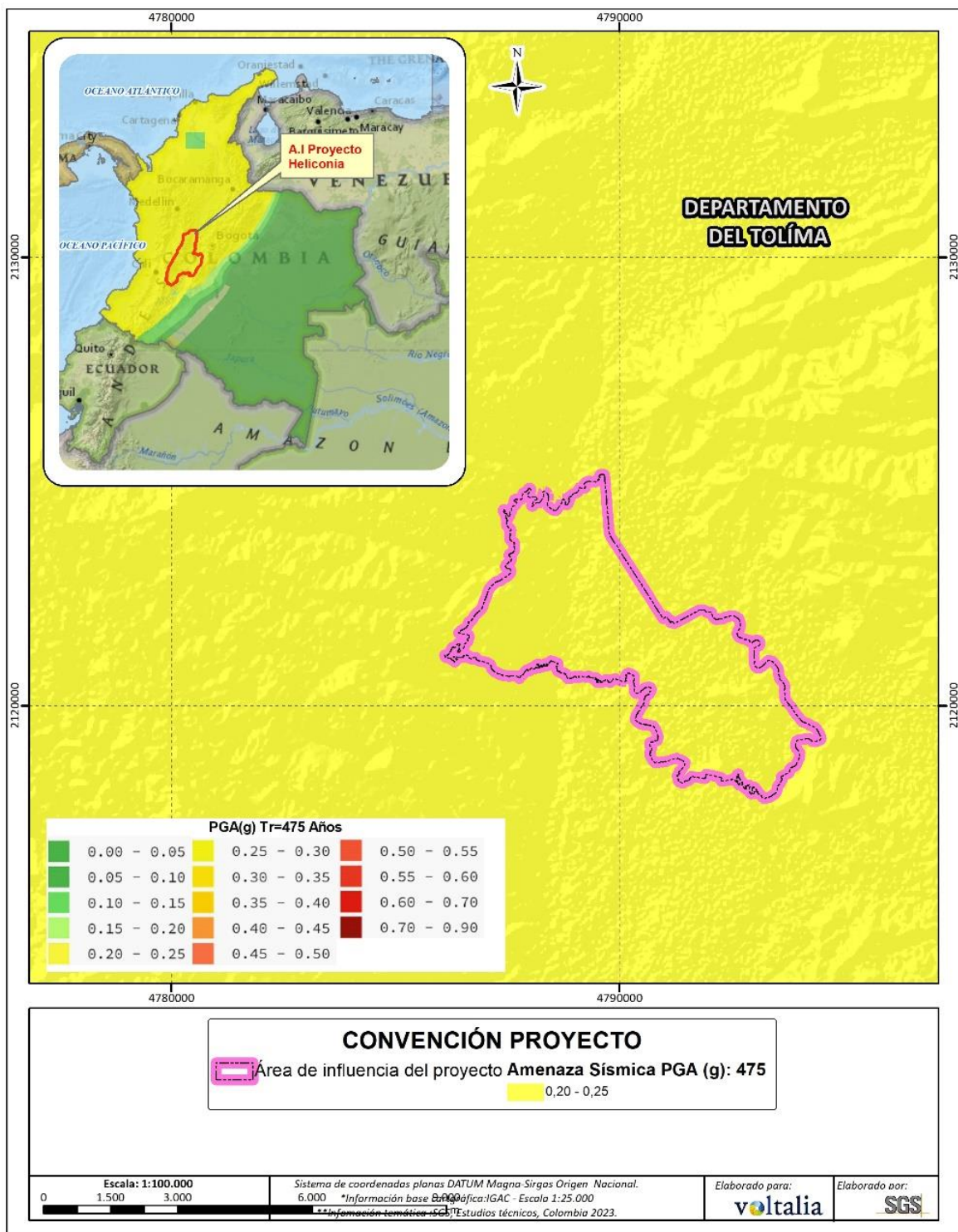
³ Arcila Rivera, M. M., García, J., Montejó Espitia, J. S., Erazo, J. F., Valcárcel Torres, J. A., Mora Cuevas, M. G., Viganó, D., Pagani, M., & Díaz Parra, F. J. (Eds.). Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia (Vol. volumen 43) 2020., p. 27. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano y Fundación Global Earthquake Model.

⁴ Ibid., p. 109.

⁵ Ibid., p. 265.

⁶ SGC – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Mapa Nacional de Amenaza Sísmica. Periodo de retorno 475 años. 2010.

Figura 10-8 Zonificación sísmica en el área de evaluación y alrededores



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de SGC, 2018

Según los lineamientos expuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se establece al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)⁷ como referente para la zonificación de amenaza sísmica en el territorio colombiano. En la NSR-10 se clasifican los movimientos sísmicos de diseño en función de la aceleración pico efectiva (A_a) y de la velocidad pico efectiva (A_v) para una probabilidad del 10% de ser superados en un periodo de exposición de 50 años. Esto ha permitido zonificar el territorio nacional según su grado de amenaza⁸:

- Zona de amenaza sísmica baja: conjunto de lugares en donde tanto A_a como A_v son menores o iguales a 0,10.
- Zona de amenaza sísmica intermedia: conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos son mayores a 0,10 y ninguno excede 0,20.
- Zona de amenaza sísmica alta: conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos son mayores a 0,20.

Según el mapa de zonificación de amenaza sísmica dispuesto por la NSR-10⁹ el área de influencia físico-biótica del proyecto se encuentra en la zona de amenaza intermedia al norte del Departamento del Tolima, con una probabilidad de ocurrencia remota (ver Tabla 10-22 y la [Figura 10-9](#)).

Tabla 10-22 Amenaza sísmica en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Media	2340,06	100
Total	2340,06	100%

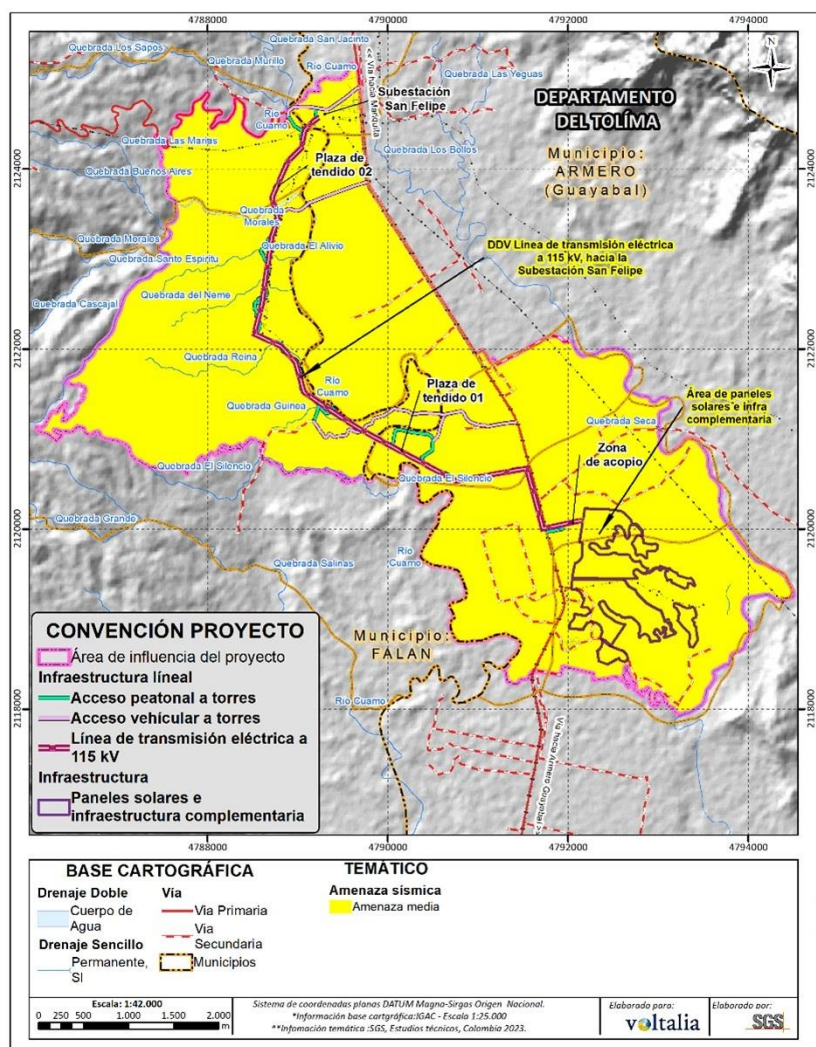
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de MAVDT, 2010.

⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente., 2010.

⁸ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)., 2010. Óp., cit., p. A-15.

⁹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)., 2010. Óp., cit., p. A-17.

Figura 10-9 Zonificación de amenaza sísmica en el área de influencia fisicobiótica según la NSR-10



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de MAVDT, 2010.

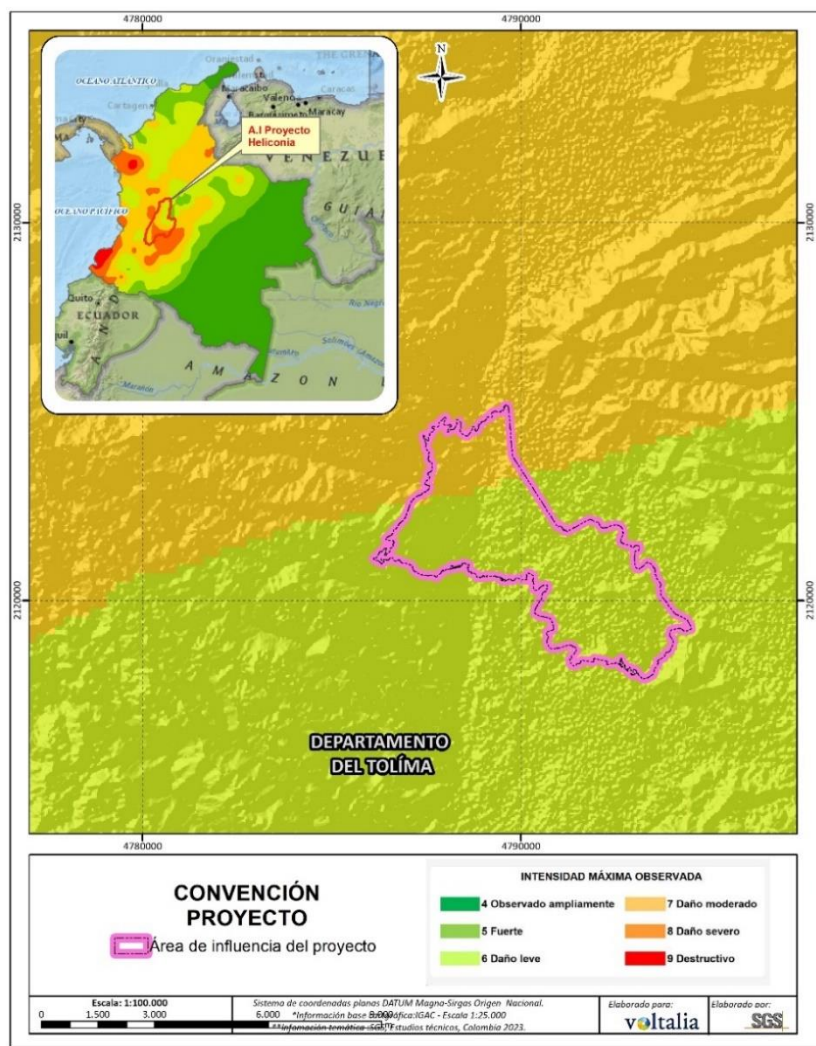
En el área fisicobiótica del proyecto Heliconia se halla en la zona de intensidad de daño intermedio (ver Tabla 10-23). Abarcando parte de la sección norte del área de estudio, es decir con intensidad 7 “Daño moderado” en la cual se ha dado una percepción donde la mayoría de gente se asusta. Los muebles son levemente desplazados. Muchos edificios construidos sufren daños moderados; grietas en muros, caída de revestimiento y parte de techo. Por otro lado, hacia el sur del área del proyecto se tiene una intensidad menor, es decir 5 “Daño leve”, cuya descripción está determinada por una percepción fuerte, sentido por casi todos los en el interior de edificaciones y por pocos en el exterior. Algunas personas pierden el equilibrio y algunos objetos se caen.

Tabla 10-23 Intensidad máxima observada para el área de evaluación

INTENSIDAD EMS-98	4	5	6	7	8	9	10
DEFINICIÓN	Observado ampliamente	Fuerte	Daño Leve	Daño moderado	Daño severo	Destruyivo	Muy destruycivo
PERCEPCIÓN MOVIMIENTO	Ligero	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Severo	Violento	Extremo
	Intensidad sísmica en el AI Físico-biótica						

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de SGC, 2015¹⁰ y SGC, 2020¹¹

Figura 10-10 Mapa de intensidad máxima observada para el área de evaluación



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de SGC, 2015.

¹⁰ SGC. Mapa de intensidades máximas observadas para Colombia. 2015. p. 27.

¹¹ SGC. Mapa de intensidad macrosísmica. 2020. [Citado, Julio, 2021] Disponible en: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/shakemap/sc/shake/SGC2020icvkhz/intensity.html>

La gran mayoría de sismos presentes son de baja magnitud e intensidad, lo cual no impediría la construcción de la infraestructura del proyecto presente y se presentan de forma generalizada en cercanías a la Falla regional de Otú- Pericos y la Falla de Honda quien limitan la cuenca del valle del Magdalena y la Cordillera Central. Así mismo se presentan sismos en los municipios de Mariquita, Honda, Palocabildo, Falan y Armero Guayabal.

- Amenaza por inundación

De acuerdo con el mecanismo de generación, las inundaciones pueden ser fluviales, pluviales, costeras o de otro tipo. Las inundaciones fluviales son inundaciones producidas por el flujo excedente de agua y sedimentos transportados por corrientes (ríos, quebradas), el cual desborda la capacidad de transporte del cauce. Las inundaciones fluviales pueden ser lentas y repentinas. Las inundaciones fluviales lentas son producidas normalmente por precipitaciones prolongadas, pero también pueden ser producidas por huracanes, ciclones tropicales, deshielo, entre otras. Las inundaciones fluviales repentinas son producidas normalmente, por precipitación convectiva, pero también pueden ser producidas por la movilidad de grandes volúmenes de flujos provenientes de glaciares, movimientos en masa, escombros o represas. Las inundaciones pluviales se producen por: la acumulación de agua precipitada en una determinada superficie (generalmente plana o cóncava) sin que esta provenga del desbordamiento del cauce; también puede ser producida por la incapacidad de los sistemas de alcantarillado o canales de desagüe en eventos de lluvia de gran magnitud o intensidad (MINAMBIENTE, MINHACIENDA y Fondo Adaptación, 2014).

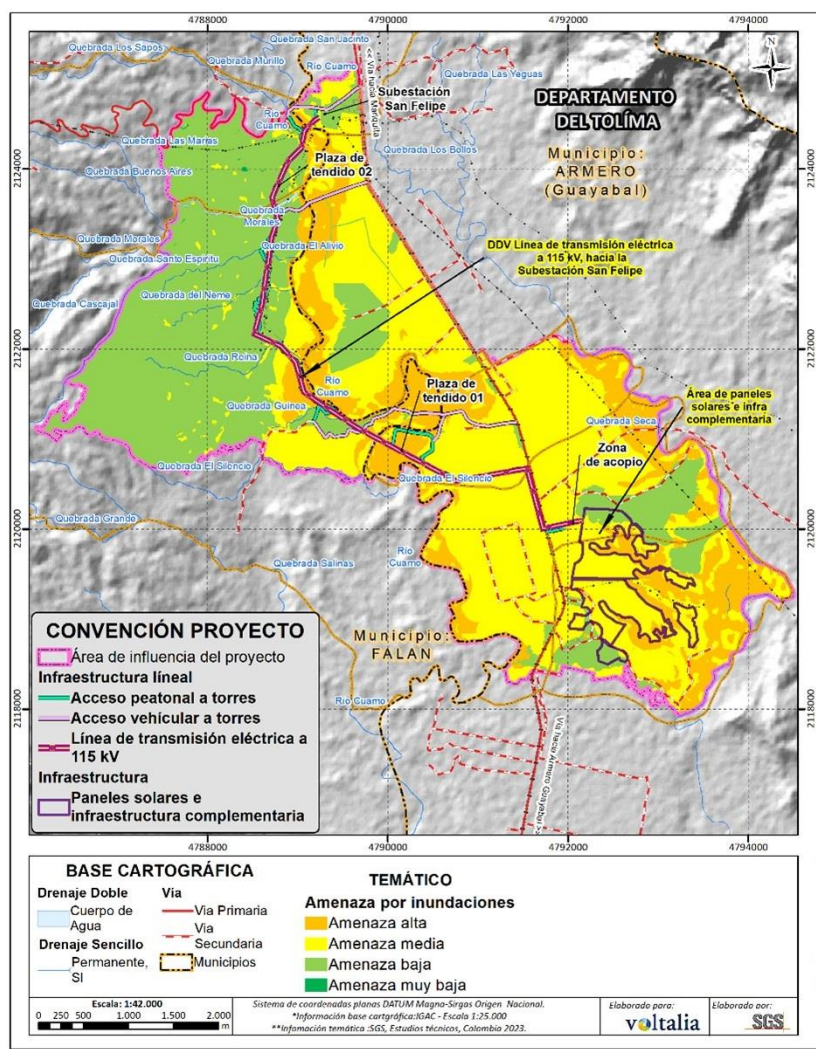
Dadas las características del área de influencia del proyecto y el régimen hidrológico característico, se evaluaron variables fundamentales como las coberturas de la tierra, geomorfología, suelos, pendientes del terreno y las unidades geológicas; De acuerdo con lo anterior y la caracterización ambiental desarrollada en los diferentes componentes del presente EIA, se obtuvo el mapa de amenaza por inundaciones para el área de influencia del proyecto, cuyos resultados son presentados en la Tabla 10-24 y la [Figura 10-11](#). En el área de influencia fisicobiótica, predominan las áreas de amenaza media en 1035,68ha que representan el 44,26%, amenaza baja 859,91ha (36,71%), amenaza alta con 441,36 ha (18,86%) y finalmente la categoría muy baja 3,11ha (0,13%) con una probabilidad de ocurrencia remota.

Tabla 10-24 Amenaza por inundación en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta	441,36	18,86
Media	1035,68	44,26
Baja	859,91	36,75
Muy Baja	3,11	0,13
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-11 Amenaza por inundación



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Amenaza volcánica

La actividad volcánica es el conjunto de manifestaciones de la dinámica de un volcán, relacionados con la evolución geológica de la tierra, que representan procesos que ocurren tanto en su interior como en su parte externa; La actividad volcánica se puede caracterizar por sismicidad, emisión de gases, además de productos emitidos durante las erupciones como son corrientes de lava y piroclastos (Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD, 2017).

Según la zonificación de la amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano, se observa que el área de influencia fisicobiótica se encuentra dentro área de influencia del volcán del Ruiz (Sistema Geológico Colombiano SGS, 2015) y Cerro Machín (Sistema Geológico Colombiano SGS, 2022) como una amenaza baja proyectada, que

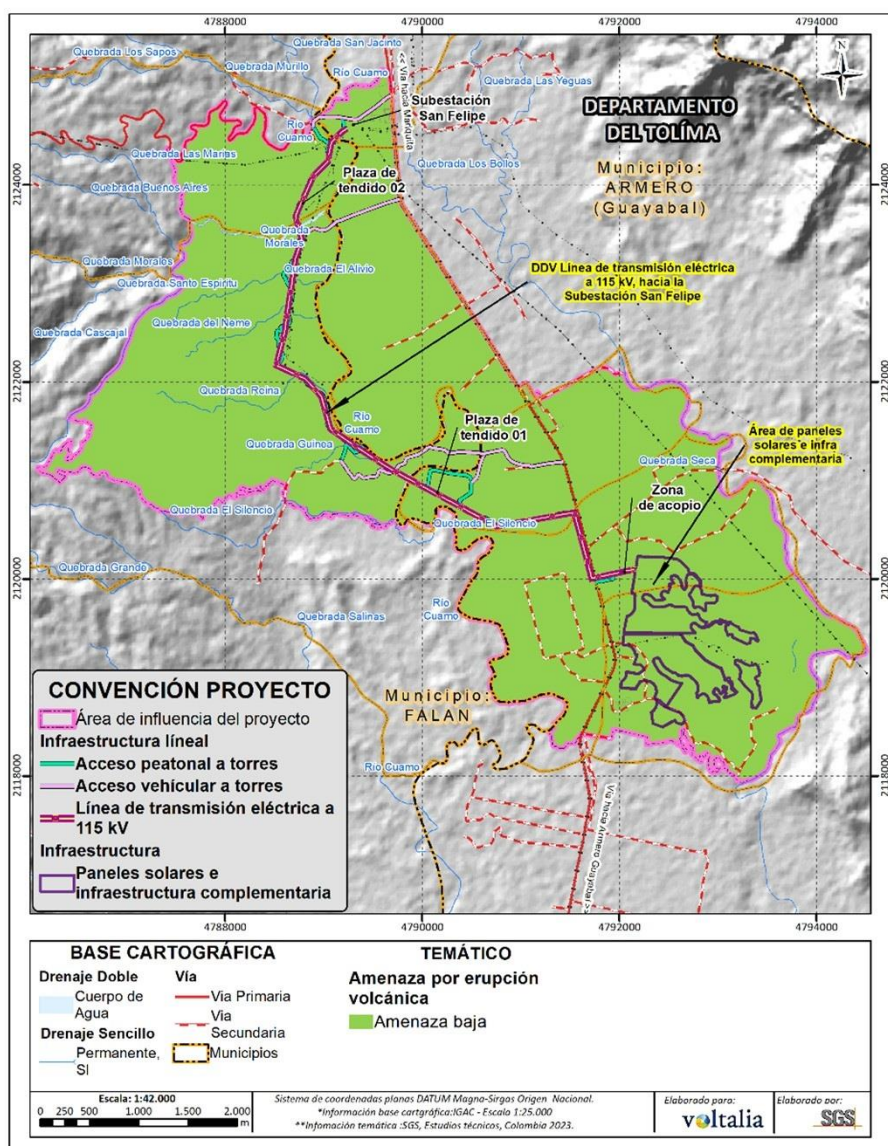
corresponde a una zona expuesta a caída de piroclastos con acumulaciones entre 0,5 mm y 1 cm, cubriendo las direcciones alrededor de la cima del edificio no contempladas en la tendencia principal de los vientos, con una probabilidad de ocurrencia remota (ver Tabla 10-25 y Figura 10-12).

Tabla 10-25 Amenaza volcánica en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Baja	2340,06	100
Total	2340,06	100%

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2015), adaptado por SGS Colombia, 2024

Figura 10-12 Amenaza volcánica en el área de influencia fisicobiótica



- Amenaza por vendavales

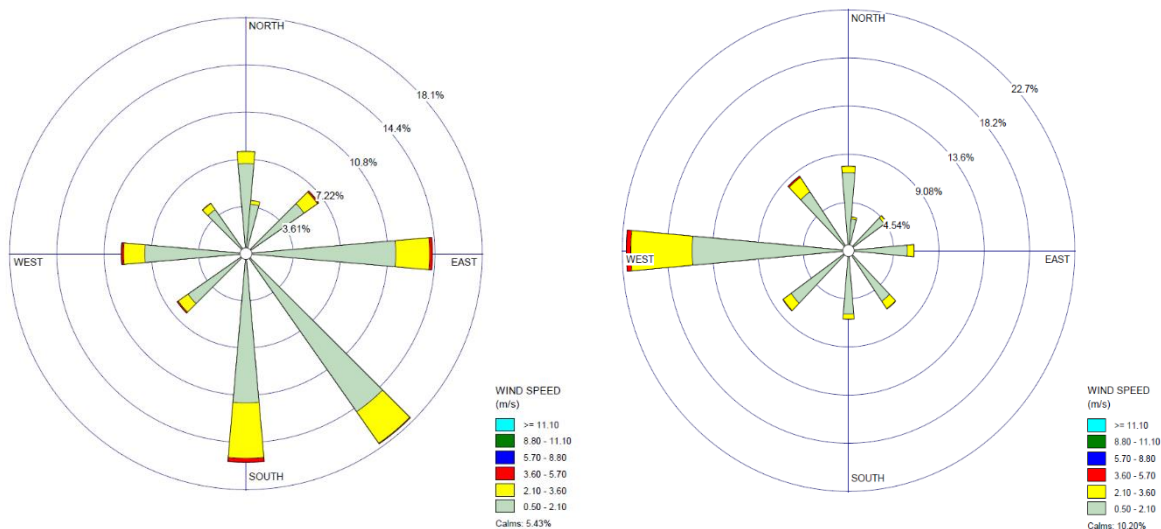
Los vendavales son perturbaciones atmosféricas que genera vientos fuertes y destructivos en una sola dirección, con velocidades entre 50 y 80 Km, en intervalos cortos de tiempo y de afectación local. Los vendavales son también conocidos como: ventisca, ráfaga y ventarrón.

Para la estimación de la amenaza por vendavales en el área de influencia fisicobiótica se tomó como criterio la rosa de vientos en periodo diurno y nocturno de acuerdo con los datos meteorológicos suministrados por el IDEAM para la estación Aeropuerto Perales (Código 21245040) del municipio de Ibagué Tolima, en el periodo comprendido del año 2000 al 2019.

En la

Figura 10-13 se observa que en el horario diurno, predominan los vientos hacia la dirección sureste, este y sur, donde la velocidad que predomina es menor a 2,1 m/s, sin embargo pueden llegar hasta los 5,7 m/s; para el horario nocturno, se evidencia una predominancia de vientos dirección oeste, con velocidades que pueden llegar hasta 5.70 m/s.

Figura 10-13 Rosa de vientos horario diurno y nocturno



Rosa de vientos horario diurno

Rosa de vientos horario nocturno

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024, adaptado con información IDEAM

De acuerdo con la escala Beaufort (ver

Tabla 10-26), se clasifica el viento a partir de la velocidad como una brisa moderada donde se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles.

Tabla 10-26 Clasificación del viento a partir del rango de velocidades

DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO DEL VIENTO	RANGO DE VELOCIDADES (m/s)
Calma	Calma, el humo asciende verticalmente	0 – 0,2
Aire ligero	El humo indica la dirección del viento	0,3 – 1,5
Brisa ligera	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos	1,6 – 3,3
Brisa suave	Se agitan las hojas, ondulan las banderas	3,4 – 5,4
Brisa moderada	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles	5,5 – 7,9
Brisa fresca	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada	8,0 – 10,8
Brisa fuerte	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas	10,9 – 13,8
Viento casi temporal	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento	13,9 – 16,9
Viento temporal	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa	17,0 – 20,5
Viento temporal fuerte	Daños en árboles, imposible andar contra el viento	20,6 – 24,1
Tormenta	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones	24,2 – 28,3
Tormenta violenta	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles	28,4 – 32,6
Huracán	Destrucción total	> 32,7

Fuente: (Retallack, 1973)

Con base en la escala presentada anteriormente, se considera el nivel de amenaza para vendaval con relación al promedio de la velocidad máxima del viento utilizando los criterios presentados en la Tabla 10-27.

Tabla 10-27 Parámetros para calificar la variable de velocidad máxima anual viento

VELOCIDAD MÁXIMA ANUAL DEL VIENTO (M/S)	CATEGORÍA DE AMENAZA
<9	Muy baja
9.1-12	Baja
12.1 - 18	Media
18.1 - 24	Alta
> 24	Muy alta

Fuente: SGS Colombia, 2024

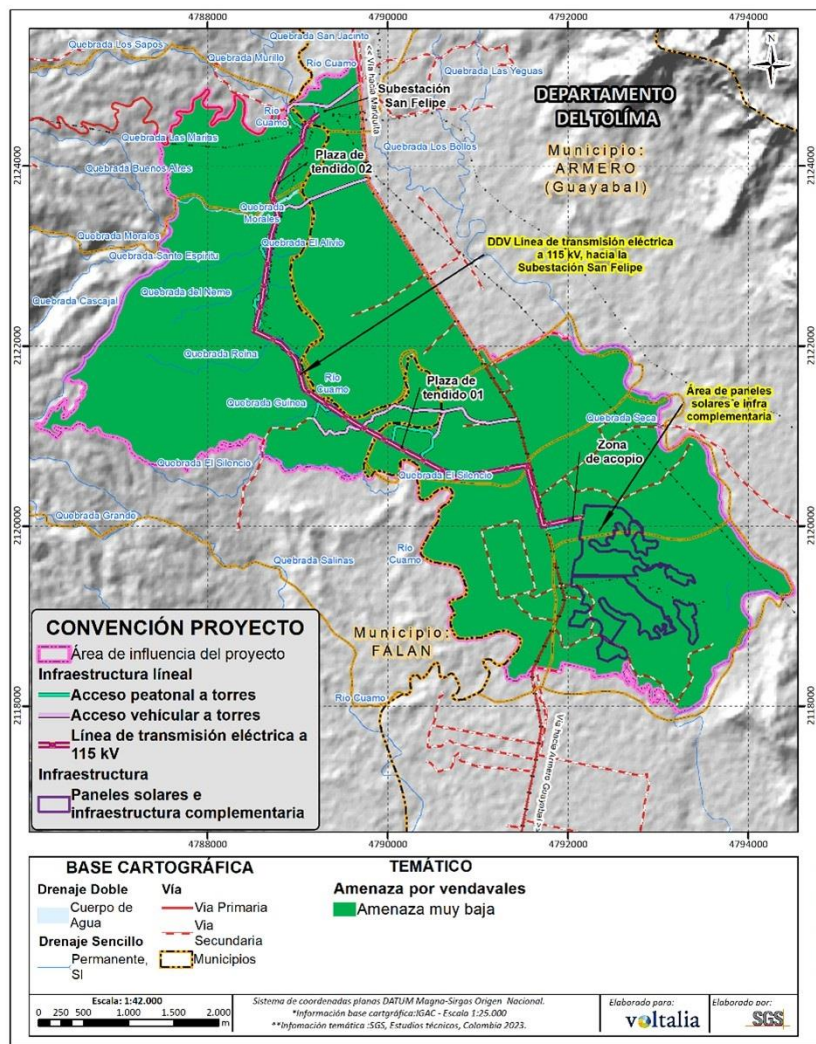
En el área de influencia fisicobiótica, se obtuvo la información con valores menores 5,7m/s lo que representa una categoría de amenaza muy baja, con una probabilidad de ocurrencia remota (Ver Tabla 10-28 y la [Figura 10-14](#)).

Tabla 10-28 Amenaza por vendavales en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy baja	2340,06	100
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-14 Amenaza por vendavales en el área de influencia fisicobiótica



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Amenaza por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas son un fenómeno físico que se caracteriza por la transferencia de carga eléctrica (positiva o negativa) a lo largo de la nube, generando así altas corrientes, esto depende en Colombia por el 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 (Universidad Nacional, 1991).

La amenaza por tormentas eléctricas se determinó a partir del análisis de la densidad de descargas a tierra; esta es definida como el número de rayos que caen a tierra por kilómetro cuadrado por año y se expresa en función de los niveles ceraúnicos que se

identifiquen en la región. Por otro lado, los niveles ceráunicos corresponden al número promedio de días al cabo del año en los que hay tormentas.

- Nivel Ceráunico

El nivel ceráunico fue determinado a partir del mapa elaborado por la Universidad Nacional para Colombia (Universidad Nacional, 1991). En la Tabla 10-29. se presenta la categorización del nivel ceráunico.

Tabla 10-29 Rangos de nivel ceráunico

RANGOS DE NC (DÍAS/AÑO)	CARACTERÍSTICA	
≤32	Muy Bajo	
33 – 64	Bajo	
65 – 96	Medio	
97 – 128	Alto	
≥128	Muy Alto	

Fuente: (Universidad Nacional, 1991), adaptado por SGS Colombia, 2024

De acuerdo con lo anterior, se define con una categoría de 80 a 140 días al año, este valor está en un rango entre 65 – ≥128 de NC (Días/Año) que equivale a medio, alto y muy alto en el área de influencia fisicobiótica.

- 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 tiene en cuenta la siguiente ecuación¹²:

$$DDT = 0,0017 * NC ^ 1.56$$

Dónde:

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

NC: Nivel Ceráunico (días/año)

Fuente: Tomado de Geico S.A., 2009

Para categorizar los resultados obtenidos al aplicar la fórmula anterior, se utilizaron los valores presentados en la Tabla 10-30, obteniendo la densidad de descargas a tierra de 8,78 con un valor ceráunico de 240, que corresponde a una amenaza de categoría media en el área de influencia fisicobiótica (ver Tabla 10-31y la [Figura 10-15](#)).

Tabla 10-30 Rangos Densidad de descargas a tierra (DDT)

AMENAZA POR DDT		
Categoría	Rango	
Muy Alta	> 13,9	
Alta	10,5	13,9

¹² Geico S.A., 2009

AMENAZA POR DDT		
Media	7	10,4
Baja	3,5	6,9
Muy Baja	0	3,4

Fuente: Geiico S.A., 2009, adaptado por SGS Colombia, 2024

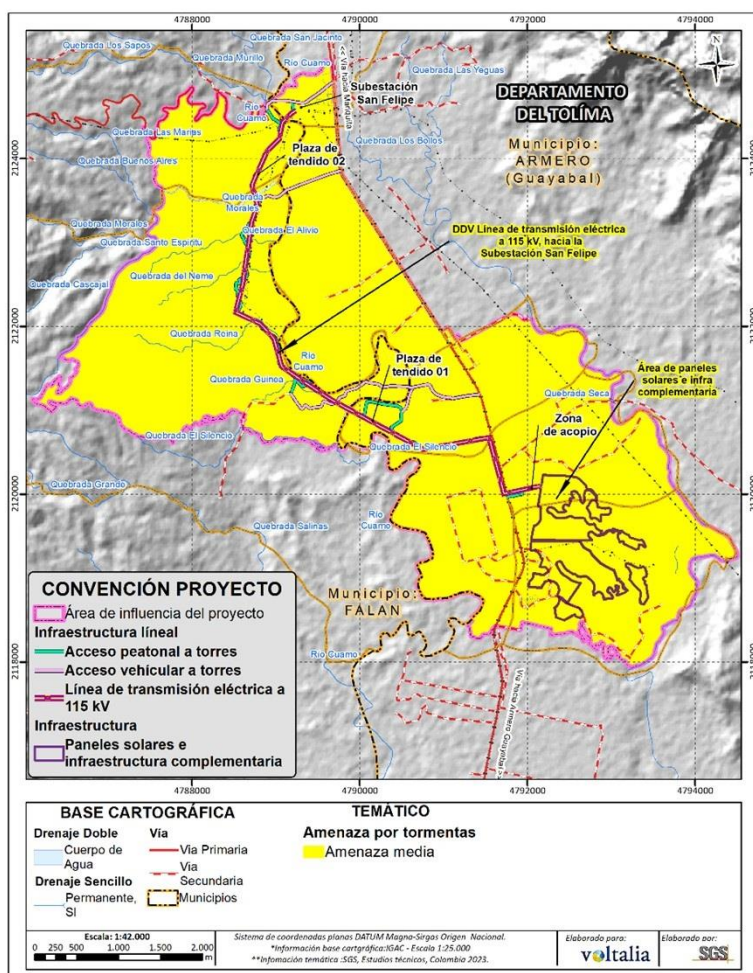
Una vez obtenida la valoración expuesta en el área de influencia del proyecto para valorar la amenaza por tormentas eléctricas, se obtuvo una probabilidad de ocurrencia remota de acuerdo con el registro de los eventos históricos amenazantes y emergencias reportadas de la UNGRD) y la base de datos de DESINVENTAR.

Tabla 10-31 Amenaza por tormentas eléctricas en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Media	2340,06	100
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-15 Amenaza por tormentas eléctricas en el área de influencia fisicobiótica



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

♦ Amenaza de origen socio-natural

Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. Las amenazas socio-naturales se crean en la intersección del ambiente natural con la acción humana y representan un proceso de conversión de recursos naturales en amenazas.

A continuación, se presentan las amenazas de origen socio-natural presentes en el área de influencia fisicobiótica:

- Amenaza por incendios forestales

Las estadísticas sobre incendios en Colombia indican que son recurrentes durante los periodos secos anuales y se estima que casi la totalidad de los incendios forestales son de origen antrópico, bien sean generados intencionalmente para la ampliación de la frontera agropecuaria o por negligencia al no tomar las precauciones adecuadas, por descuido (fumadores, fogatas, pólvora y cacería de animales, entre otros.), accidentales (caída de líneas eléctricas sobre la vegetación o roce de las mismas con los árboles) y por atentados terroristas (IDIGER , 2016).

Un incendio forestal se define como un incendio sobre la cobertura vegetal, al evento de origen natural o antrópico que se propaga de forma descontrolada destruyendo una extensión superior a 5000 m² (0.5 ha), el cual, se puede presentar sobre una cobertura de tipo urbana o rural, estando en función al tipo de vegetación, materia orgánica o elementos para la combustión (combustible), condiciones meteorológicas, topografía, actividades humanas, entre otras (IDEAM, 2011). Los incendios forestales se pueden presentar de diferente forma, dependiendo del tipo de cobertura, factor determinante y condiciones climáticas, por lo cual, estos pueden ser:

Tabla 10-32 Tipos de incendios sobre coberturas vegetales

Incendios de superficie	Incendios de copas o aéreos	Incendios de suelo o subterráneos
Corresponde a los incentivos que se propagan en la superficie del suelo, los cuales queman la vegetación de poca altura, entre las que pueden estar; Herbazales, áreas con vegetación en procesos de sucesión natural y árboles secos, con alta presencia de hojarasca y ramas en el suelo.	Este tipo de incendio tiene su origen en la superficie, no obstante, las llamas avanzar hasta propagar de forma acelerada de forma vertical, quemando la vegetación en forma de escalera hasta que mar las copas de los árboles. Este tipo de incendios consume normalmente toda la vegetación, tanto de tipo herbáceo como arbóreo en las coberturas.	Estos incendios queman la materia orgánica y estructuras de la vegetación por debajo de la superficie del suelo, desprendiendo poco humo y siendo silenciosos, por ello, llegan a ser difícilmente controlables.

Fuente: Tomado y ajustado de Emol, 2014¹³

¹³ Emol, E. E. (04 de 2014). Empresa El Mercurio S.A.P. Recuperado el 10 de 04 de 2019, de Emol. Nacional: <https://www.emol.com/noticias/nacional/2014/04/15/655486/infografia-conoce-como-se-propagany-combaten-los-incendios-forestales.html>

El proceso para definir la relación de los incendios forestales en el área de influencia del proyecto se estructuró a partir de lo expuesto en el "Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal", el cual ha sido elaborado por el (IDEAM, 2011). Este protocolo parte de la definición de una unidad de análisis, la cual, corresponde a las coberturas de la tierra identificadas e interpretadas de acuerdo con la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Para ello se evaluaron tres (3) variables, las cuales se definen y exponen a continuación.

Una vez identificadas las unidades de cobertura, se procede a realizar el cálculo de la susceptibilidad, a través de la valoración de la condición piro-genética de la vegetación (plantas pirófitas), donde, se discrimina de acuerdo con el tipo de vegetación presente en las coberturas y el tipo de combustible predominante (Ver Tabla 10-33).

Tabla 10-33 Categoría de amenaza por plantas pirófitas

TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	Muy baja	1
Áreas urbanas	Muy baja	1
Árboles	Baja	2
Arboles/arbustos	Moderada	3
Pastos/Hierbas/Arbustos/Arboles	Alta	4
Arbustos	Alta	4
Hierbas	Alta	4
Pastos/hierbas	Muy alta	5
Pastos	Muy alta	5

Fuente: (IDEAM, 2011)

Por otra parte, y como forma de evaluar la potencial amenaza, se valora la duración del combustible, ya que el efecto tendrá permanencia durante mayor tiempo en función a la disponibilidad de dicho combustible. De acuerdo con esto, se clasificó la duración del combustible (Ver Tabla 10-34).

Tabla 10-34 Duración de los combustibles y clasificación de amenaza

DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	Muy baja	1
Áreas urbanas	Muy baja	1
100 horas	Baja	2
10 horas	Moderada	3
1 hora	Alta	4

Fuente: Tomado y adaptado de (IDEAM, 2011)

Finalmente, para realizar la definición de las áreas de amenaza por incendios forestales para el área de estudio, se utilizó la variable de la generación de carga de combustibles, de acuerdo con los valores de biomasa referencia para los diferentes tipos de cobertura (IDEAM, 2011), expresada en tornadas por hectárea.

Tabla 10-35 Clasificación de amenaza por carga total de combustible de las plantas pirófitas

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	Muy baja	1
Áreas urbanas (< 1 Ton/ha.)	Muy baja	1
Baja (1 – 50 Ton/ha.)	Baja	2

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Moderada (50 – 100 Ton/ha.)	Moderada	4
Muy alta (>100 Ton/ha.)	Alta	5

Fuente: Tomado y adaptado de (IDEAM, 2011)

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y basados en la modelación de las tres (3) variables (Tipos de combustible, duración de los combustibles y carga total de combustibles) para la evaluación de áreas susceptibles por amenaza a incendios forestales, se muestran en la Tabla 10-36 la clasificación de amenaza por incendios forestales para las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto, la cual, parte del total en la sumatoria para las tres (3) variables evaluadas y se abordan en el Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal.

Tabla 10-36 Rangos para la clasificación de amenaza por incendios forestales

AMENAZA POR INCENDIOS	RANGO DE CLASIFICACIÓN
Muy alta	11.1 – 14
Alta	9.1 – 11
Moderada	7.1 – 9
Baja	5.1 – 7
Muy baja	3. – 5

Fuente: Tomado y adaptado de IDEAM (2011)¹⁴

Se presentan en la Tabla 10-37 y Tabla 10-38, los resultados de los totales que permitirán la valoración final para la susceptibilidad de las coberturas a incendios forestales, esta se encuentra diferencia por rangos de susceptibilidad (Rs).

Tabla 10-37 Resultado de susceptibilidad por incendios forestales para coberturas

COBERTURA	CLC	TIPO DE COMBUSTIBLE		DURACIÓN DE COMBUSTIBLE		CARGA DE COMBUSTIBLE		SUSCEPTIBILIDAD
Bosque de galería y/o ripario	314	Árboles	2	100 horas	2	Muy Alta (más de 100 ton/ha)	4	MODERADA
Vegetación secundaria alta	3231	Árboles y arbustos	3	100 horas	2	Muy Alta (más de 100 ton/ha)	4	MODERADA
Vegetación secundaria baja	3232	Árboles y arbustos	3	100 horas	2	Muy Alta (más de 100 ton/ha)	4	MODERADA
Plantación forestal	315	Árboles y arbustos	3	100 horas	2	Muy Alta (más de 100 ton/ha)	4	MODERADA
Cultivos agroforestales	224	Árboles	2	1 hora	4	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	3	MODERADA
Cultivos transitorios	212	Árboles	2	1 hora	4	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	3	ALTA
Cultivos permanentes	22	Hierbas	5	1 hora	4	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	3	ALTA
MoSAlco de cultivos	241	Hierbas	5	10 horas	3	Baja (1-50 ton/ha)	2	MODERADA

¹⁴ Ibid., p. 44

COBERTURA	CLC	TIPO DE COMBUSTIBLE		DURACIÓN DE COMBUSTIBLE		CARGA DE COMBUSTIBLE		SUSCEPTIBILIDAD
Cereales	212	Hierbas	5	10 horas	3	Moderada (50-100 ton/ha)	3	ALTA
Zonas arenosas naturales	331	No combustibles	1	No combustible	1	No combustible	1	MUY BAJA
Pastos arbolados	232	Pastos	5	1 hora	4	Baja (1-50 ton/ha)	2	ALTA
Pastos enmalezados	233	Pastos / hierbas	5	1 hora	4	Baja (1-50 ton/ha)	2	ALTA
Pastos limpios	231	Pastos	5	1 hora	4	Baja (1-50 ton/ha)	2	ALTA
Cuerpos de agua artificiales	514	No combustibles	1	No combustible	1	No combustible	1	MUY BAJA
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	No combustibles	1	No combustible	1	No combustible	1	MUY BAJA
Ríos (50 m)	511	No combustibles	1	No combustible	1	No combustible	1	MUY BAJA
Zonas Pantanosas	411	No combustibles	1	No combustible	1	No combustible	1	MUY BAJA
Zonas industriales	1211	Áreas urbanas	1	No combustible	1	Áreas urbanas (menos 1 hora)	1	MUY BAJA
Zonas comerciales	1212	Áreas urbanas	1	No combustible	1	Áreas urbanas (menos 1 hora)	1	MUY BAJA
Tejido urbano discontinuo	112	Áreas urbanas	1	No combustible	1	Áreas urbanas (menos 1 hora)	1	MUY BAJA
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1221	Áreas urbanas	1	No combustible	1	Áreas urbanas (menos 1 hora)	1	MUY BAJA

Fuente: SGS Colombia, 2024

Tabla 10-38 Susceptibilidad por incendios forestales para coberturas

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta	1581,12	67,57
Moderada	558,30	23,86
Muy Baja	200,64	8,57
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

- Amenaza total por incendios forestales

Para este análisis se integran los factores climáticos, pendiente, accesibilidad, frecuencia histórica de incendios y la susceptibilidad de la cobertura vegetal para el área influencia del proyecto, se procede a reclasificar la amenaza total por incendios forestales teniendo como referencia, los lineamientos establecidos en el protocolo del IDEAM.

A continuación, se describen los valores obtenidos para cada factor en las cinco categorías propuestas en el protocolo.

- Factores climáticos

El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y la propagación de los incendios forestales, ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada, lo cual influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente.

La precipitación registrada para el área de influencia fisicobiótica se ubica entre los 2000 y 3000 mm, lo que se considera como árido, lo que representa una susceptibilidad moderada (Ver Tabla 10-39).

Tabla 10-39 Susceptibilidad por precipitación anual a incendios forestales

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Árido (2000-3000)	Moderada	1	2340,06	100%
Total			2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

La temperatura del área de influencia del proyecto, en los municipios de Falan y Armero Guayabal, se caracterizan por presentar temperaturas promedio de 27,5 °C (Cálido) (ver Tabla 10-40).

Tabla 10-40 Susceptibilidad por temperatura anual a incendios forestales

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Cálido (>24)	Muy alta	5	2340,06	100%
Total			2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

- Factor relieve

El relieve se califica de acuerdo con las curvas de nivel con el cual se genera un mapa de pendientes definido por unos valores; este factor es contemplado por su influencia en la propagación del fuego la cual aumenta de acuerdo con el ángulo de la superficie, la propagación de la pendiente es rápida y peligrosa y su frecuencia se encuentra vinculada a ciertas posiciones topográficas. En la Tabla 10-41 se presentan las pendientes asociadas al área de influencia del proyecto.

Tabla 10-41 Pendientes asociadas al área de influencia fisicobiótica

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA
A nivel, ligeramente plana e inclinada	Muy Baja
Moderadamente inclinada	Baja
Fuertemente inclinada	Moderada
Ligeramente y moderadamente escarpada o ligeramente y moderadamente empinada	Alta
Fuertemente escarpada o empinada y totalmente escarpada	Muy Alta

Fuente: SGS Colombia, 2024

El relieve del área de influencia del proyecto corresponde a 836,67 ha (35,75%) en categoría muy baja asociada a pendientes a nivel, ligeramente planas e inclinadas, seguido por la categoría moderada con 742,20 ha (31,72%) que abarca áreas fuertemente inclinadas, en cuanto a la categoría baja con 604,88 ha (25,85%) son áreas moderadamente inclinadas y la categoría alta con 156,32 ha (6,68%) corresponde a

pendientes ligeramente y moderadamente escarpadas o ligeramente y moderadamente empinadas (ver Tabla 10-42).

Tabla 10-42 Susceptibilidad por relieve a incendios forestales

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
0-7%	Muy baja	836,67	35,75
7-12%	Baja	604,88	25,85
12-25%	Moderada	742,20	31,72
25-75%	Alta	156,32	6,68
Total		2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

- Factor Histórico

Para el cálculo del factor histórico se consultó eventos históricos. De acuerdo con este registro el 100% del área de influencia fisicobiótica presenta una susceptibilidad de frecuencia muy baja (ver Tabla 10-43).

Tabla 10-43 Susceptibilidad de acuerdo con el registro de incendios forestales

HISTÓRICO INCENDIOS	CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
0-0.5 Inc/km ²	Baja	2340,06	100
Total		2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

- Accesibilidad

Con base en la metodología utilizada, el análisis de la susceptibilidad por accesibilidad se define para las vías de categoría 1,2,3,4 y 5. De acuerdo con este registro la categoría que predomina es muy alta (ver Tabla 10-44).

Tabla 10-44 Susceptibilidad por accesibilidad a incendios forestales

DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER EN m)	CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
0 – 500	Muy Alta	1782,95	76,19
500-1000	Alta	325,72	13,92
1000-1500	Media	130,12	5,56
1500-2000	Baja	93,05	3,98
2000- 10000	Muy Baja	8,22	0,35
Total		2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Finalmente, para el cálculo de la amenaza por incendios forestales se utiliza la siguiente ecuación:

$$AI=(C\times0,17)+(P\times0,25)+(T\times0,25)+(M\times0,03)+(F\times0,25)+(A\times0,05)$$

Donde:

AI: Amenaza por incendios forestales

C: Cobertura

P: Precipitación

T: Temperatura

M: Pendiente
F: Frecuencia
A: Accesibilidad

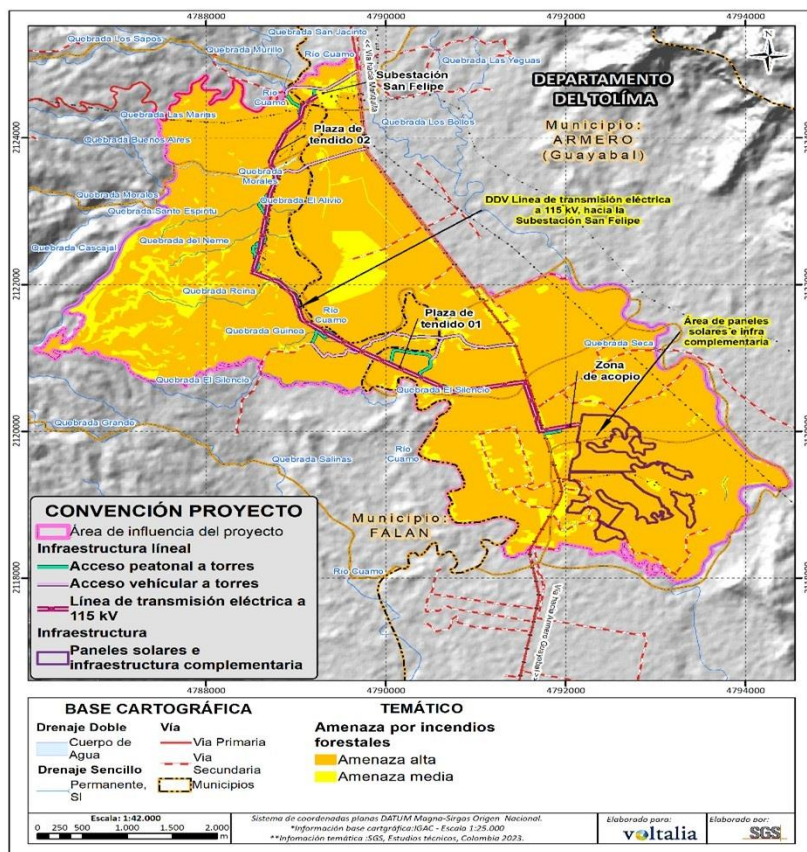
Como se aprecia en la Figura 10-16 y en la Tabla 10-45, el área de influencia del proyecto, presenta una distribución de la amenaza por incendios forestales con tendencia alta asociado principalmente a la incidencia climática, altas temperaturas (27,5°C) y precipitación (2020 mm), asimismo las coberturas de pastos, cultivos, bosques y vegetación secundaria lo que incide con el tipo, carga y duración del combustible. Ahora bien, es importante resaltar que el factor histórico de incendios, indica una baja frecuencia de amenaza por incendios, reduciendo de esta manera el riesgo por la amenaza de incendios forestales en el área de influencia del proyecto.

Tabla 10-45 Amenaza por incendios forestales

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta	2030,97	86,79
Moderada	309,10	13,21
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-16 Amenaza por incendios forestales



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

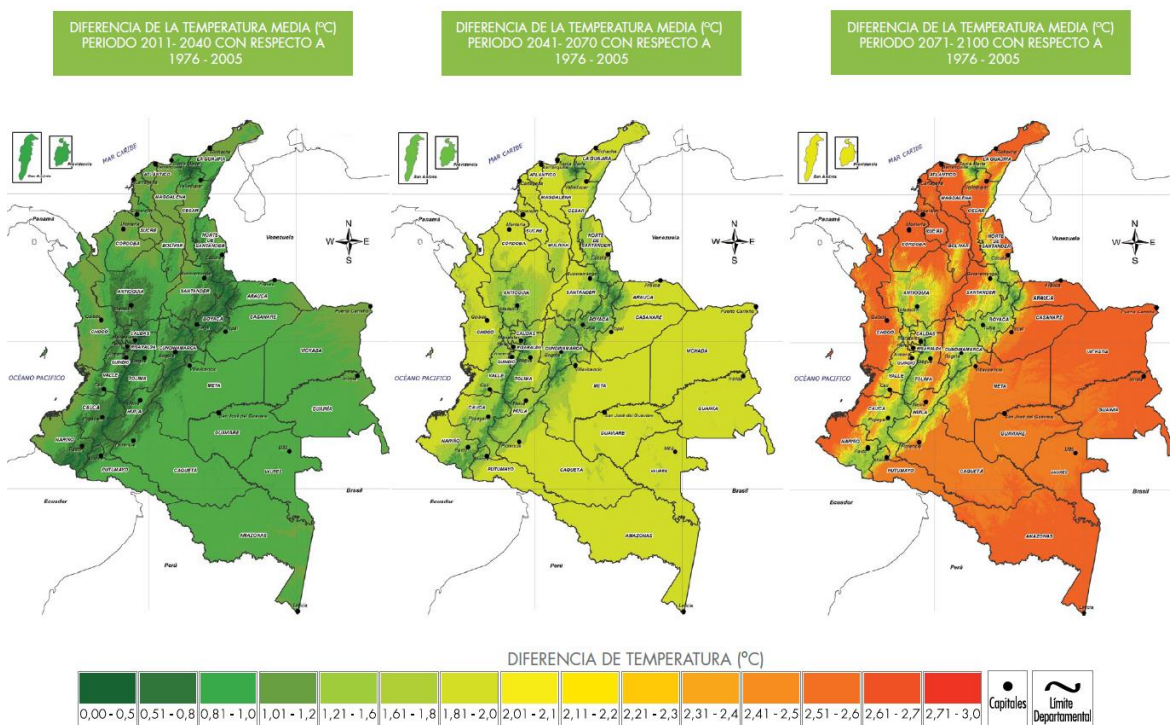
- Amenaza por cambio climático

A partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Colombia adquiere unas responsabilidades para hacer cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales buscan la reducción de los gases efectos invernadero (GEI) y de esta forma evitar el aumento de 2 grados de la temperatura global al 2050.

La temperatura y la precipitación son dos variables que marcan las tendencias de Cambio Climático inducidas tanto por factores naturales como por los cambios que han generado las actividades humanas en el planeta (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015). En este sentido, el IDEAM a partir de los lineamientos de propuestos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha propuesto unos escenarios de temperatura y precipitación para Colombia desde el 2011 hasta el 2100.

De esta manera, si las GEI aumentan gradualmente en Colombia hasta 2.14°C para el 2100, se esperan consecuencias en el aumento del nivel del mar, el retroceso de paramos, la reducción de la productividad agropecuaria, mayor incidencia de fenómenos climatológico extremos. Se espera que para el periodo de 2071-2100 la precipitación media disminuya entre 10 a 30% en cerca del 27% del territorio nacional (Amazonas, Vaupés, sur del Caquetá, San Andrés y Providencia, Bolívar, Magdalena, Sucre y norte del Cesar) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015). El posible comportamiento del aumento de temperatura para Colombia se aprecia en la Figura 10-17.

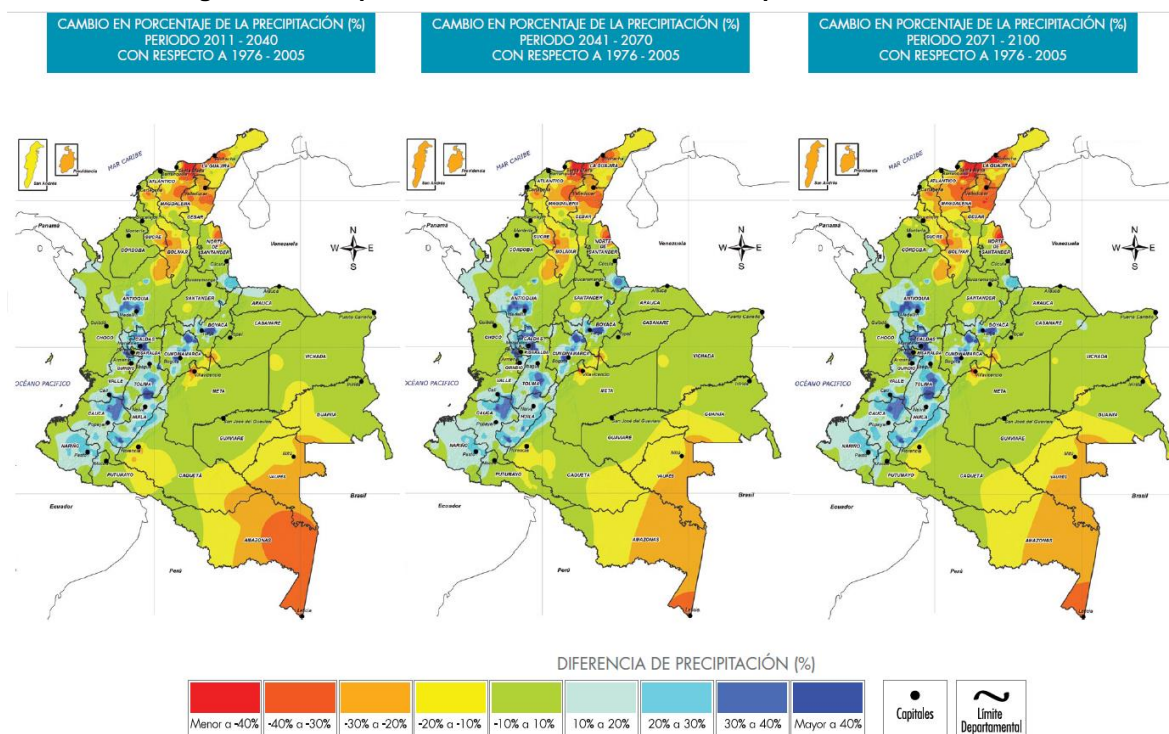
Figura 10-17 Mapas Nacionales de Cambio de Temperatura del 2011-2100



Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015)

Por otro lado, para el mismo periodo se espera que la precipitación aumente entre 10 a 30% en cerca del 14% del territorio nacional (Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Eje Cafetero, occidente de Antioquia, norte de Cundinamarca, Bogotá y centro de Boyacá) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015). El posible comportamiento del aumento de precipitaciones para Colombia se aprecia en la Figura 10-18.

Figura 10-18 Mapas Nacionales de Cambio de Precipitación del 2011-2100



Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015)

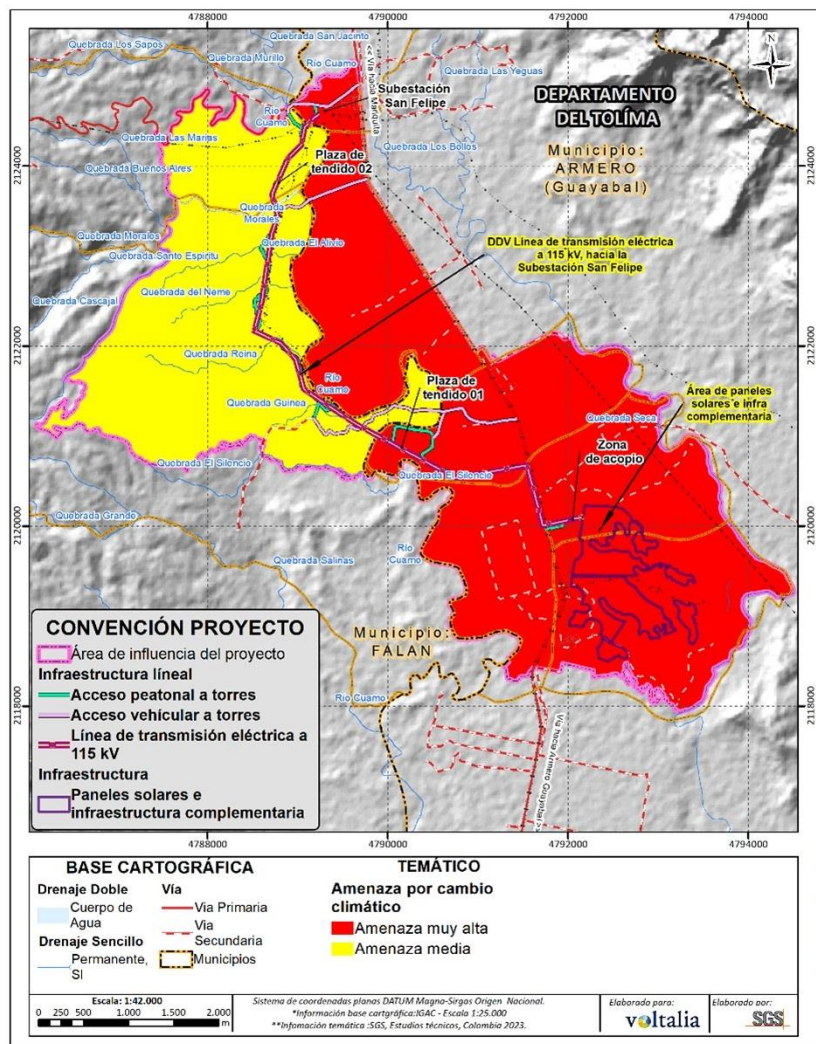
En la Tabla 10-46 y la [Figura 10-19](#), se presenta la amenaza por cambio climático en categoría muy alta en el municipio de Armero Guayabal y media en el municipio de Falan, sin embargo, es importante mencionar que Colombia aporta un porcentaje mínimo en la emisión de gases efecto invernadero, con cerca del 0,44%, la alteración del equilibrio energético del planeta tiene implicaciones en el nivel de amenaza de los territorios.

Tabla 10-46 Amenaza por cambio climático en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy alta	1498,21	64,02
Media	841,85	35,98
Total	2340,06	100%

Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015), adaptado por SGS Colombia, 2024

Figura 10-19 Amenaza por cambio climático en el área de influencia fisicobiótica



Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, 2017)), adaptado por SGS Colombia, 2024

- Amenaza por movimientos en masa

De acuerdo con la información suministrada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la amenaza por movimientos en masa, abarcan un conjunto de procesos denudativos relacionados con el desplazamiento en forma lenta o rápida y localizada de volúmenes variables de partículas y agregados de materiales, incluyendo suelos, detritos, bloques y masa rocosa, cuesta abajo de las laderas, por incidencia de las fuerzas de desplazamiento y con participación variable del agua, hielo y otros agentes. La susceptibilidad a los movimientos en masa es la propensión del terreno a desestabilizarse y depende de las características y propiedades de los materiales que lo conforman, rocas y suelos, cobertura de la tierra y la disposición geométrica y estructural de estos; se considera un factor detonante de los movimientos en masa a todo evento natural o antrópico que lo cause (sismos, factores climáticos, actividad a gran escala del hombre, etc.).

De acuerdo con la información presentada en el Cap. 5.1.10 Estabilidad Geotécnica, en el cual se presenta la suma algebraica de mapas a escala 1.25.000 del componente geológico, geomorfológico, edafológico, hidrológico, cobertura vegetal y factores detonantes como sísmico y precipitación; y que involucra además procesos morfodinámicos en el área presentados en el Cap. 5.1.4 Geomorfología; es de mencionar que la amenaza por remoción en masa es inversamente proporcional a la estabilidad geotécnica. En el área de influencia fisicobiótica se encuentra sobre sectores de estabilidad geotécnica alta, media, baja y muy baja, que se relacionan con zonas de amenaza en movimientos en masa muy alta, alta, media y baja con probabilidad de ocurrencia remota (ver Tabla 10-47 y la [Figura 10-20](#)).

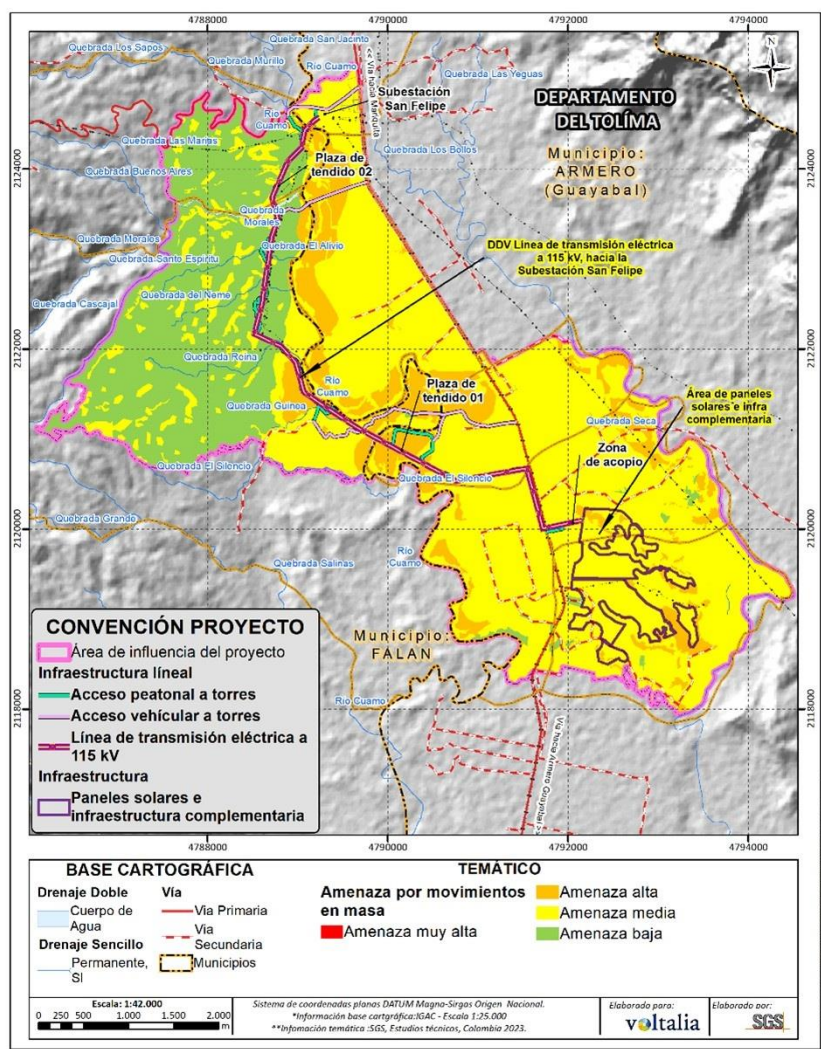
Se establece que el área varía en zonas de moderada estabilidad geotécnica, debido a la influencia fluvial del Río Cuamo y así mismo, se tienen zonas de alta estabilidad geotécnica, que si bien, se encuentran en una zona escarpada de montaña; gracias a las características del macizo rocoso no se impediría la construcción de alguna infraestructura proyectada.

Tabla 10-47 Amenaza por movimientos en masa en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy alta	0,24	0,01
Alta	281,07	12,01
Media	1485,36	63,48
Baja	573,39	24,50
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-20 Amenaza por movimientos en masa en el área de influencia fisicobiótica



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Amenaza avenida torrencial

Una avenida torrencial se caracteriza por ser un tipo de desplazamiento rápido que contiene sólidos y agua que viajan a grandes velocidades, dependiendo de la naturaleza de los materiales y las clases de flujos presentes se puede determinar el tipo de fenómeno; todos con posibilidades de manifestarse en cuencas de montaña. Caballero, H. (2011).

La geomorfología es una de las principales variables intrínsecas del terreno que intervienen en la ocurrencia de procesos de inestabilidad geotécnica. Los mayores pesos se asignaron a aquellas unidades que presentan una condición proclive a la generación y/o activación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa, teniendo en

cuenta las pendientes, el grado de intervención antrópica, la dinámica fluvial o pluvial. Las unidades presentes en el área del proyecto son de ambiente fluvial, estructural, volcánico, denudacional y antropogénico, siendo más extensa la Terraza de acumulación y la Ladera de contrapendiente de Sierra Homoclinal.

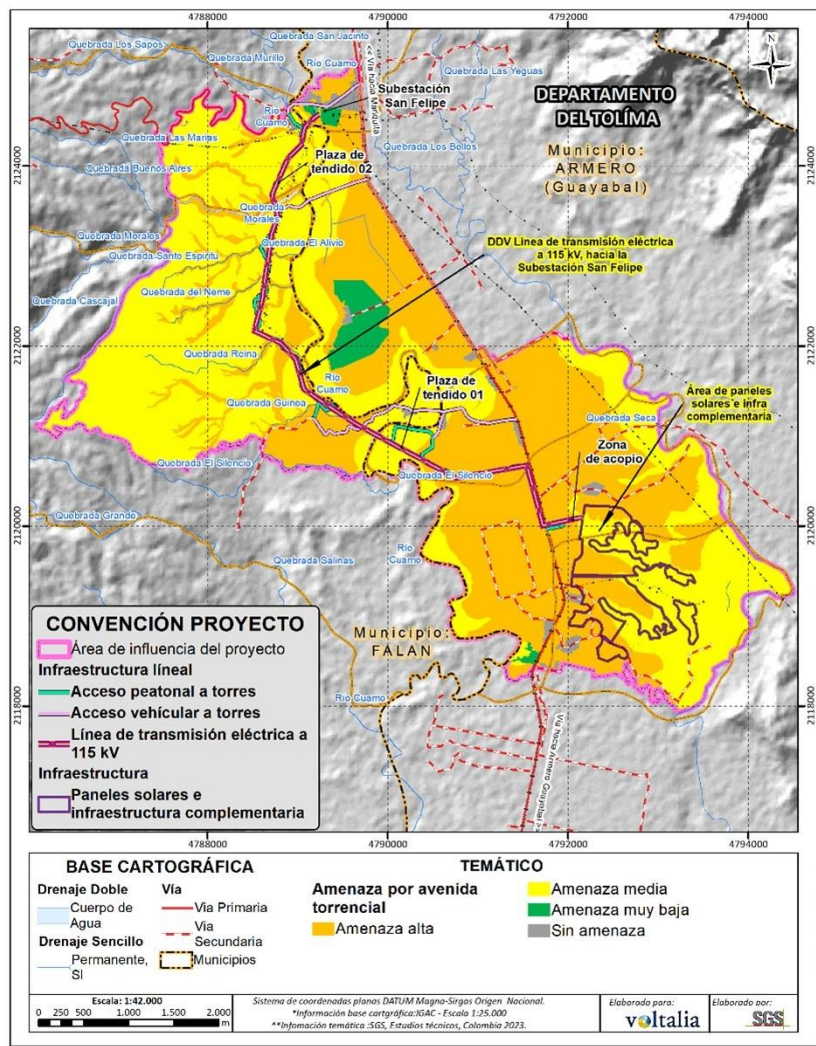
El análisis de la información presentada descrita en los párrafos anteriores permite establecer cuatro (4) categorías de amenaza de Avenida Torrencial, la cual para el área de influencia fisicobiótica el mayor porcentaje de área se encuentra en la categoría alta y media con 45,35% y 50,21%, seguido por la categoría sin amenaza con 2,33% y finalmente la categoría muy baja con 2,12% con una probabilidad de ocurrencia remota, como se muestra en la Tabla 10-48 y la [Figura 10-21](#).

Tabla 10-48 Amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta	1061,24	45,35
Media	1174,83	50,21
Muy Baja	49,50	2,12
Sin Amenaza	54,49	2,33
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-21 Amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia fisicobiótica



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

◆ Amenazas de origen antrópico

A continuación, se describen las principales amenazas antrópicas identificadas en el área de influencia del proyecto.

- Oposición al proyecto

Esta amenaza está asociada a las inconformidades que pueden presentarse en las comunidades del área de influencia, y que tendrían su origen en las expectativas tanto positivas como negativas de dichas comunidades frente al proyecto. Para el caso de las expectativas positivas, que se relacionan con contratación de mano de obra local, pagos por derecho de servidumbre, contratación de bienes de servicios, entre otros beneficios

que la comunidad puede atribuirle al proyecto; las inconformidades se pueden dar como resultado de la percepción de no satisfacción de esas expectativas.

De otra parte, las expectativas negativas son por sí mismas causantes de inconformidades y se asocian a impactos que las comunidades atribuyen al proyecto, como la generación de ruido, la afectación temporal a la movilidad y el uso de accesos, así como la limitación al derecho de dominio en los predios a intervenir, debido a las restricciones o los usos no permitidos establecidos en el RETIE para la franja de servidumbre.

La amenaza por oposición al proyecto se considera media, teniendo en cuenta que, si bien existen los antecedentes mencionados, dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto se contempla medidas de manejo, con el cual se busca mitigar la generación y/o alteración de conflictos sociales que se puedan generar por el proyecto (ver Capítulo. 10 Planes y programas, Subcapítulo 10.1 Plan de Manejo Ambiental).

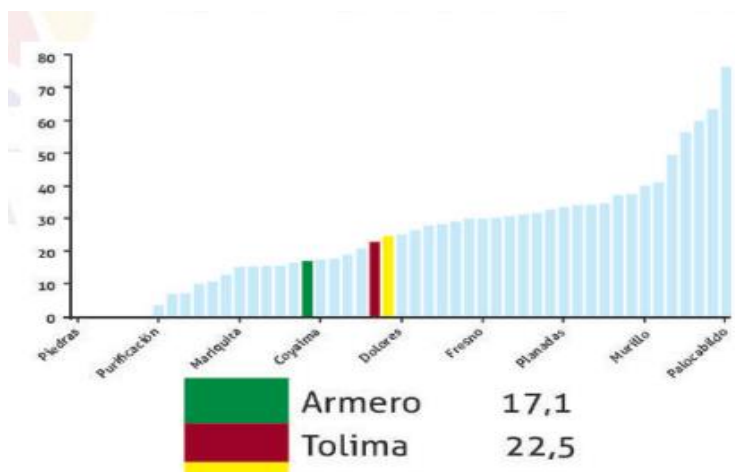
En caso de que la amenaza llegara a materializarse, se podría presentar parálisis de la obra por terceros, a través de vías de hecho, lo cual afectaría la ejecución del proyecto a nivel de presupuesto y cumplimiento de cronogramas, poniendo en riesgo la puesta en operación de la línea de transmisión.

- Delincuencia común

En el municipio de Falan se evidencia alto índices de morbilidad y mortalidad a causa de las agresiones y/o Homicidios llegando al 23.9% frente al 14.84 % del Departamento del Tolima, Violencia de genero e intrafamiliar el cual alcanza un 141% frente al 158% del departamento y una gran problemática de suicidio que registra un 10.86% frente al 7,40 % del Departamento (Alcaldía de Falan , 2020-2023).

En cuanto al municipio de Armero-Guayabetal, la información comunicada por el Departamento Nacional de Planeación relacionada con la tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes en el municipio de Armero Guayabal, indica que en el municipio existe una tasa inferior a la que se presenta en el departamento y en la nación. Igualmente la atabla permite observar la ubicación de otros municipios del Tolima, con tasas de homicidios superiores e inferiores a las del municipio de Armero Guayabal (ver Figura 10-22) (Alcaldía de Armero - Guayabal, 2020-2023).

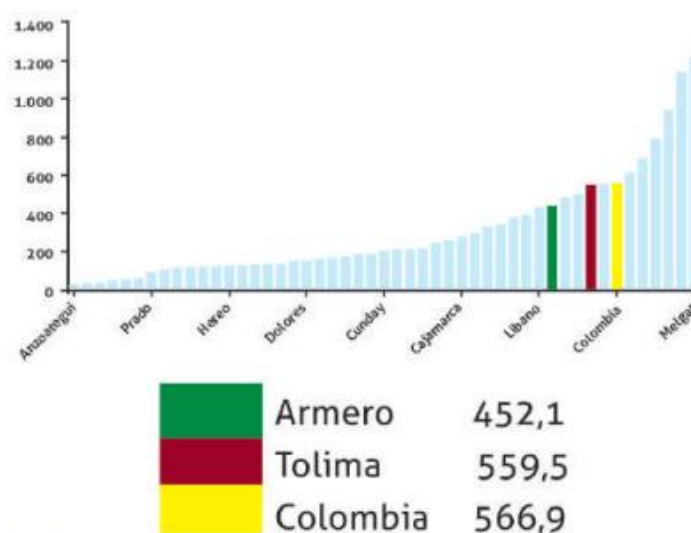
Figura 10-22 Tasa de Homicidios por cada 100.000 habitantes. Armero 2017



Fuente: (Alcaldía de Armero - Guayabal, 2020-2023)

En cuanto a los hurtos a ciudadanos, zonas residenciales y el comercio, presenta una tasa inferior al departamento y a la nación, es alta, en comparación de otros municipios del departamento (ver Figura 10-23) (Alcaldía de Armero - Guayabal, 2020-2023).

Figura 10-23 Tasa de Hurtos por cada 100.000 habitantes. Armero 2017



Fuente: (Alcaldía de Armero - Guayabal, 2020-2023)

A partir de los datos presentados, se identifica amenaza alta de hurto durante la ejecución del proyecto, también se considera probable que otros delitos como hurtos y homicidios, e en este caso la amenaza se considera media, podría verse afectada la ejecución del proyecto en términos de presupuesto y cronograma, siendo probable que deba extenderse por más tiempo del planificado.

♦ Amenazas de operacionales (Endógenas)

Son las amenazas que se pueden presentar en las diferentes etapas del proyecto, son aquellas que durante las actividades (rutinarias, no rutinarias y de emergencia) relacionadas a la ejecución del proyecto, 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.

- Amenaza por derrames

La amenaza por derrame se puede presentar durante el desarrollo de las actividades constructivas y mantenimiento de la infraestructura del proyecto, asociada al almacenamiento de combustibles o aceites usados en la maquinaria, vehículos o unidades de generación eléctrica, una falla en la manipulación, transporte o almacenamiento de dichos productos. Entre las sustancias químicas y residuos líquidos que potencialmente se pueden utilizar se encuentran:

- Diesel: Concepto de uso de camiones, lo cual será abastecido a través de estaciones de servicios más cercanas, no requiriendo su almacenamiento en el área del proyecto.
- Productos químicos peligrosos: Uso de solventes y tinturas.
- Aguas residuales domésticas, principalmente por el uso de las instalaciones sanitarias por parte del personal de vigilancia, seguimiento y mantenimiento de la Planta Solar, las aguas residuales domésticas serán llevadas a un sistema séptico convencional donde se hará un pretratamiento para su posterior transporte y disposición con terceros autorizados. Los lodos provenientes de la limpieza y mantenimiento del tanque de pretratamiento serán entregados a un tercero autorizado para su manejo y disposición final.

En caso de un derrame de sustancias, combustibles y aguas residuales, se presentará de manera puntual, no tendrán el potencial de traspasar el área, principalmente, porque las cantidades a utilizar son reducidas, dado las características del proyecto, por lo que sus efectos deberán ser controlados en el menor tiempo posible con hormigón impermeabilizado, capaz de contener los derrames accidentales.

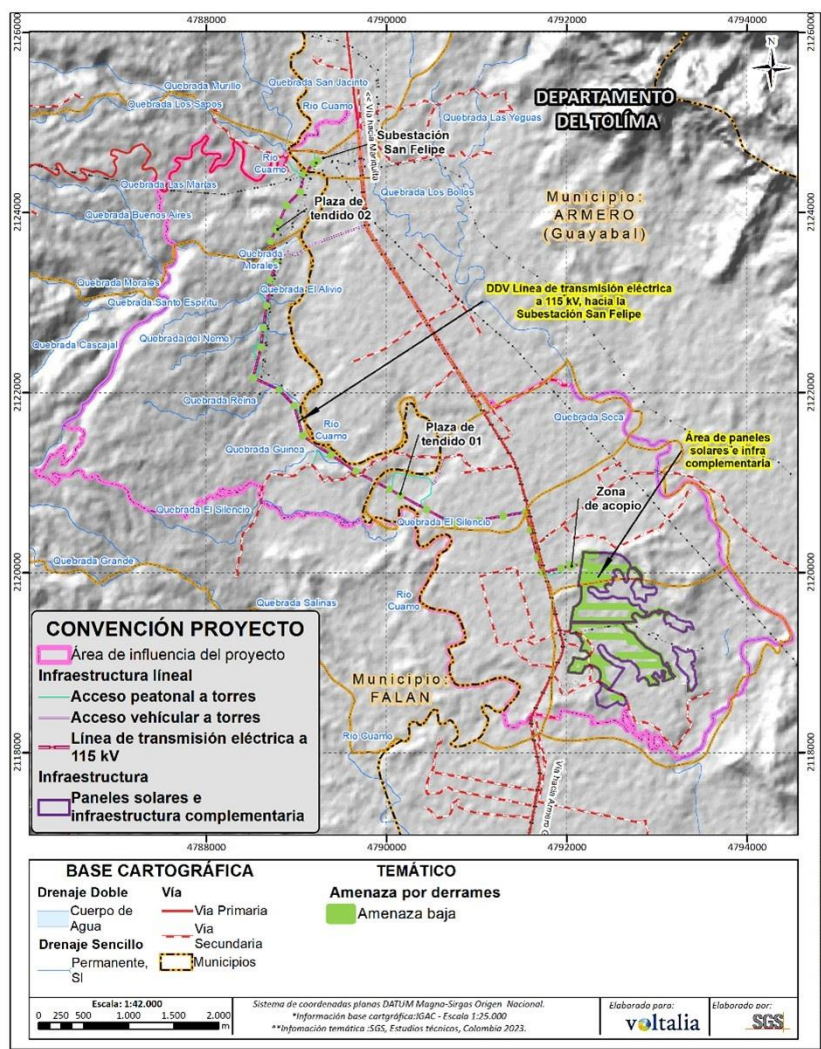
De acuerdo con lo anterior la amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia remota, con una categoría baja asociada principalmente a los accesos vehiculares, campamento, centro de acopio, obras hidráulicas, plazas de tendido, sitios de torre, vías de acceso interno y zona de acopio (ver Tabla 10-49 y [Figura 10-24](#)).

Tabla 10-49 Amenaza por derrames

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Baja	6,24	100
Total	6,24	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-24 Amenaza por derrames



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Amenaza por riesgo eléctrico

El análisis de la amenaza por riesgo eléctrico se enfoca en el área de intervención del proyecto específicamente en la línea de transmisión, con el fin de evaluar el sistema eléctrico operando en condiciones subnormales, en donde se contemplan aspectos como: choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo con masas puestas accidentalmente en tensión), quemaduras por choque eléctrico o por arco eléctrico, caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico, incendios o explosiones originados por la electricidad. Este tipo de evento se puede presentar siempre y cuando se cruce o haya un contacto con los equipos a áreas que en operación están energizadas en la infraestructura que conforma el sistema eléctrico como es la línea de transmisión asociada.

Con el fin de evaluar el grado de afectación por riesgo eléctrico, se tomaron las distancias de seguridad contra contactos directos, de acuerdo con la tensión nominal del sistema eléctrico correspondiente al proyecto, establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en el artículo 13 (Ver Tabla 10-50).

Tabla 10-50 Distancia mínima de seguridad en diferentes situaciones

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)
Distancia vertical en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular	6,1
Distancia mínima al suelo desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles.	6,1
Distancia mínima al suelo en zonas de bosques arbustos, áreas cultivadas, pastos etc.	6,1
En áreas de bosques y huertos donde no se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan crear acercamientos peligrosos, se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruce de ferrocarriles sin electrificar	8,6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua, en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m.	10,6
Distancia mínima vertical al piso en cruces por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones asociadas al campo deportivo	7

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Esta amenaza se considera de categoría muy baja (improbable), por tener el potencial de presentarse remotamente al menos un (1) evento cada cinco años, esta categorización se tomó teniendo en cuenta lo establecido en la estimación de la probabilidad de ocurrencia, la cual se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas en cada una de las fases del proyecto.

El análisis de la amenaza por riesgo eléctrico se enfoca en la servidumbre (10m a cada lado) de la línea de transmisión, con el fin de evaluar el sistema eléctrico operando en condiciones subnormales, en donde se identifique alguna falla de un elemento o grupo de elementos del sistema eléctrico, los cuales puedan generar un riesgo potencial a los operarios.

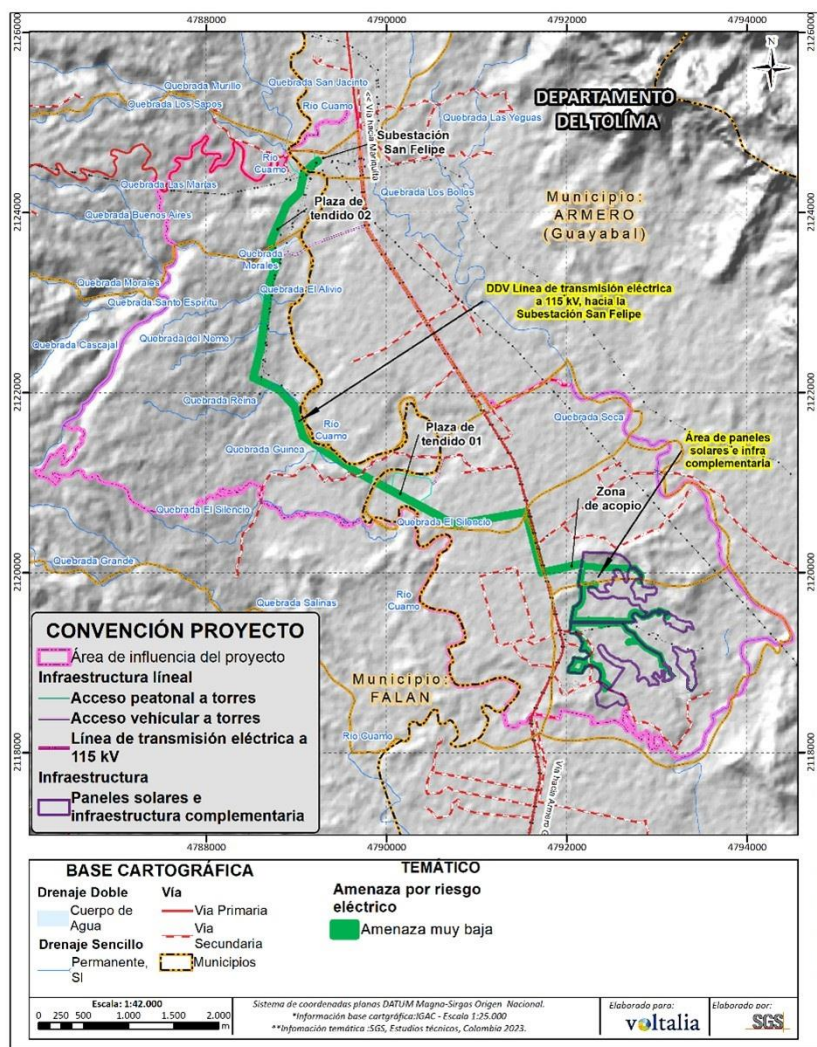
Por lo anterior, el riesgo eléctrico en la construcción del proyecto se considera muy baja en el caso extremo en el que se llegase a presentar; cabe resaltar que en la etapa operativa se prevé llevar a cabo actividades de desenergización y puesta a tierra para evitar el riesgo eléctrico a los operadores (ver Tabla 10-51 y la [Figura 10-25](#)).

Tabla 10-51 Amenaza por riesgo eléctrico

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Baja	16,20	100
Total	16,20	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-25 Amenaza por riesgo eléctrico



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Amenaza por incendios y explosiones

La amenaza por incendios o una explosión, es una manifestación de un material combustible en estado de ignición que entran en contacto con una fuente de energía inicial; Este tipo de amenaza se puede presentar por la combustión en los paneles solares TRAF1, TRAF2, TRAF3, TRAF4, TRAF5, TRAF6, TRAF7, TRAF8 y TRAF9, la central elevadora, centro de acopio, centro de transformación, la conexión del cable de baja, plazas de tendido, sitios de torre y zanjas-media-baja tensión, ocasionado por las siguientes causas:

- Una falla por cortocircuito.
- Puntos calientes en módulos fotovoltaicos

- Calentamiento o arcos eléctricos al interior del módulo fotovoltaico, en cajas de conexión y conectores.
- Calentamiento o arcos eléctricos en cajas de corriente continua, como cajas de paralelos, cajas de protección y maniobra, entre otros.
- Calentamiento o arcos eléctricos en el cableado de corriente alterna.
- La humedad puede generar cortocircuitos en conectores.

En cuanto a los centros de transformación que incluyen compartimentos independientes e interconectados para equipos de baja tensión, transformador de potencia, equipos de media tensión y comunicaciones, para ello se determinó las distancias de afectación mínima de 7,6 m sobre los transformadores de potencia de acorde a la norma NFPA 850 de 2005 para la Protección contra incendios para Plantas de Generación Eléctrica y Corriente continua de Alto Voltaje en Estaciones Convertidor.

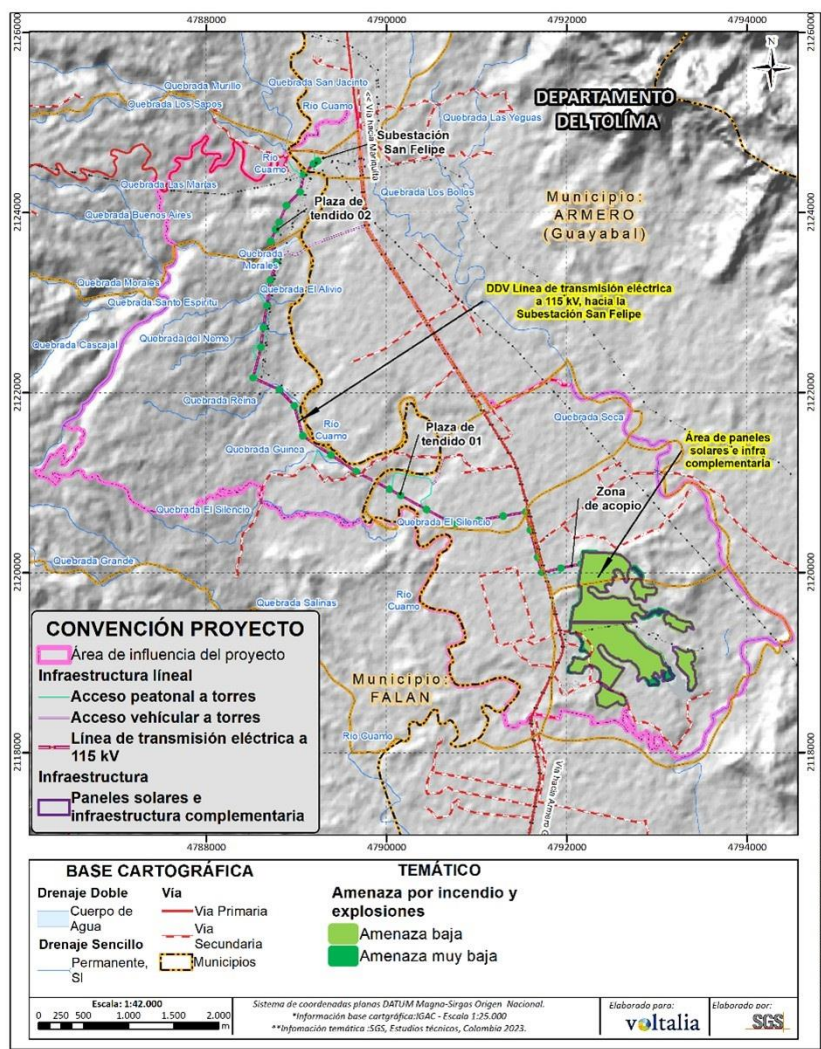
Con base a lo anterior, el riesgo de manifestación de la amenaza por incendios y explosiones se considera muy baja y baja con una probabilidad de ocurrencia remota, teniendo presente que este tipo de eventos se presentarían en forma excepcional, con una periodicidad de hasta un (1) caso cada 5 años (ver Tabla 10-52 y la [Figura 10-26](#)).

Tabla 10-52 Amenaza por incendios y explosiones

CATEGORÍA DE AMENAZA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Baja	73,57	96,11
Muy Baja	2,98	3,89
Total	76,56	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-26 Amenaza por incendios y explosiones



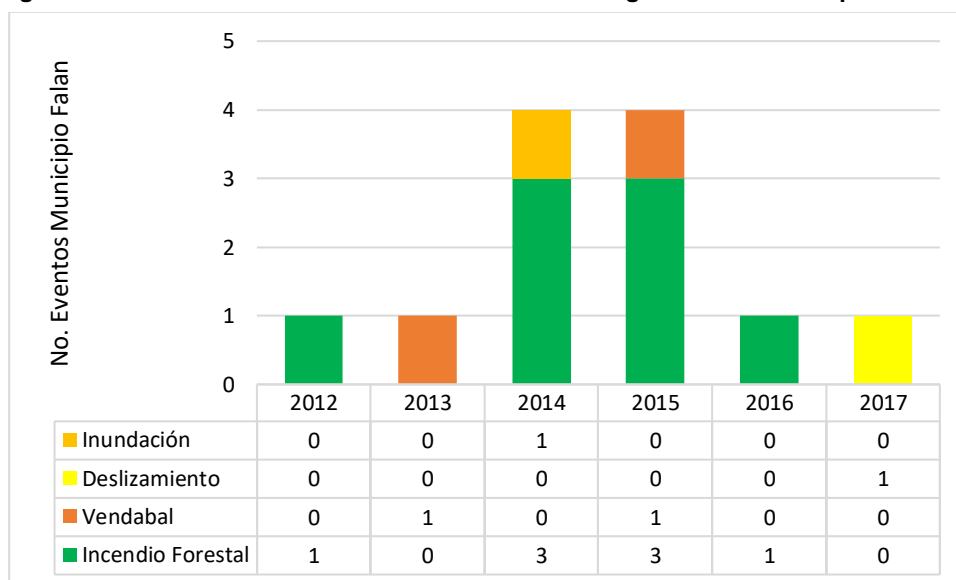
➤ Análisis de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas para el proyecto, se partió las bases de datos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el Sistema de inventario de efectos de desastres - DESINVENTAR, la cual es una fuente de información oficial que permite visualizar los eventos potenciales que pueda generar desastres, registrados a nivel municipal y departamental e incluye las estadísticas reportadas.

A continuación, se presentan las amenazas exógenas identificadas para el proyecto por cada municipio (ver Figura 10-27 y Figura 10-28) y el récord de los eventos históricos de cada una de ellas desde el año 2010 hasta el año 2022 (tomado del consolidado anual de

emergencias de la UNGRD) y la información del Sistema de inventario de efectos de desastres - DESINVENTAR, lo cual nos permite evaluar el evento amenazante en términos de la probabilidad de ocurrencia.

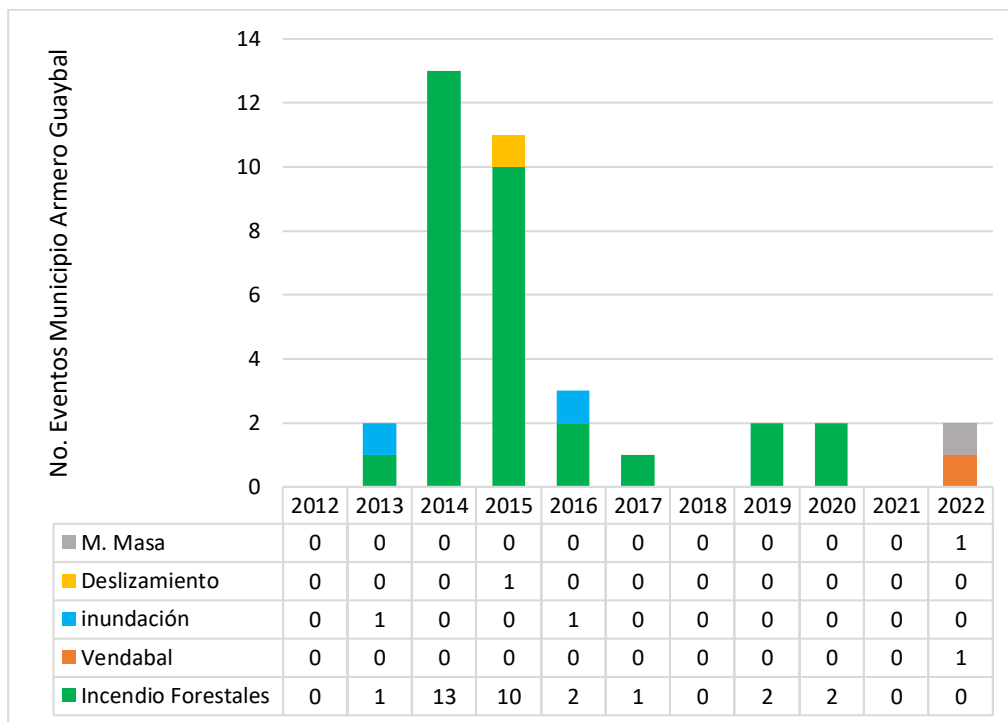
Figura 10-27 Histórico de eventos de las amenazas exógenas en el municipio de Falan



Fuente: (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2010-2022) , adaptado por SGS Colombia, 2024

De acuerdo con los registros del Sistema de inventario de efectos de desastres – DESINVENTAR, las amenazas exógenas del municipio de Falan, presentan una probabilidad de ocurrencia remota con una ocurrencia esporádica de un evento cada 5 años.

Figura 10-28 Histórico de eventos de las amenazas exógenas en el municipio de Armero Guayabal



Fuente: (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2010-2022) , adaptado por SGS Colombia, 2024

En cuanto al municipio de Armero Guayabal durante el 2014 y 2015 se presentaron incendios forestales con una probabilidad de ocurrencia frecuente, en cuanto al resto de los años las amenazas exógenas con una probabilidad de ocurrencia remota e improbable.

A partir de lo anterior, 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 (ver Tabla 10-53).

Tabla 10-53 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas

ID	AMENAZA	CALIFICACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL			
A	Amenaza sísmica	Baja	Remoto (2)
B	Amenaza por inundación	Baja	Remoto (2)
C	Amenaza volcánica	Baja	Remoto (2)
D	Amenaza por vendavales	Baja	Remoto (2)
E	Tormentas eléctricas	Baja	Remoto (2)
AMENAZAS DE ORIGEN SOCIO-NATURAL			
F	Amenaza por incendios forestales	Baja	Remoto (2)
G	Amenaza por cambio climático	Media	Ocasional (3)
H	Amenaza por movimientos en masa	Baja	Remoto (2)
I	Amenaza por avenidas torrenciales	Baja	Remoto (2)

ID	AMENAZA	CALIFICACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
AMENAZAS DE ORIGEN ANTRÓPICO			
J	Oposición del proyecto	Media	Ocasional (3)
K	Delincuencia común	Media	Ocasional (3)
AMENAZAS OPERACIONALES			
L	Amenaza por derrames	Baja	Remoto (2)
M	Riesgo eléctrico	Baja	Improbable (1)
N	Amenaza por incendios y explosiones	Baja	Remoto (2)

Fuente: SGS Colombia, 2024

▪ Escenarios de riesgo y estimación de áreas de afectación

Los escenarios de riesgo son la representación de la interacción de los diferentes factores de riesgo (amenaza y vulnerabilidad), en un territorio y en un momento dado, de acuerdo con eventos amenazantes y los elementos expuestos, se presentan los escenarios de riesgo y las áreas de afectación sobre los cuales recaen las consecuencias directas de las amenazas identificadas. A continuación, se presenta los escenarios de riesgo y áreas de afectación de las amenazas de origen natural, socio-natural, antrópicas y operacionales, asociadas a las etapas del proyecto corresponden a la Infraestructura del proyecto, empleados y contratistas, que pueden generar los siguientes escenarios de riesgo (ver Tabla 10-54):

Tabla 10-54 Estimación de escenarios de riesgo y áreas de afectación del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe

ETAPA	ESCENARIOS DE RIESGO	ÁREAS DE AFECTACIÓN	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD				RIESGO			
				INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
Transversal	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por un sismo / Amenaza sísmica	Infraestructura del del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, empleados y contratistas	Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por inundación		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por una erupción volcánica		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por vientos fuertes / Amenaza por vendavales		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por tormentas eléctricas		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por incendios en la cobertura vegetal		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por movimientos en masa		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por avenidas torrenciales		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por oposición del proyecto		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por delincuencia del proyecto		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-

ETAPA	ESCENARIOS DE RIESGO	ÁREAS DE AFECTACIÓN	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD				RIESGO			
				INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por derrames		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las actividades transversales por incendios y explosiones		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
Constructiva	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por un sismo / Amenaza sísmica	Infraestructura del del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, empleados y contratistas	Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por inundación		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por una erupción volcánica		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por vientos fuertes / Amenaza por vendavales		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por tormentas eléctricas		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por incendios en la cobertura vegetal / Amenaza por incendios forestales		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por movimientos en masa		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por avenidas torrenciales		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por oposición al proyecto		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-

ETAPA	ESCENARIOS DE RIESGO	ÁREAS DE AFECTACIÓN	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD				RIESGO			
				INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
Operativa	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por delincuencia común		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las activades transversales por derrames		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante las activades transversales por incendios y explosiones		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por evento sísmico afectando la operación y actividades de mantenimiento	Infraestructura del del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, empleados y contratistas	Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por inundación		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por una erupción volcánica		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por vientos fuertes / Amenaza por vendavales		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por tormentas eléctricas		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por incendios en la cobertura vegetal / Amenaza por incendios forestales		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de actividades durante la construcción por derrumbes / Amenaza por remoción en masa		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por avenidas torrenciales		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por delincuencia común		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por oposición al proyecto		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-

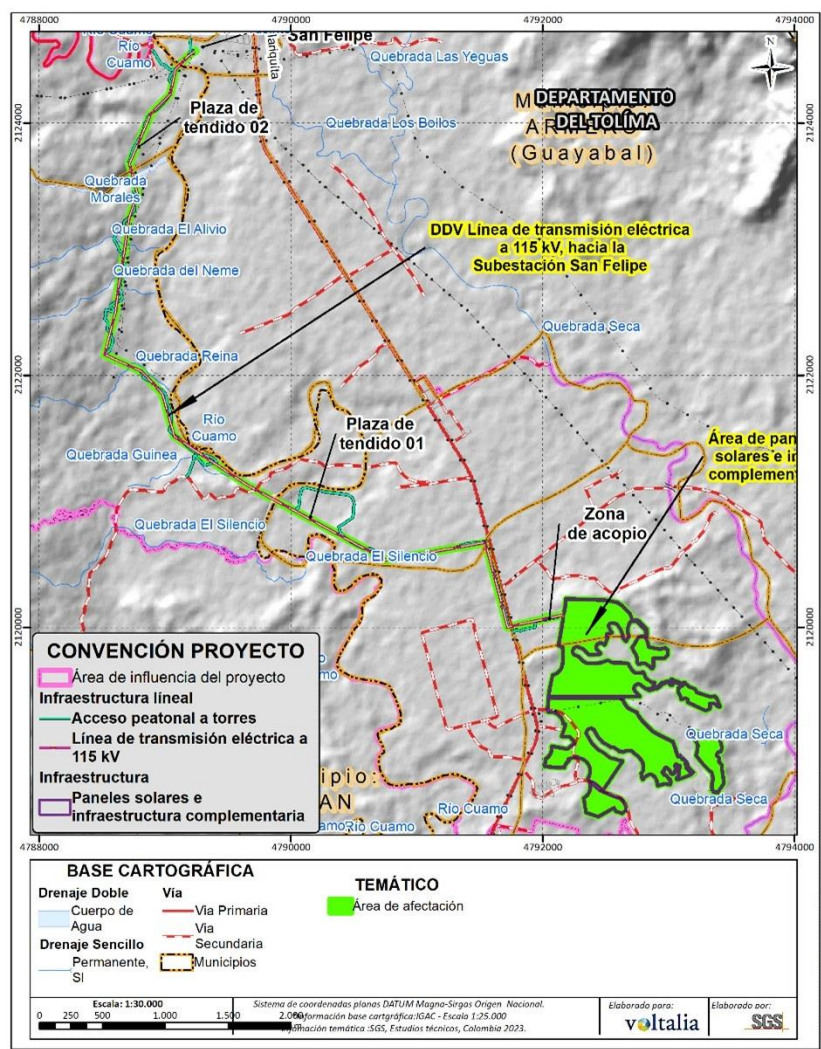
ETAPA	ESCENARIOS DE RIESGO	ÁREAS DE AFECTACIÓN	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD				RIESGO			
				INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL	INDIVIDUAL	SOCIAL	SOCIOECONÓMICO	AMBIENTAL
	Interrupción y/o suspensión de actividades por derrames		Remoto	Baja	Baja	Baja	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Interrupción y/o suspensión de actividades por riesgo eléctrico		Remoto	Baja	Baja	Baja	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Interrupción y/o suspensión de servicio de generación por Incendios / explosiones		Remoto	Baja	Baja	Baja	Baja	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Desmantelamiento, restauración y abandono	Eventos sísmicos que interrumpan las actividades de desmantelamiento	Infraestructura del del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, empleados y contratistas	Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Evento de inundación que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Evento de erupción del volcán del Ruiz que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Vendavales que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Tormentas eléctricas que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Baja	-	-	-	Bajo	-	-	-
	Incendios forestales que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Un derrumbe que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Avenidas torrenciales que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Actos de delincuencia que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Ocasional	Media	-	-	-	Medio	-	-	-
	Derrames que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Baja	Baja	Baja	-	Bajo	Bajo	Bajo	-
	Incendios y explosiones que interrumpan las actividades de desmantelamiento		Remoto	Baja	Baja	Baja	-	Bajo	Bajo	Bajo	-

Fuente: SGS Colombia, 2024

En acuerdo a la Tabla 10-54, se presenta la estimación de escenarios de riesgo y áreas de afectación del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, se obtuvo que la mayoría de los riesgos se encuentran en nivel bajo, seguido por los riesgos de nivel medio, lo cual indica que las actividades a desarrollar por el proyecto no presentan el potencial de ocasionar desastres o emergencias mayores a los elementos vulnerables del entorno en el área de influencia fisicobiótica.

A partir de lo anterior, se presentan las áreas de afectación que corresponde a la Infraestructura del proyecto, empleados y contratistas.

Figura 10-29 Estimación de áreas de afectación



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Identificación de elementos vulnerables (sensibles)

A continuación, se presenta la identificación de elementos que se encuentran expuestos a las diferentes amenazas que se identificaron en el área de influencia fisicobiótica. Los elementos se clasifican en cuatro componentes: Individual, ambiental, socioeconómico y social (ver Tabla 10-55).

Tabla 10-55 Potenciales elementos expuestos

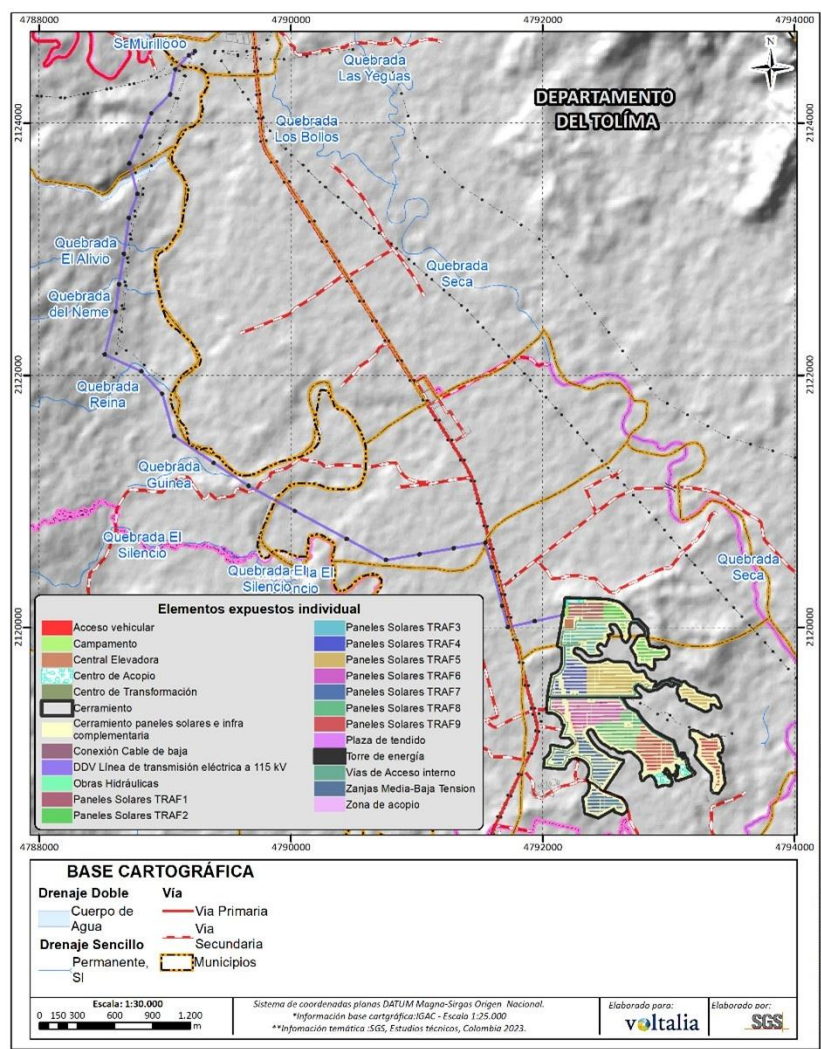
ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
	COMPONENTE INDIVIDUAL
Infraestructura del proyecto	Accesos vehiculares
	Campamento
	Central Elevadora

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
	Centro de Acopio
	Centro de Transformación
	Conexión Cable de baja
	DDV Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
	Obras Hidráulicas
	Paneles Solares
	Plazas de tendido
	Torres de energía
	Vías de Acceso interno
	Zanjas Media-Baja Tensión
	Zona de acopio
Servidumbre	10m a cada lado
COMPONENTE AMBIENTAL	
Áreas naturales sensibles (coberturas)	Bosque de galería y/o ripario
	Vegetación secundaria alta
	Vegetación secundaria baja
	Zonas arenosas naturales
	Cuerpos de agua artificiales
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
Protección ecosistemas hídricos	Ríos y drenajes sencillos (rondas)
	Nacimientos y manantiales (rondas)
	Pozo de agua o pozo profundo aljibe
	Zonas pantanosas
	Protección de rondas hídricas
Área no priorizadas	Área no priorizada importancia ecosistémica
	Área no priorizada recuperación ambiental
	Área no priorizada SAI susceptibilidad por inundación
	Área no priorizada sea susceptibilidad a procesos erosivos
Preservación	Preservación en áreas AICAS importancia ecosistémica
	Preservación en áreas AICAS SAI susceptibilidad por inundación
	Preservación en áreas AICAS tp2 bosque protector productor
	Preservación en áreas importantes para la conectividad importancia ecosistémica
	Preservación en áreas prioritarias para la conservación importancia ecosistémica
	Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación importancia ecosistémica
	Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación re recuperación ambiental
Rehabilitación	Rehabilitación en áreas importantes para la conectividad importancia ecosistémica
Restauración	Restauración en áreas AICAS importancia ecosistémica
	Restauración en áreas AICAS sistemas agroforestales
COMPES	COMPES 3680 vegetación secundaria del Orobioma bajo de los andes
	COMPES 3680 vegetación secundaria del Orobioma bajo de los andes
Portafolio Compensación CORTOLIMA 2017	Reserva sociedad civil Jabirú
	Vegetación secundaria del Orobioma bajo de los andes
	AICA cuenca del río Jiménez
	Área no priorizada
	Preservación
	Restauración

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
COMPONENTE SOCIOECONOMICO	
Producción Industrial	Zonas industriales
	Zonas comerciales
Infraestructura vial	Vía férrea
	Vías primarias
	Vías secundarias y terciarias
Infraestructura eléctrica	Línea de transmisión Purnio-Miel I- San Felipe
	Fotovoltaico CSF continua San Felipe línea de transmisión
Infraestructura de hidrocarburos	Operación y mantenimiento del gasoducto centro oriente
	Oleoducto del Valle Del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas
	Poliducto Gualanday Natagaima (cruce río Saldaña)
Producción agrosilvopastoril	Cultivos agroforestales
	Cultivos transitorios
	Cultivos permanentes
	Mosaico de cultivos
	Cereales
	Pastos arbolados
	Pastos enmalezados
	Plantación forestal
	Pastos limpios
COMPONENTE SOCIAL	
Equipamientos sociales	Tejido urbano discontinuo
Equipamientos sociales	Instituto Armero-sede Luis Eduardo Guarnizo Llanos
	Instituto Armero-sede Aura María Galindo
	Instituto Armero-sede Gonzalo Oyala Pérez
	Parque infantil vereda Nuevo Horizonte
	Cancha escuela vereda Nuevo Horizonte
	Bienestar familiar vereda Nuevo Horizonte
	Caseta comunal vereda Nuevo Horizonte
	Bioparque San Felipe
	Cancha San Felipe Sector La Ceiba
	Cancha Futbol vereda Nuevo Horizonte
	Balneario Borbón
	Altar de la virgen vereda Nuevo Horizonte
	Iglesia Católica San Felipe

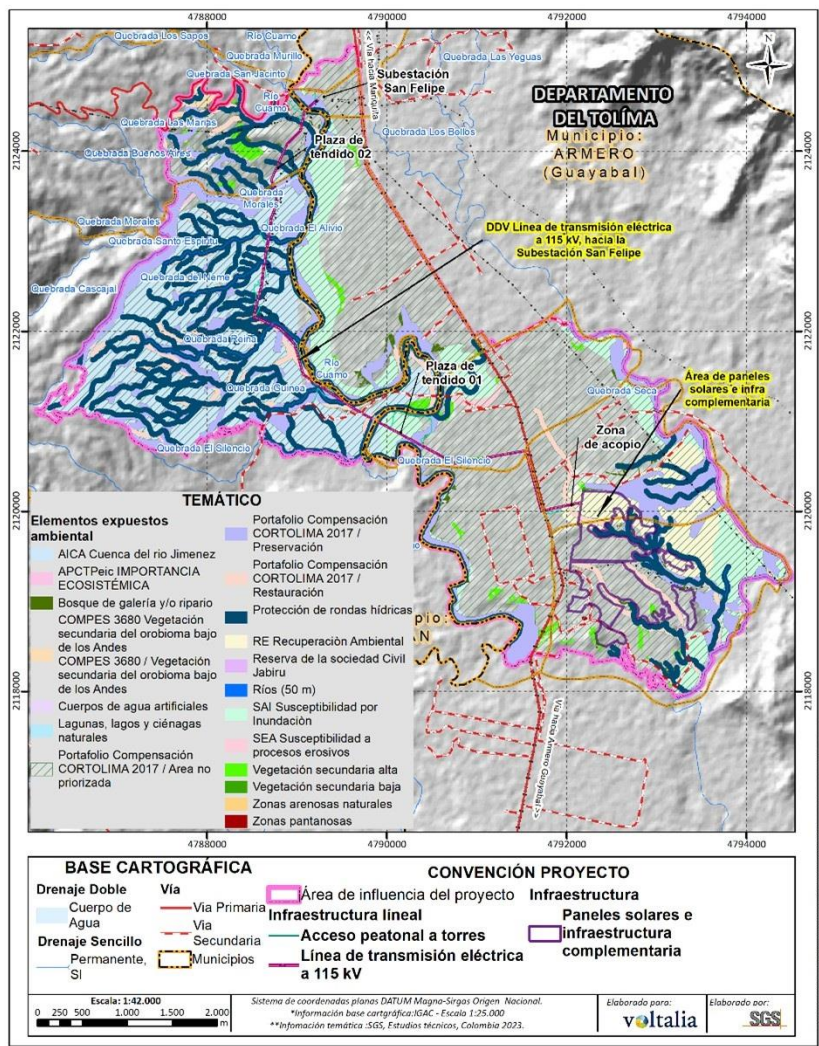
A continuación, se presentan la distribución espacial de los elementos expuestos del área de influencia fisicobiótica por componente (ver [Figura 10-30](#) a la [Figura 10-33](#)).

Figura 10-30 Elementos expuestos del componente individual



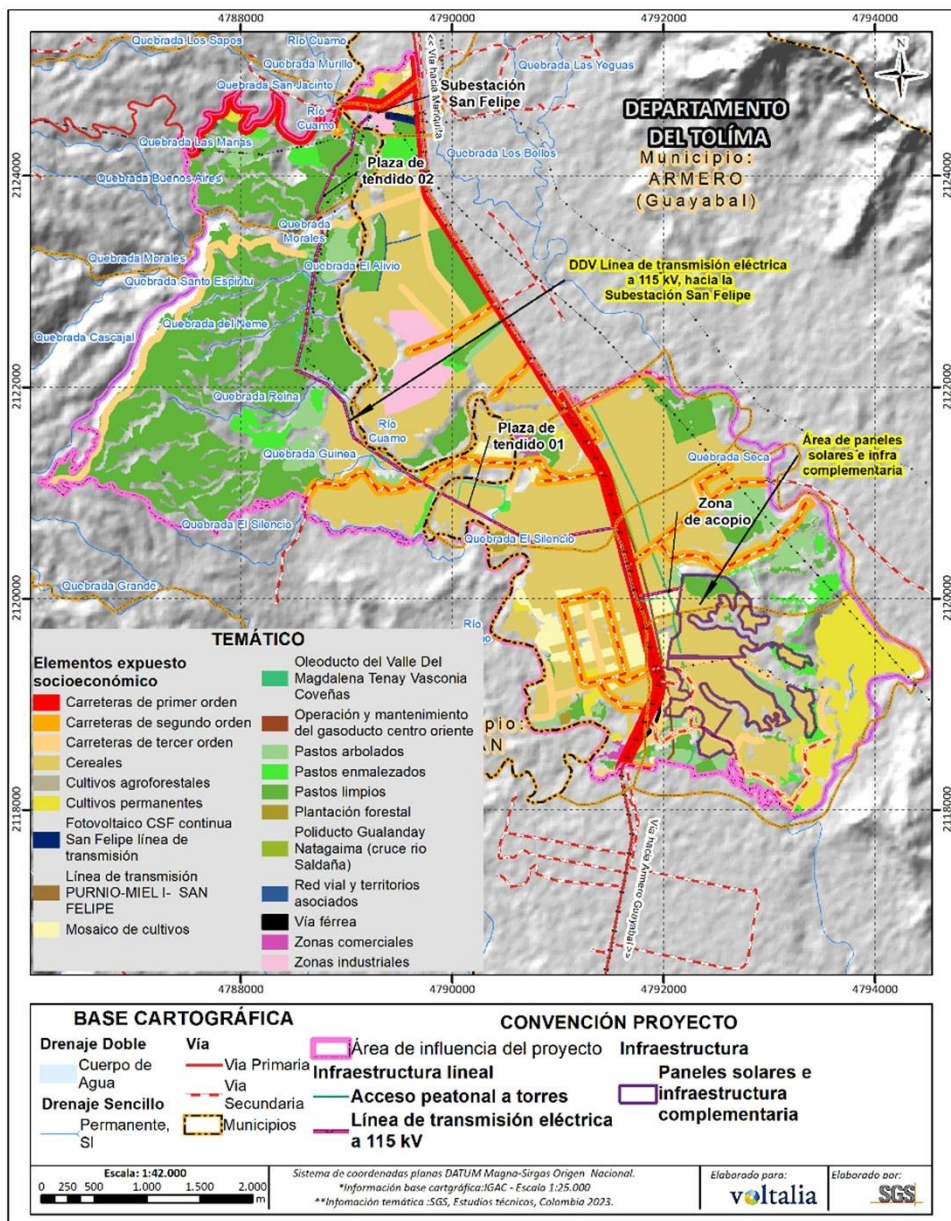
DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-31 Elementos expuestos del componente ambiental



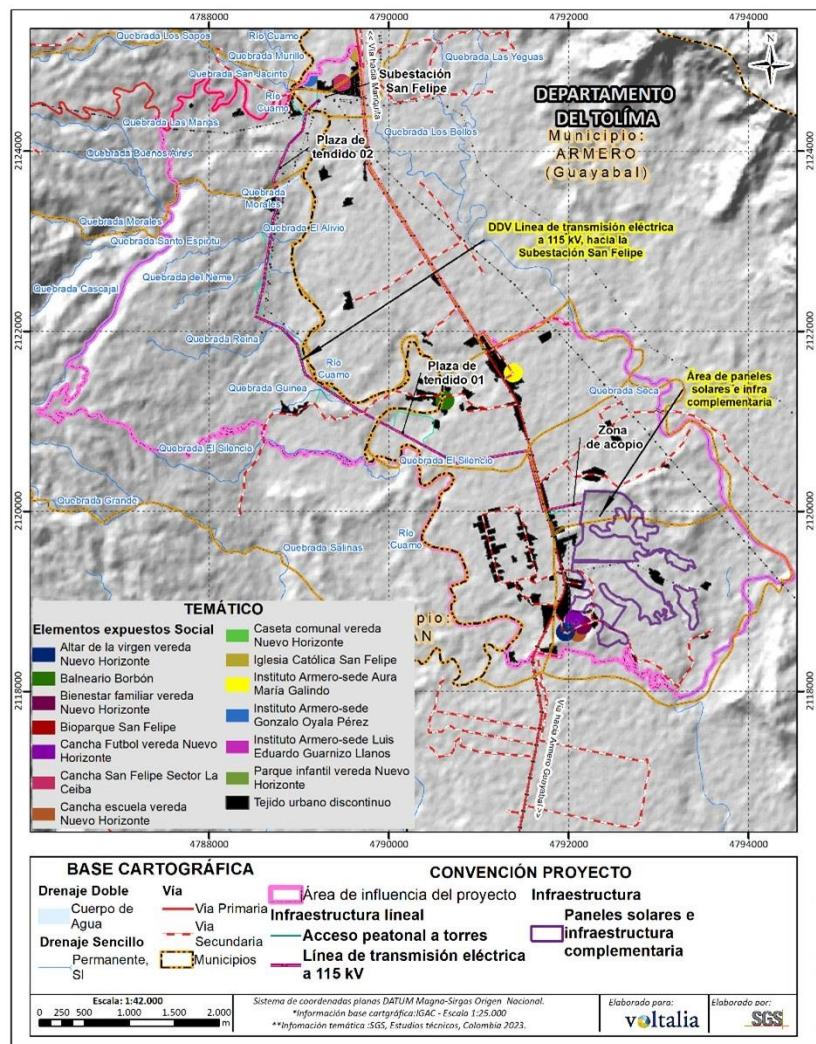
DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-32 Elementos expuestos del componente socioeconómico



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-33 Elementos expuestos del componente social



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

A partir de la identificación de los elementos expuestos se evaluó la vulnerabilidad de acuerdo con los niveles de consecuencia en los diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales, socioeconómicos y sociales; para ello se utilizó el análisis de sensibilidad e importancia tomado de la zonificación ambiental (ver Capítulo. 6 zonificación Ambiental) y las categorías de zonificación de manejo ambiental (ver Capítulo. 9 zonificación de manejo). En la Tabla 10-56 se presenta la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Tabla 10-56 Vulnerabilidad de los elementos expuestos

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN	VULNERABILIDAD
COMPONENTE INDIVIDUAL		
Infraestructura del	Accesos vehiculares	Baja

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN	VULNERABILIDAD
proyecto	Campamento	Baja
	Central Elevadora	Baja
	Centro de Acopio	Baja
	Centro de Transformación	Baja
	Conexión Cable de baja	Baja
	DDV Línea de transmisión eléctrica a 115 kV	Baja
	Obras Hidráulicas	Baja
	Paneles Solares	Baja
	Plazas de tendido	Baja
	Torres de energía	Baja
	Vías de Acceso interno	Baja
	Zanjas Media-Baja Tensión	Baja
	Zona de acopio	Baja
	Servidumbre	Baja
COMPONENTE AMBIENTAL		
Áreas naturales sensibles (coberturas)	Bosque de galería y/o ripario	Alta
	Vegetación secundaria alta	Alta
	Vegetación secundaria baja	Media
	Zonas arenosas naturales	Muy baja
	Cuerpos de agua artificiales	Muy alta
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Muy alta
Protección ecosistemas hídricos	Ríos y drenajes sencillos (rondas)	Muy alta
	Nacimientos y manantiales (rondas)	Muy alta
	Zonas pantanosas	Media
	Protección de rondas hídricas	Muy alta
Área no priorizadas	Área no priorizada importancia ecosistémica	Alta
	Área no priorizada recuperación ambiental	Alta
	Área no priorizada SAI susceptibilidad por inundación	Alta
	Área no priorizada sea susceptibilidad a procesos erosivos	Alta
Preservación	Preservación en áreas AICAS importancia ecosistémica	Alta
	Preservación en áreas AICAS SAI susceptibilidad por inundación	Alta
	Preservación en áreas AICAS tp2 bosque protector productor	Alta
	Preservación en áreas importantes para la conectividad importancia ecosistémica	Alta
	Preservación en áreas prioritarias para la conservación importancia ecosistémica	Alta
	Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación importancia ecosistémica	Alta
	Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación re recuperación ambiental	Alta
Rehabilitación	Rehabilitación en áreas importantes para la conectividad importancia ecosistémica	Alta
Restauración	Restauración en áreas AICAS importancia ecosistémica	Alta
	Restauración en áreas AICAS sistemas agroforestales	Alta
COMPES	COMPES 3680 vegetación secundaria del orobioma bajo de los andes	Alta
	COMPES 3680 vegetación secundaria del orobioma bajo de los andes	Alta
Portafolio Compensación CORTOLIMA 2017	Reserva sociedad civil Jabirú	Muy Alta
	Vegetación secundaria del orobioma bajo de los andes	Media
	AICA cuenca del río Jiménez	Alta
	Área no priorizada	Muy baja
	Preservación	Muy baja

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN	VULNERABILIDAD
	Restauración	Muy baja
COMPONENTE SOCIOECONOMICO		
Producción Industrial	Zonas industriales	Muy baja
	Zonas comerciales	Muy baja
Infraestructura vial	Vía férrea	Media
	Vías primarias	Alta
	Vías secundarias y terciarias	Media
Infraestructura eléctrica	Línea de transmisión Purnio-Miel I- San Felipe	Alta
	Fotovoltaico CSF continua San Felipe línea de transmisión	Alta
Infraestructura de hidrocarburos	Operación y mantenimiento del gasoducto centro oriente	Alta
	Oleoducto del Valle Del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas	Alta
	Poliducto Gualanday Natagaima (cruce rio Saldaña)	Alta
Producción agrosilvopastoril	Cultivos agroforestales	Baja
	Cultivos transitorios	Baja
	Cultivos permanentes	Baja
	Mosaico de cultivos	Baja
	Cereales	Baja
	Pastos arbolados	Baja
	Pastos enmalezados	Baja
	Plantación forestal	Alta
	Pastos limpios	Baja
COMPONENTE SOCIAL		
Equipamientos sociales	Tejido urbano discontinuo	Media
Equipamientos sociales	Instituto Armero-sede Luis Eduardo Guarnizo Llanos	Muy alta
	Instituto Armero-sede Aura María Galindo	Muy alta
	Instituto Armero-sede Gonzalo Oyala Pérez	Muy alta
	Parque infantil vereda Nuevo Horizonte	Media
	Cancha escuela vereda Nuevo Horizonte	Muy alta
	Bienestar familiar vereda Nuevo Horizonte	Muy alta
	Caseta comunal vereda Nuevo Horizonte	Media
	Bioparque San Felipe	Muy alta
	Cancha San Felipe Sector La Ceiba	Muy alta
	Cancha Futbol vereda Nuevo Horizonte	Muy alta
	Balneario Borbón	Muy alta
	Altar de la virgen vereda Nuevo Horizonte	Media
	Iglesia Católica San Felipe	Media

Fuente: SGS Colombia, 2024

La vulnerabilidad del proyecto que predomina corresponde a la categoría alta con 941,24 ha (40,22%), seguida por la categoría baja con 714,98 ha (30,55%), la categoría muy alta con 496,78 ha (21,23%) y finalmente la categoría media con 144,26 ha (6,16%) y muy baja con 42,81 ha (1,83%).

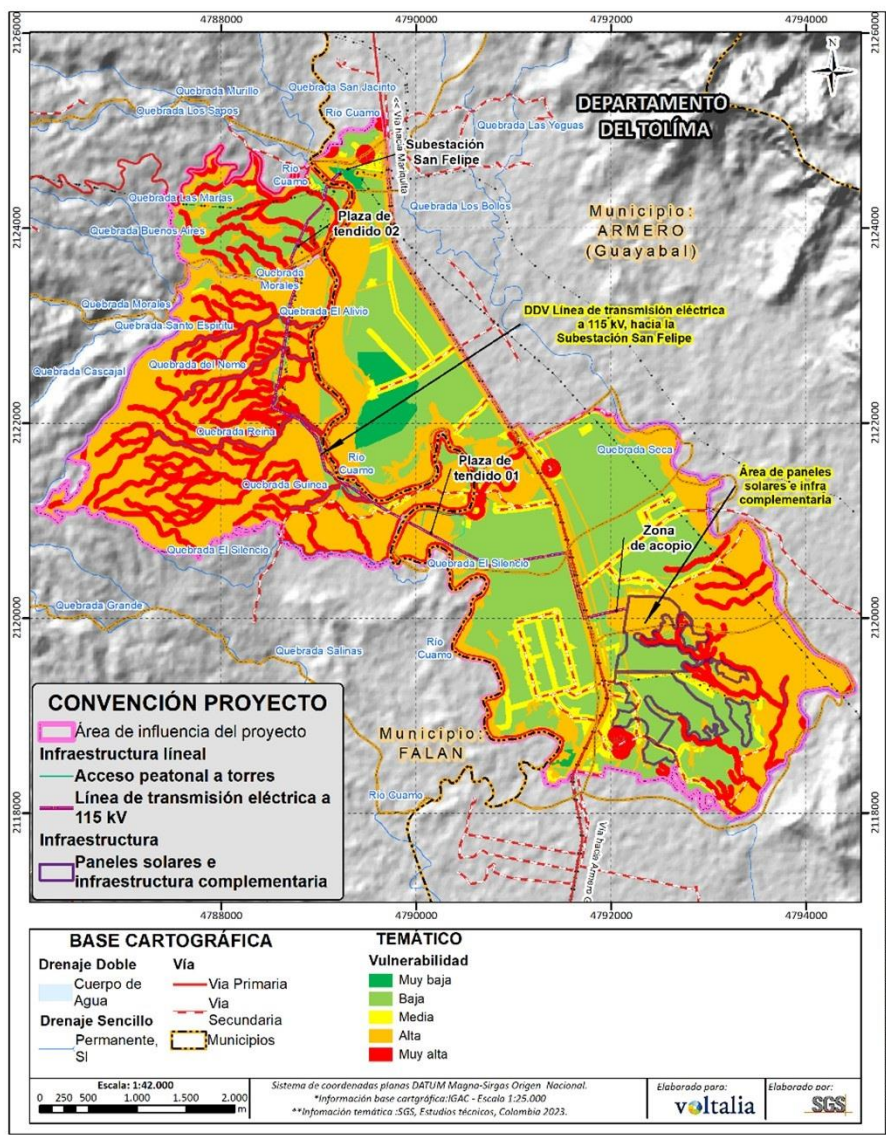
Tabla 10-57 Amenaza por inundación en el área de influencia fisicobiótica

CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Alta	496,78	21,23
Alta	941,24	40,22
Media	144,26	6,16
Baja	714,98	30,55
Muy Baja	42,81	1,83
Total	2340,06	100%

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En la Figura 10-34, se presenta la vulnerabilidad de los elementos expuestos del proyecto:

Figura 10-34 Vulnerabilidad de los elementos expuestos



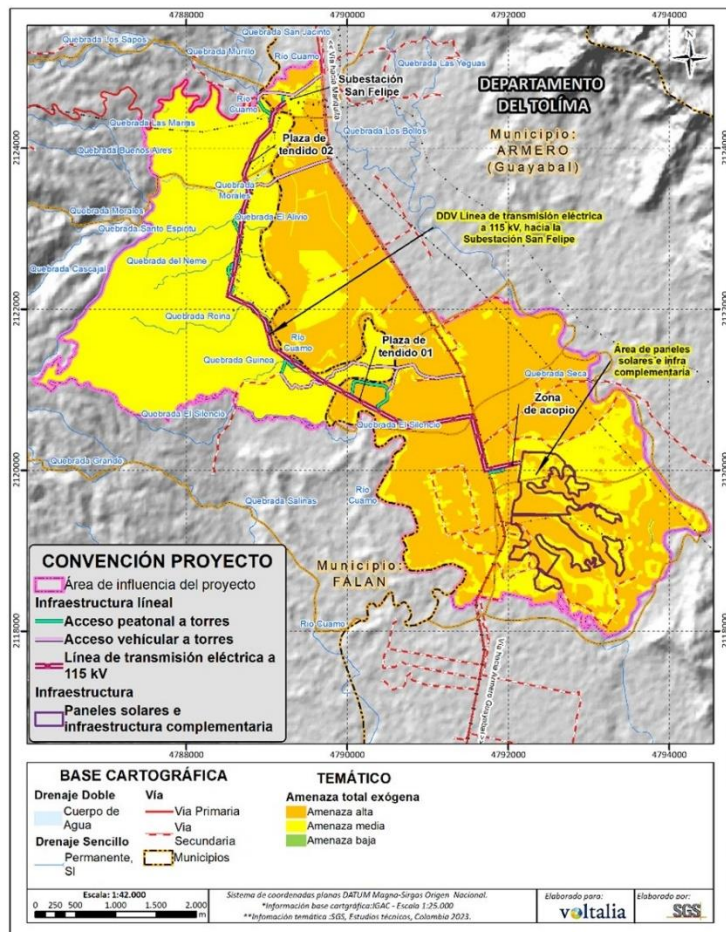
DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

▪ Análisis del riesgo

El análisis del riesgo se desarrolla a partir del consolidado de la amenaza luego de la superposición de cada una de las amenazas analizadas (exógenas y endógenas) las cuales tendrían el potencial de generar afectación en las diferentes etapas y actividades del proyecto.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se presenta el consolidado de la amenaza luego de la superposición de cada una de las amenazas analizadas (exógenas y endógenas) las cuales tendrían el potencial de generar afectación en las diferentes etapas y actividades del proyecto. En la [Figura 10-35](#), se presenta el consolidado de las amenazas exógenas, está determinada principalmente por la amenaza de incendios forestales, cambio climático, movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones con una probabilidad de ocurrencia remota respectivamente.

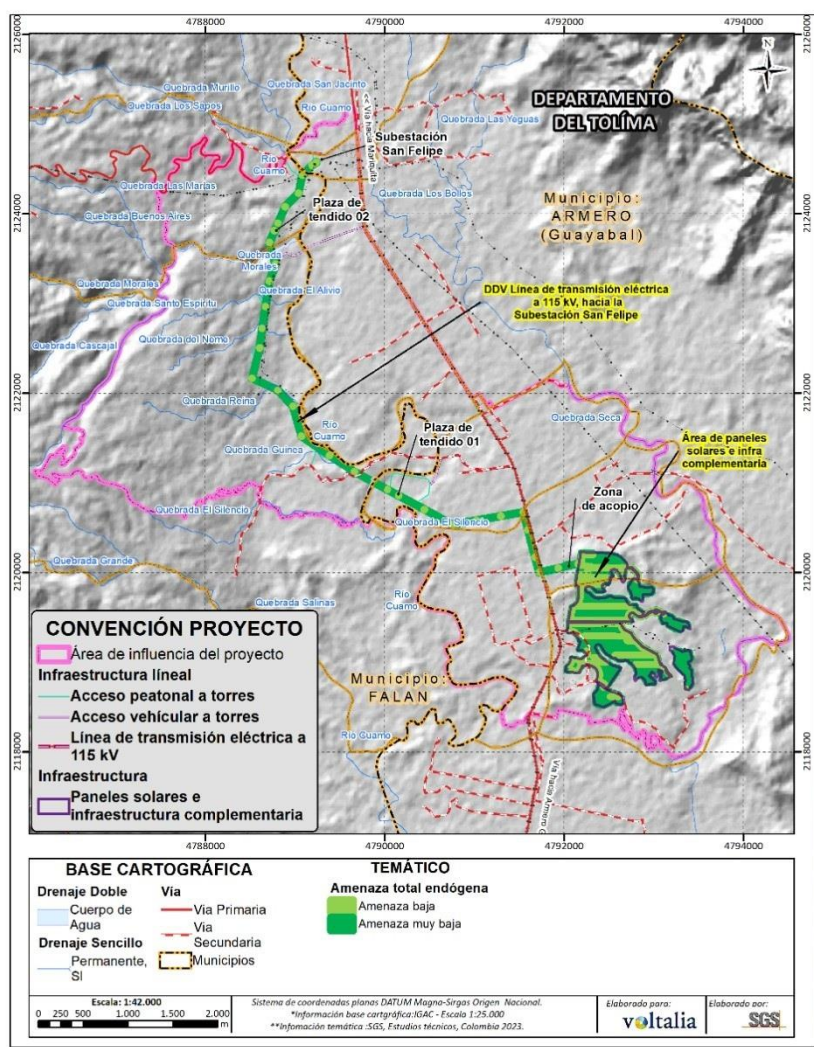
Figura 10-35 Amenaza total exógena



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En la **Figura 10-36**, presenta la integración de las amenazas endógenas por riesgo eléctrico, derrames e incendio y explosiones; Las áreas de afectación en categoría baja no supera el parque solar y la servidumbre del proyecto.

Figura 10-36 Amenaza total endógena



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

➤ Riesgo Individual

El riesgo individual se obtuvo a partir de la intersección entre la amenaza endógena total del área de influencia del proyecto y los elementos vulnerables del componente individual asociado a la infraestructura que conforma el proyecto.

En la **Figura 10-37** y la Tabla 10-58, se presenta la distribución del riesgo individual en categoría aceptable corresponde a la infraestructura del proyecto asociado principalmente

a los paneles solares, línea de transmisión, accesos vehiculares, campamento, centros de transformación, etc.

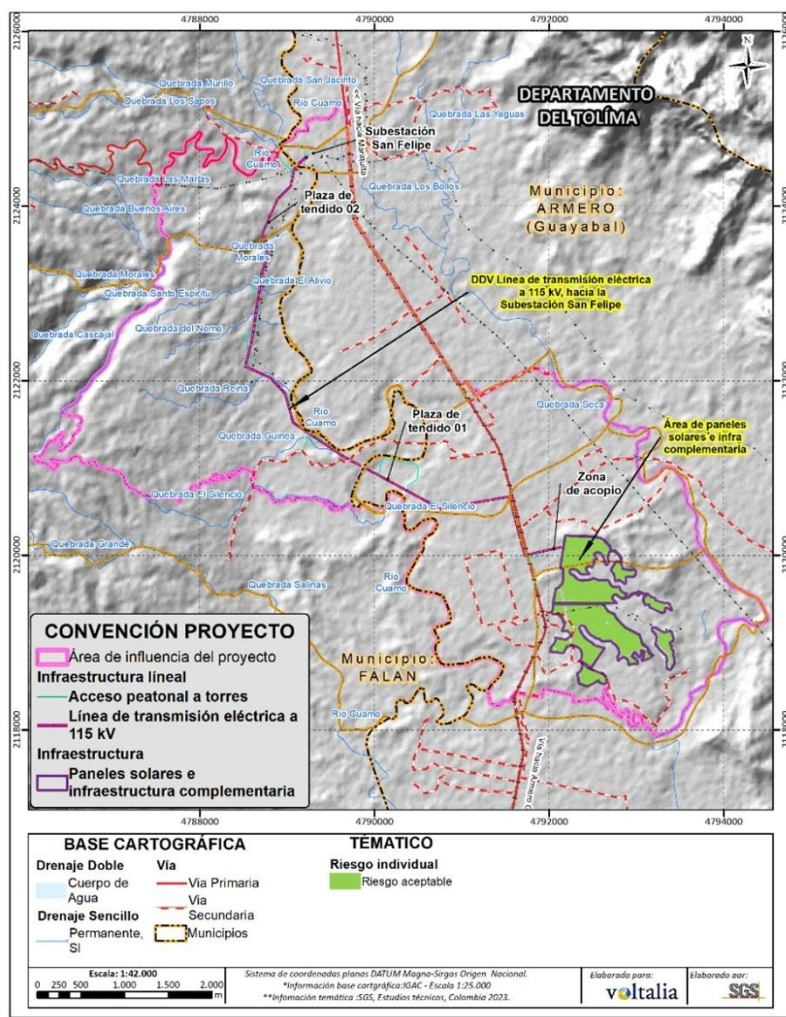
Todos los riesgos potenciales presentes se han considerado de manera implícita dentro de los diseños detallados del proyecto, tanto en la identificación como en la mitigación de acuerdo con la normatividad vigente. Con la aplicación de las medidas indicadas se logra asegurar la seguridad de las personas y la confiabilidad y seguridad de las instalaciones para su adecuada operación.

Tabla 10-58 Resultados del riesgo individual en el área de intervención del proyecto

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA%
Bajo (Riesgo aceptable)	53,85	100
Total	53,85	100%

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-37 Riesgo individual



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

➤ Riesgo Ambiental

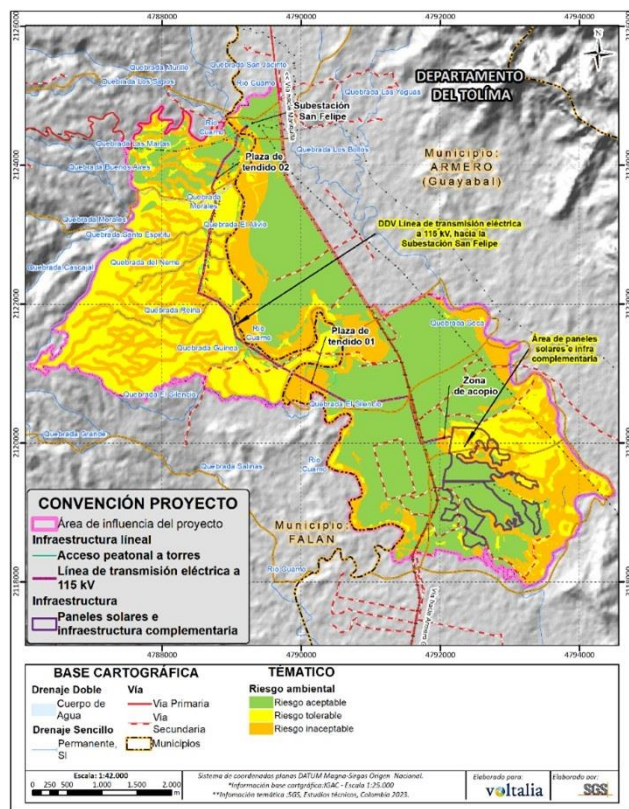
El riesgo ambiental se obtuvo a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia físico-biótica del proyecto y los elementos vulnerables del componente ambiental relacionado a áreas naturales sensibles (coberturas).

En la Tabla 10-59 y la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta la distribución del riesgo ambiental en categoría alto, medio y bajo, dada por la presencia de elementos vulnerables asociados a áreas naturales. Por lo anterior, estas áreas son susceptibles a ser alteradas por las amenazas naturales que evidencian un potencial riesgo principalmente por los incendios forestales, inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales, su manejo se llevará a cabo a través de los instrumentos de planificación de desarrollo y de la gestión del riesgo de los municipios de Falan y Armero Guayabal.

Tabla 10-59 Resultados del riesgo ambiental

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA%
Alto (Riesgo Inaceptable)	750,53	32,07
Medio (Riesgo Tolerable)	568,38	24,29
Bajo (Riesgo Aceptable)	1021,15	43,64
Total	2340,06	100

Fuente: SGS Colombia, 2024



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

➤ Riesgo Socioeconómico

El proceso metodológico para obtener el riesgo socioeconómico se realizó a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia físico-biótica del proyecto y los elementos vulnerables considerados en el componente socioeconómico, concebidos como aquellos polígonos a los que se les asignaron valores de calificación según su grado de vulnerabilidad.

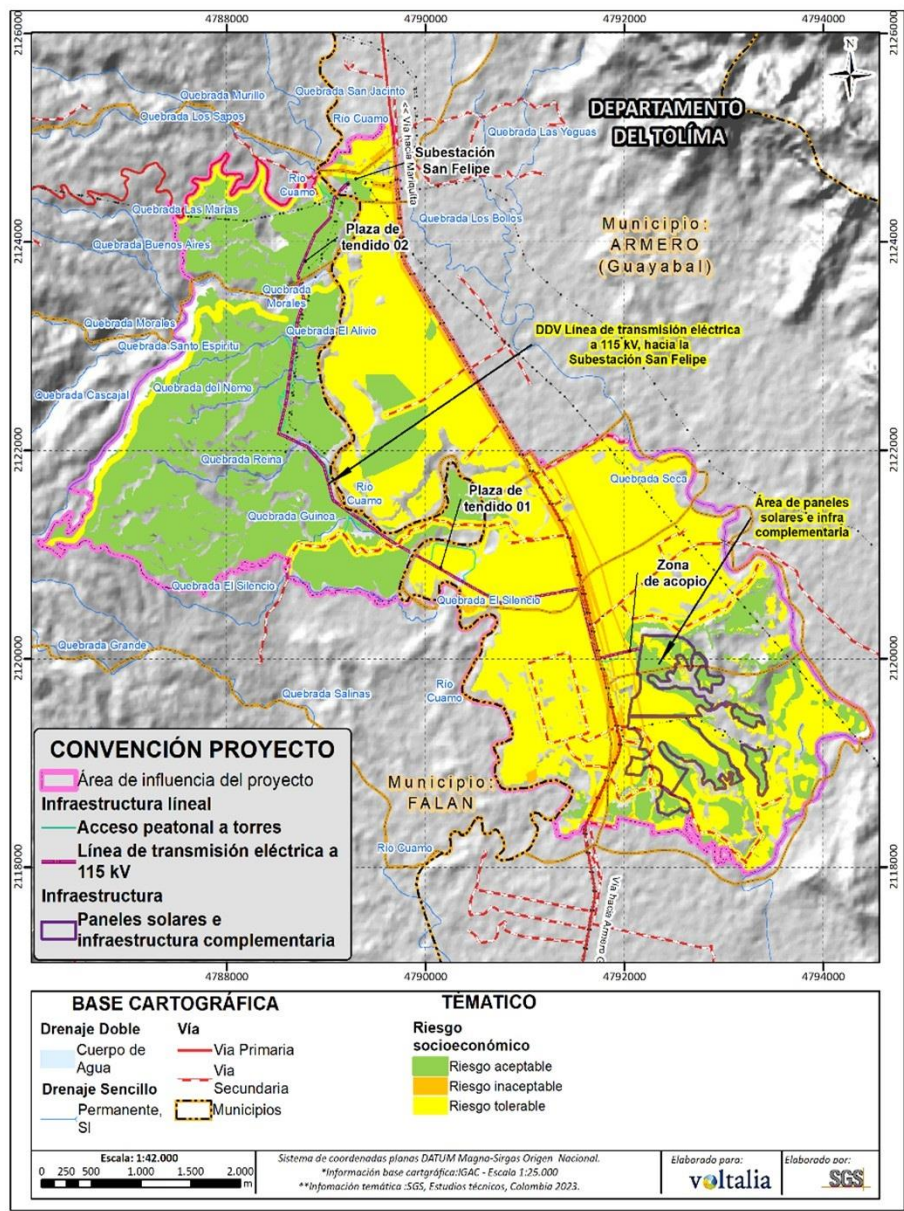
En la [Figura 10-38](#) y la Tabla 10-60, se presenta la distribución del riesgo socioeconómico en categoría alto, medio y bajo, no se ubicarán bajo un escenario de riesgo, dado que las actividades del proyecto no tendrían la magnitud de ocasionar daños significativos que alteren las actividades económicas del proyecto. Dichos elementos podrían verse afectados por amenazas naturales, sin embargo, su manejo se llevará a cabo a través de los instrumentos de planificación de desarrollo y de la gestión del riesgo de los municipios de Falan y Armero Guayabal.

Tabla 10-60 Resultados del riesgo socioeconómico

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA%
Alto (Riesgo Inaceptable)	59,17	3,26
Medio (riesgo tolerable)	1076,76	59,37
Bajo (Riesgo aceptable)	677,73	37,37
Total	1813,66	100

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-38 Riesgo socioeconómico



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

➤ Riesgo Social

El proceso metodológico para obtener el riesgo social se realizó a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia del proyecto y los elementos vulnerables considerados en el componente social.

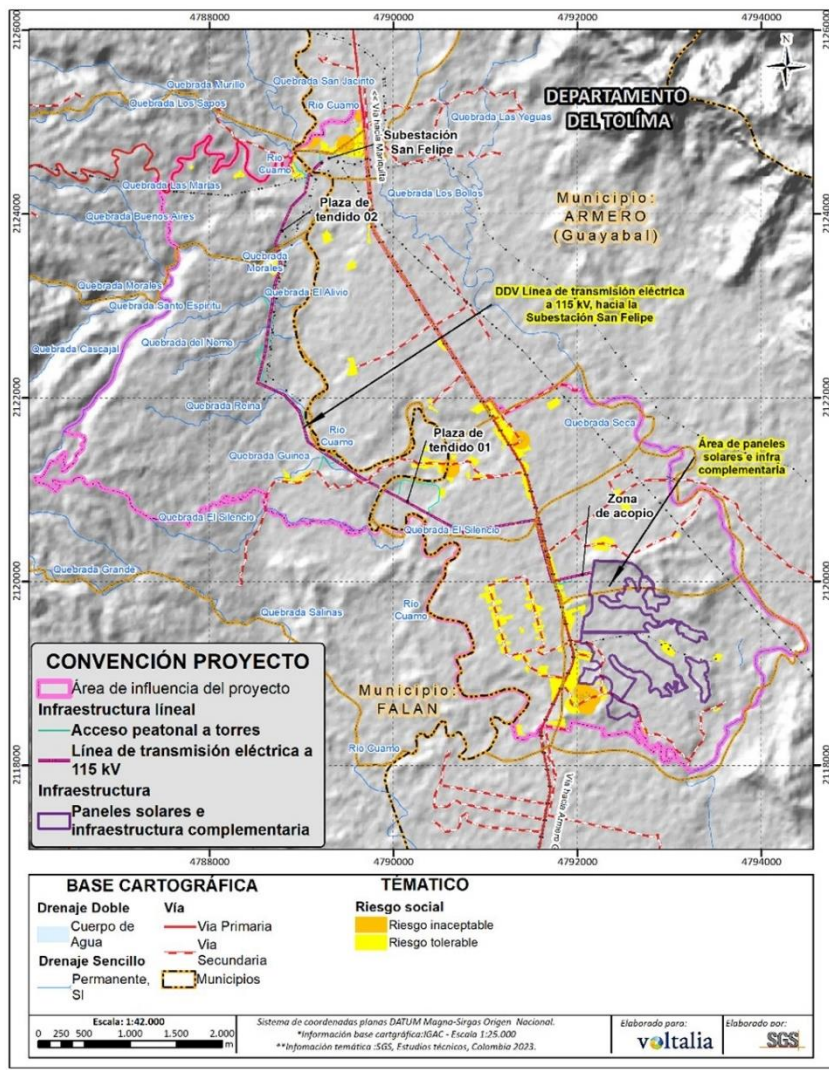
De esta manera, las áreas obtenidas frente al riesgo social corresponden a la categoría de riesgo tolerable e inaceptable, ocasionadas esencialmente por amenazas externas al proyecto, fenómenos socio naturales, principalmente inundaciones e incendios. No se identificó ninguna amenaza interna de carácter operacional o relacionadas con las actividades objeto del proyecto que puedan afectar elementos sociales y asentamientos en el área de influencia (ver Tabla 10-61 y la Figura 10-39)

Tabla 10-61 Resultados del riesgo social

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ÁREA%
Alto (Riesgo Inaceptable)	19,82	19,58
Medio (Riesgo Tolerable)	81,38	81,38
Total	101,20	100

Fuente: SGS Colombia, 2024

Figura 10-39 Riesgo social



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

10.1.3.3.7 Monitoreo del riesgo

El monitoreo del riesgo permite conocer el comportamiento en el tiempo de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades; las cuales pueden cambiar la valoración del riesgo y realimentar el proceso del conocimiento. A continuación, se listan acciones a desarrollar en el monitoreo del riesgo del proyecto:

- Revisar o validar los riesgos identificados, con el fin de validar la tolerabilidad y/o actualización en la identificación de amenazas.
- Realizar divulgaciones de amenazas y actualización de la valoración de las mismas. A fin de determinar las medidas de reducción de riesgo de acuerdo con el tipo de riesgos identificado y posteriormente la comunicación de los mismos.
- Considerar las lecciones aprendidas de eventos materializados y actualizar la valoración de los riesgos o incluir nuevas amenazas en el análisis.

Las actividades de monitoreo del riesgo son transversales a todas las etapas del proyecto y están relacionadas con la identificación e inspección de condiciones estructurales de la infraestructura asociada al Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe; Una vez se evidencie una condición fuera de lo normal se tomarán medidas para la reducción del riesgo que pueden estar a cargo de Votalia Colombia S.A.S., y en otros casos, con apoyo de terceros (autoridades municipales, departamentales o empresas privadas). Para el Monitoreo del riesgo el proyecto se ha establecido un programa de monitoreo, apoyado en las diferentes actividades planteadas desde el PMA y PSM. En la Tabla 10-62 se presentan las diferentes actividades de monitoreo del riesgo de las amenazas en categoría muy alta, alta y media y las generadas por el proyecto.

Tabla 10-62 Programa de monitoreo

EVENTO	MEDIDA DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO	MEDIDAS PARA EL MONITOREO	PARÁMETROS Y FRECUENCIA
Sísmica	Se debe renovar el mapa de amenaza sísmica con base en el geovisor del Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el visor de zonas de amenaza: https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/AmenazaSismica/	Monitorear el riesgo en el área de influencia fisicobiótica con los geovisores disponibles en portal web del SGC, que mantienen reportes continuos de datos sísmicos, con el fin de conocer la probabilidad de ocurrencia, magnitudes, intensidad y aceleración de esta amenaza.	Registro de sismos en los municipios de Falan y Armero Guayabal, verificando la Magnitud Local (ML) ocurrida. Se prevé una revisión anual del comportamiento de la amenaza en el área de influencia fisicobiótica. La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). • Alerta y alarma a la estructura de emergencia.

EVENTO	MEDIDA DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO	MEDIDAS PARA EL MONITOREO	PARÁMETROS Y FRECUENCIA
inundación	Se debe renovar el mapa de amenaza por inundación mediante estudios hídricos en los cuerpos de agua de mayor orden y relevancia, que se encuentran cerca de las áreas de intervención del proyecto.	La amenaza de inundación deberá ser monitoreada mediante la consulta de fuentes oficiales de mediciones tales como: Sistema de Alerta Temprana del IDEAM para fenómenos de inundación en el país. Se puede consultar a través del enlace: http://fews.ideam.gov.co/colombia/-MapaEstacionesColombiaEstado.html	Actualización anual del mapa de amenaza por inundación en los sectores específicos como los cuerpos de agua de mayor orden y relevancia, que se encuentran cerca de las áreas de intervención del proyecto. Georreferenciar los eventos de inundación ocurridos en el área de influencia fisicobiótica y las áreas de intervención. La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: • Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). • Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Incendios forestales	Realizar el seguimiento de prácticas Agrícolas relacionadas con la quema de pastos; Principalmente en periodos climáticos secos, las Brigadas de Emergencias estarán alerta y preparada para atender oportunamente emergencias generadas por incendios forestal intencionales.	La amenaza de incendios forestales deberá ser monitoreada mediante la consulta de información del IDEAM, como Boletines de seguimiento de la afectación de la cobertura vegetal y el mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios. Se llevará un registro (fecha, duración, medidas implementadas, informe de cierre) de los eventos relacionados con incendios forestales que se materialicen durante las etapas del proyecto.	Se implementará un sistema de registros de incendios mensual reportando información sobre fecha, duración, coordenadas, medidas implementadas, acciones de cierre, entre otros, de los eventos de incendios forestales que se materialicen durante la construcción y operación las actividades. La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: • Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). • Alerta y alarma a la estructura de emergencia..
Tormentas eléctricas	Se debe renovar el mapa de amenaza por tormentas eléctricas, partiendo que la probabilidad de ocurrencia sea frecuente, probable u ocasional	Se llevará un registro con fecha, duración y daños del evento.	Registro de tormentas eléctricas en los municipios de Falan y Armero Guayabal, verificando la Magnitud Local (ML) ocurrida..
Movimientos en masa	Realizar la verificación del estado de la evolución de los procesos morfodinámicos identificados dentro del	Realizar Inspecciones en los puntos identificados como procesos activos por procesos morfodinámicos presentados en la caracterización	Georreferenciar los eventos de deslizamientos y de erosión ocurridos en el área de influencia fisicobiótica y las áreas de intervención.

EVENTO	MEDIDA DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO	MEDIDAS PARA EL MONITOREO	PARÁMETROS Y FRECUENCIA
	<p>área influencia y determinar si se evidencia algún tipo nuevo de inestabilidad dentro de la zona de amenaza media.</p>	<p>ambiental de los Estudios Ambientales.</p> <p>En caso de identificar zonas inestables durante las inspecciones con el potencial de afectar la infraestructura del proyecto se deberán desarrollar las obras complementarias para reducir la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por remoción en masa.</p>	<p>La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Avenidas torrenciales	<p>Se debe renovar el mapa de amenaza por avenidas torrenciales del área de influencia en la zona de amenaza media.</p>	<p>Monitorear el riesgo en el área de influencia fisicobiótica, a partir del registro de eventos de avenidas torrenciales en los municipios de Falan y Armero Guayabal, verificando la Magnitud Local (ML) ocurrida.</p>	<p>Actualización anual del mapa de amenaza por avenidas torrenciales.</p> <p>La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Oposición del proyecto y delincuencia común	<p>Evaluar la situación de orden público y actos mal intencionados en la zona, a partir de la comunicación constante con la comunidad, autoridades locales de los Municipios de Falan y Armero Guayabal.</p>	<p>Realizar comunicación permanente con el presidente de la JAC de los Municipios Falan y Armero Guayabal, y con las autoridades locales, con el fin de identificar alertas tempranas y dar trámite oportuno a las PQR's.</p>	<p>Actualizar semestralmente el análisis de conflictividad y delincuencia de los Municipios Falan y Armero Guayabal.</p> <p>La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Derrames	<p>Se realizará la revisión e inspección periódica de los sitios de almacenamiento de residuos especiales y líquidos, como la disposición final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar los mantenimientos requeridos de los equipos. Realizar inspecciones periódicas de las instalaciones de residuos especiales y líquidos. 	<p>Disposición a través de empresas autorizadas por la autoridad competente, para la recolección y transporte de residuos y de sustancias peligrosas (Decreto 1609 de 2002, Decreto 4741 de 2005, Decreto 1713 de 2002).</p> <p>Se deberá llevar un registro de los derrames accidentales de aceites o sustancias oleosas o peligrosas y el manejo o la atención dada a la contingencia.</p>

EVENTO	MEDIDA DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO	MEDIDAS PARA EL MONITOREO	PARÁMETROS Y FRECUENCIA
			La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Riesgo eléctrico	Se realizará la revisión e inspección semestral a la infraestructura del proyecto.	Realizar los mantenimientos requeridos a la infraestructura del proyecto.	El monitoreo anual de la amenaza por riesgo eléctrico abarcará las siguientes medidas: <ul style="list-style-type: none"> Realizar los mantenimientos de la infraestructura. Realizar inspecciones periódicas de la infraestructura del proyecto. La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.
Incendios y/o explosiones	Se realizará la revisión e inspección periódica a los equipos e infraestructura del proyecto.	Realizar los mantenimientos requeridos de los equipos e infraestructura del proyecto.	La revisión e inspección de los equipos del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, se realizará anual. La notificación y aviso previo se proyectará en varias direcciones: <ul style="list-style-type: none"> Comunicación verbal informara el lugar del siniestro, tipo de amenaza y acciones a realizar). Alerta y alarma a la estructura de emergencia.

Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.4 Plan de reducción del riesgo

Es el proceso de la Gestión del Riesgo de Desastres, dirigido a modificar o disminuir las condiciones de riesgo identificados, analizados y evaluados en el proceso de conocimiento del riesgo del proyecto mediante: reducir el riesgo actual (mitigación del riesgo - intervención correctiva), reducir el riesgo futuro (prevención del riesgo -intervención prospectiva) y la protección financiera (Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, 2017).

A continuación, se presentan las medidas de reducción prospectiva, reactiva y correctiva orientadas a las calificaciones en categoría alto y medio.

10.1.3.4.1 Prospectiva

El Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, implementara medidas prospectivas, garantizando que no surjan nuevas situaciones de riesgo a partir de la prevención que impide que las personas, viene lleguen a estar expuestas ante posibles eventos. En la Tabla 10-63 se presentan las medidas prospectivas de acuerdo con el análisis de riesgos en categorización alto y medio que corresponde a los eventos de inundación, incendios forestales, movimientos en masa, avenidas torrenciales y delincuencia común, al igual, se incluyeron los eventos generados por el proyecto (derrames de combustibles, aceites y otras sustancias e incendios y/o explosiones).

Tabla 10-63 Medidas prospectivas del proyecto

EVENTO	MEDIDA DE INTERVENCIÓN PROSPECTIVA			
Inundación	OBJETIVO			
	Prevenir y reducir la afectación de inundaciones en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de Canales para proteger la infraestructura del proyecto ante una inundación. Durante las diferentes etapas del proyecto estar atentos a las alertas tempranas emitidas por el IDEAM frente a las temporadas de lluvias y ola invernal. Divulgar a la comunidad del área de influencia del proyecto el plan de emergencia y contingencia con el propósito de darles a conocer el tipo de medidas que se deben tomar en caso de inundación. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
Incendios Forestales	OBJETIVO			
	Prevenir y reducir la afectación por incendios forestales en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar capacitaciones para la prevención de incendios forestales. Monitoreo permanentemente la cobertura del suelo para identificar posibles fuentes de incendio. Mantener contacto con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres - CMGRD- de los Municipios de Falan y Armero Guayabal para identificar las potenciales amenazas de incendios forestales en la zona. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
Tormentas eléctricas	OBJETIVO			
	Prevenir y reducir la afectación por tormentas eléctricas en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el adecuado monitoreo y mantenimiento a la infraestructura del proyecto y en caso de hallar alguna anomalía reportarla de manera inmediata a la empresa o entidad encargada del manejo y administración de las mismas. Cumplir con los lineamientos de la normativa actual del RETIE – Reglamento Técnico de 			

EVENTO	MEDIDA DE INTERVENCIÓN PROSPECTIVA			
	Instalaciones Eléctricas, referente a las distancias Fase. - Tierra segura. <ul style="list-style-type: none"> Divulgar a la comunidad del área de influencia del proyecto el plan de emergencia y contingencia con el propósito de darles a conocer el tipo de medidas que se deben tomar en caso de recibir una descarga eléctrica por tormentas eléctricas. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
Movimientos en masa y avenidas torrenciales	OBJETIVO			
	Prevenir y reducir la afectación por movimientos en masa y avenidas torrenciales en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el mantenimiento correspondiente a las áreas de intervención del proyecto, con el fin de reducir la potencial afectación del suelo asociada a remoción en masa, erosión, entre otros que pueda actuar como barrera correctiva y prospectiva para salvaguardar la infraestructura del proyecto. Mantener monitoreo periódico, para identificar de manera temprana posibles procesos de inestabilidad geotécnica. Realizar obras de mantenimiento estructurales y geotécnicas en áreas de inestabilidad para evitar el lavado de los suelos que faciliten procesos de erosión 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
Delincuencia común	X	X	X	X
	OBJETIVO			
	Prevenir afectaciones al personal del proyecto, infraestructura del proyecto por robos y hurtos en los Municipios de Falan y Armero Guayabal.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Revisión permanente de las condiciones de seguridad de las instalaciones del proyecto. Reportar actos sospechosos. Autorizar a las personas que ingresan al área del proyecto y verificar su identidad. Conocer las condiciones de orden público de la zona. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
Derrames	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
	OBJETIVO			
	Prevenir afectaciones por derrames de combustibles, aceites y otras sustancias en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Controlar o interrumpir la fuente del derrame Construir barreras físicas para contener el fluido temporalmente Llevar a cabo el mantenimiento predictivo y tratamiento del aceite en los centros de transformación centros de acopio, control y medida, permitiendo realizar un seguimiento al activo de acuerdo con su condición, optimizando la ejecución de pruebas complementarias y/o mantenimientos mayores a los equipos. Aplicación de las fichas del PMA correspondientes al manejo de sustancias peligrosas. Requerir la capacitación de todos los involucrados, en el manejo de sustancias peligrosas usadas en el proyecto. 			

EVENTO	MEDIDA DE INTERVENCIÓN PROSPECTIVA			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
	OBJETIVO			
	Prevenir afectaciones por riesgo eléctrico en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
Riesgo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> Para minimizar el riesgo por contacto directo, se deben llevar a cabo las medidas de protección adecuadas tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Distancias de seguridad - Interposición de obstáculos - Aislamiento o recubrimiento de partes activas - Utilizar herramientas diferenciales - Uso de elementos de protección personal - Puesta a tierra - Probar ausencia de tensión Inspeccionar periódicamente el cableado entre torres. Controlar la demarcación y señalización 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
			X	
	OBJETIVO			
Incendios y/o explosiones	Prevenir afectaciones por incendios y/o explosiones en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de simulacros periódicos, capacitaciones y entrenamientos de brigadas de emergencias al personal que labora en el área. Llevar a cabo el mantenimiento predictivo en los centros de transformación y paneles de transformación, control y medida, permitiendo realizar un seguimiento al activo de acuerdo con su condición, optimizando la ejecución de pruebas complementarias y/o mantenimientos mayores a los equipos. Cumplir con las reglas de oro para la cultura del cuidado "HSE-GUL-006-02-AA-ES". 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X

Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.4.2 Reactiva

Las medidas reactivas proponen disminuir el nivel de los riesgos que se materialicen, a través de acciones de mitigación, en el sentido de reducir las condiciones de amenaza cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En la Tabla 10-64 se presentan las medidas de intervención reactiva que corresponde a los eventos de inundación, incendios forestales y delincuencia común.

Tabla 10-64 Medidas de intervención reactiva

EVENTO	MEDIDA DE INTERVENCIÓN REACTIVA			
	OBJETIVO			
Inundación	Evitar la afectación del personal y la infraestructura del proyecto por eventos de inundaciones			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la limpieza general que incluya las siguientes actividades: retiro de residuos sólidos y basuras, desagüe de registros y destape de tuberías de drenaje, al igual que el mantenimiento de la estructura para retirar la acumulación de agua. Divulgar al personal del proyecto el plan de emergencia y contingencia con el propósito de darles a conocer el tipo de medidas que se deben tomar en caso de inundación. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X
Incendios Forestales	OBJETIVO			
	Evitar la afectación del personal y la infraestructura del proyecto por incendios forestales			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> En caso de que se presente un incendio forestal que alcance a afectar las instalaciones e infraestructura, posterior al evento se deberá verificar la integridad de los equipos, con el fin de realizar las reparaciones a las que haya lugar. Tener siempre a disposición los elementos necesarios para el control de incendios generados en la cobertura vegetal que puedan llegar afectar la infraestructura del proyecto. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
Delincuencia común	OBJETIVO			
	Evitar afectaciones al personal del proyecto, infraestructura del proyecto por robos y hurtos en los Municipios de Falan y Armero Guayabal.			
	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
	<ul style="list-style-type: none"> Una vez superado el evento realizar la evaluación de la situación, identificando los aspectos que generaron la emergencia y los aspectos que deben mejorarse para su prevención. Implementar procedimiento con el fin de verificar las condiciones de seguridad de las instalaciones del proyecto. 			
	ETAPAS DE APLICACIÓN			
	Transversal	Constructiva	Operativa	Desmantelamiento, restauración y abandono
	X	X	X	X

Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.4.3 Correctiva

Las medidas correctivas proponen reducir el nivel de los riesgos residuales que persisten en el ambiente luego de aplicadas las medidas de prevención, mitigación y corrección; Con el fin de mitigar el riesgo se implementan la protección financiera que corresponde a instrumentos de la organización suscritos de manera anticipada para disponer recursos económicos, una vez se materialice el riesgo, con el fin de cubrir los costos de los daños y la recuperación. Igualmente incluyen los recursos económicos asignados a la implementación de medidas de intervención prospectiva y correctiva y aquellas que surjan de nuevos requisitos legales, enmarcadas en la gestión del riesgo.

Los costos económicos que se deriven como consecuencia de los riesgos de desastres no gestionados oportuna o correctamente deberán ser asumidos por el proyecto. Para esto se deberán suscribir coberturas financieras que permitan atender los impactos ante la ocurrencia de un desastre ya sea por el ejercicio de la actividad propia o por aquellos eventos de origen natural que afecten directamente a Votalia Colombia S.A.S.

10.1.3.5 Manejo de la contingencia

De acuerdo con el Decreto 2157 de 2017, el Plan de Emergencia y Contingencias (PEC) es la herramienta de preparación para la respuesta, que, con base en los escenarios posibles, define los mecanismos de organización, coordinación, funciones, competencias, responsabilidades, así como los recursos disponibles y necesarios para garantizar la atención efectiva de las emergencias que se pueden presentar. Igualmente, precisa los procedimientos y protocolos de actuación para cada una de ellas minimizando el impacto en las personas, los bienes y el ambiente (Decreto 2157 , 2017).

A continuación, se presenta el componen de preparación para la respuesta a emergencia, el cual se formula principalmente con el fin de establecer las acciones de coordinación necesarias para optimizar la ejecución de la respuesta ante una emergencia.

10.1.3.5.1 Plan estratégico

El Plan estratégico considera el conjunto de acciones principalmente de responsabilidades, prioridades de protección, coordinación, clasificación de emergencias para identificar el nivel de activación de la organización de respuesta de acuerdo con el modelo del Sistema Comando de Incidentes. Se proponen los programas de capacitación, socialización y divulgación del PEC, así como el procedimiento de comunicaciones tanto interno como externo que se debe tener en cuenta entre otras consideraciones necesarias para optimizar la ejecución de la respuesta.

- **Capacitación**

La capacitación comprende la formación del personal, ya sea interno o externo, para la respuesta de las emergencias, con el fin de garantizar la idoneidad de los actores (Decreto 2157 de 2017). El programa de capacitación deberá estar dirigido tanto al personal directo como aquellos que tengan relación con el proyecto (contratistas), que puedan involucrarse en una situación de emergencia. De acuerdo con esto, dicho personal deberá conseguir un nivel básico de formación, simulacros o ejercicios con el fin de encontrarse en capacidad de cooperación y gestión de la atención de la emergencia, a causa de la implementación de los temas y aspectos relacionados con el Plan.

A continuación, se presenta el posible contenido del programa de capacitación y entrenamiento y la periodicidad sugerida de realización de la capacitación (Ver Tabla 10-65).

Tabla 10-65 Propuesta para el Programa de Capacitación y Entrenamiento

GRUPO	CONTENIDO DE LA CAPACITACIÓN O ENTRENAMIENTO
Personal Operativo (Periodicidad sugerida 1 vez al año)	<ul style="list-style-type: none"> • Marco Normativo • Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos • Divulgación del Plan de Gestión del Riesgo • Sistema de organización para la atención de emergencias • Socialización del proceso del manejo de desastre (Plan de Emergencia) • Proceso de reducción y monitoreo del riesgo, medidas implementadas
Personal Operativo contra incendios (Periodicidad sugerida 1 vez al año)	<ul style="list-style-type: none"> • El personal debe recibir información adecuada sobre los riesgos de incendio y debe estar adecuadamente capacitado en la respuesta a emergencias de incendio (como mínimo: aumento de la alarma y uso teórico de extintores). • La capacitación «práctica» para el uso de equipos de lucha contra incendios de primera respuesta debe impartirse al menos al 25% de la fuerza laboral de cada empresa que trabaja en el sitio, incluido el 100% de todos los almacenistas y personas que realizan o supervisan trabajos en caliente.
Personal Operativo en espacios confinados (Periodicidad sugerida 1 vez al año)	<ul style="list-style-type: none"> • El asistente debe recibir la capacitación adecuada, que debe incluir, pero no se limitará a, sus responsabilidades asociadas con el control de acceso y salida del Espacio Confinado, mantener la comunicación con las personas dentro del Espacio Confinado, y el comportamiento apropiado en caso de situaciones de emergencia. • Capacitación sobre la identificación de signos y síntomas de la enfermedad por estrés por calor, incluyendo qué hacer en caso de una emergencia;
Personal de primeros auxilios (Periodicidad sugerida 1 vez al año)	<ul style="list-style-type: none"> • La capacitación del personal de primeros auxilios y del personal médico debe incluir una descripción de los riesgos de no estar inmunizado o protegido contra patógenos transmitidos por la sangre, medidas para prevenir la contaminación con patógenos biológicos y medios adecuados para recoger los desechos que puedan estar contaminados con patógenos biológicos.
Comunidad (Periodicidad sugerida 1 vez al año)	<ul style="list-style-type: none"> • Marco Normativo • Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos • Divulgación del Plan de Gestión del Riesgo • Sistema de organización para la atención de emergencias • Socialización del proceso del manejo de desastre (Plan de Emergencia) • Proceso de reducción y monitoreo del riesgo, medidas implementadas
Consejo Municipal para la gestión del riesgo de los Municipios de Falan, Armero Guayabal y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres -UNGRD- (La periodicidad se establecerá de acuerdo con la pertinencia con los entes)	<ul style="list-style-type: none"> • Marco Normativo • Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos • Análisis de riesgos desarrollado • Divulgación del Plan de Gestión del Riesgo • Proceso de reducción y monitoreo del riesgo, medidas implementadas <p>Asimismo, se establecerá las temáticas en conjunto con el fin de elaborar un plan de capacitaciones de común acuerdo.</p>

Fuente: SGS Colombia, 2024

▪ Simulaciones y simulacros

Se evalúa la revisión del plan de emergencias y contingencia mediante la simulación y un simulacro anual, que permite una evaluación y mejora continua, garantizando la efectividad de la respuesta ante una emergencia presentada.

El proceso para desarrollar de la simulación o simulacro debe ser lo suficientemente flexible para satisfacer las necesidades de todos los actores participantes, en este caso, el

personal operativo en la etapa de construcción y operación del proyecto. Por lo anterior, cada paso y acción debe ser diseñado, adaptado y aplicado de manera que cumpla los objetivos y atienda a las capacidades específicas del proyecto. Las simulaciones y simulacros deben contemplar (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2016):

- Planeación y organización: Elaborar la ficha técnica (Objetivos, alcance, evento a simular, afectación, etc.), elaborar el guion del ejercicio, definir los instrumentos de control y evaluación, preparar el escenario, realizar el análisis de riesgos reales, asignar roles y funciones, identificar el personal participante y entregar formatos de evaluación.
- Ejecución: Activación de escenarios y entrega de mensajes, realizar el control y seguimiento del guion, chequeo de cumplimiento de acciones y control del tiempo y documentar el ejercicio.
- Evaluación: Informe del ejercicio y elaborar un reporte de resultados.

➤ Simulaciones

Las simulaciones son ejercicios de escritorio, usadas para fortalecer los procesos de toma de decisiones, por parte de los responsables del manejo de emergencias, lo que convierte a las simulaciones en herramientas en la preparación para desastres, y toman relevancia adicional por la facilidad de planeación y ejecución que representan, en comparación con un simulacro (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2016): las simulaciones se desarrollaran periódicamente o por medio de auditorías, inspecciones o revisiones de escritorio.

En la Figura 10-40 se presenta la estructura a seguir para la ejecución del ejercicio de simulación del proyecto.

Figura 10-40 Ejecución de simulación



Fuente: (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2016)

➤ Simulacros

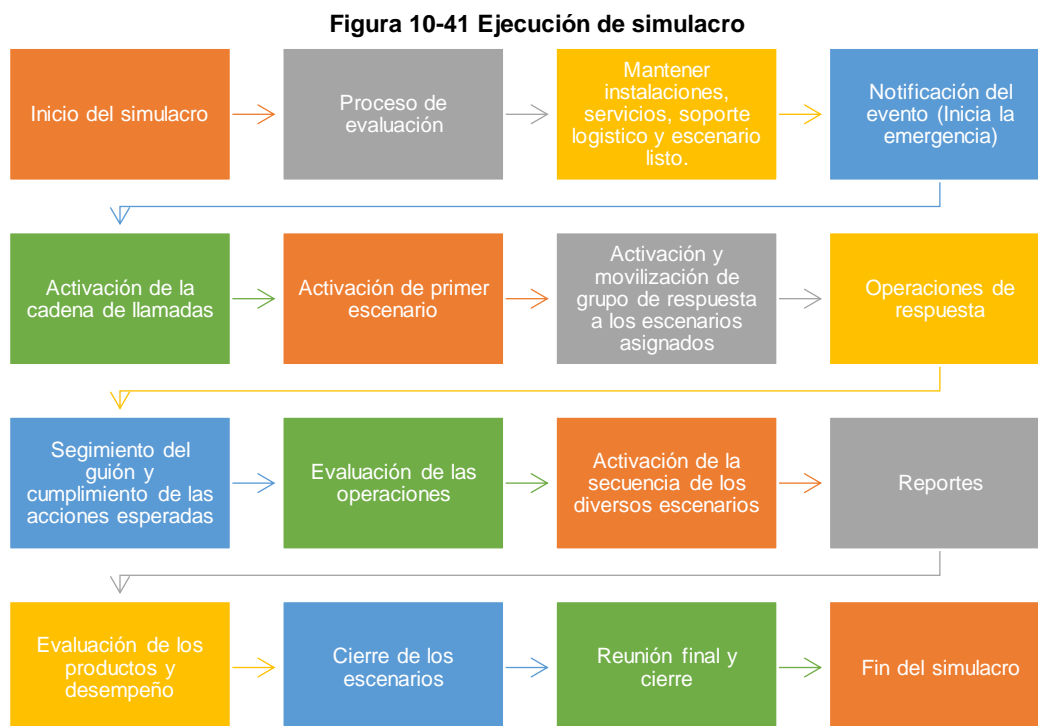
Los simulacros son ejercicios prácticos que involucran a la comunidad, con el fin de representar una situación de emergencia lo más cercano a lo que sería en la realidad, estos simulacros se realizarán periódicamente para comprobar la eficacia de las medidas de emergencia y del procedimiento de evacuación, adicionalmente se comunicara a la autoridad para información, pero se recomienda que se aprueben y acuerden simulacros de emergencia.

Los simulacros por realizar podrán ser:

- Evacuación
- Incendios y explosiones

Previo a la ejecución de los simulacros se deberá definir el guion con el detalle de las acciones estratégicas, tácticas y operativas esperadas en la ejecución del ejercicio, así como los recursos necesarios y responsables integrando los grupos de interés como la comunidad del área de influencia del proyecto.

En la Figura 10-41 se presenta la estructura a seguir para la ejecución del ejercicio de simulacro del proyecto.



Fuente: (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2016)

▪ Equipamiento

Para la atención de emergencias se requiere de herramientas, equipos, accesorios, sistema de alerta temprana, así mismo con la disponibilidad de personal idóneo para atenderlo, a continuación, se indican los implementos mínimos que debe contar el botiquín de primeros auxilios:

- 1 folleto de orientación que contiene directrices breves sobre primeros auxilios.
- 1 lista del contenido de los botiquines de primeros auxilios en el lugar de trabajo, lo que permite la verificación de que el botiquín de primeros auxilios en el lugar de trabajo está completo.
- Un conjunto de apósitos estériles que comprende:
 - 4 apósitos estériles de tamaño mediano (vendaje conforme, mín. 7,5 cm de ancho y mín. longitud estirada de 2 m, con un absorbente igual o superior a 12 cm x 12 cm).
 - 1 vendaje estéril de gran tamaño (vendaje conforme, mín. 10 cm de ancho y mín. longitud estirada de 2 m, con un absorbente igual o superior a 18 cm x 18 cm).
 - 2 vendajes estériles del parche ocular (vendaje que conforma mín. 5 cm de ancho y mín. 1,5 m de longitud estirada o vendaje elástico en bucle, con una almohadilla ovalada de no menos de 7 cm x 5 cm).
- 40 apósitos adhesivos estériles, resistentes al agua, envueltos individualmente (mín. superficie de 7,5 cm², apósitos de compresión no inferior al 20% de la superficie).
- 2 vendajes estériles para los dedos (vendaje conforme, mín. 3,5 cm de ancho y mín. 30 cm de longitud estirada, con un apósito de mín. 3,5 cm²).
- Un conjunto de apósitos no estériles que comprende:
 - 2 vendajes triangulares (material no tejido o algodón, mín. 20 gramos por metro cuadrado, no menos de 90 cm x 90 cm x 127 cm).
 - 1 vendaje conforme (mín. 7,5 cm de ancho y 4 m de longitud estirada).
 - 1 apósito de buril empapado en gel a base de agua, estéril, que no se seque dentro de una hora después de la aplicación (superficie mín. 100 cm²).
- 20 toallitas limpiadoras húmedas sin alcohol, envueltas individualmente, estériles (mín. 80 cm²).
- 6 pasadores de seguridad (longitud mínima de 2,5 cm).
- 1 rollo de cinta adhesiva, envuelto individualmente (mín. ancho 2.5 cm, longitud 5 m).
- 6 pares de guantes desechables médicos, de gran tamaño.
- 1 máscara de reanimación (con válvula unidireccional).
- 1 manta térmica (mín. 130 cm x 210 cm).
- 1 par de tijeras que son adecuadas para cortar ropa, incluyendo cuero.

Los Botiquines de primeros auxilios y artículos para el lavado de ojos en el lugar de trabajo deberán estar disponibles cerca de todas las áreas de trabajo.

➤ Equipos de protección personal

Los siguiente EPP es obligatorio en todo momento para todo el personal y los visitantes:

- Casco de seguridad - de conformidad con la norma EN 397:2012, o se debe usar equivalente en todos los sitios del proyecto (excepto en las oficinas y salas de control completadas y en los sitios fotovoltaicos bajo operaciones). Para el trabajo en altura, el casco estará equipado con una correa para la barbilla.
- Calzado de seguridad - Código S3 de acuerdo con la norma ISO 20345:2011 o equivalente debe ser usado.
- Ropa de trabajo protectora – Las piernas, los brazos y el cuerpo se cubrirán con ropa protectora adaptada al tipo de trabajo y al entorno de trabajo: - En los lugares del proyecto se utilizarán pantalones largos y mangas largas que protejan contra el riesgo de abrasión, cortes, quemaduras por contacto y quemaduras solares (podrán utilizarse chalecos de alta visibilidad con mangas largas, siempre que estén hechos de un material sólido que proporcione una protección suficiente), y; - El tejido utilizado para la ropa de trabajo deberá ser de algodón sin mezclar, en la medida en que sea razonablemente posible.
- Protección ocular - todo el personal en los lugares y operaciones del proyecto (excepto en las oficinas y las salas de control) deberá llevar protección ocular, y como mínimo: - Las gafas de seguridad que ofrezcan protección ocular y lateral contra impactos de acuerdo con la norma EN 166:2001 o equivalente deben usarse en todo momento; - Las gafas correctoras deben cumplir los requisitos de las gafas de seguridad (equivalente a la norma EN 166:2001) y ofrecer protección lateral contra impactos, o deben estar protegidas de otro modo con gafas que cumplan los requisitos de las gafas de seguridad.
- Chaqueta o chaleco de alta visibilidad - de la clase 2 según ISO 20471:2013, o equivalente: - Debe ser usado por todos los peatones en los sitios del proyecto (excepto en las oficinas y salas de control completadas); y - Debe ser usado por todo el personal que trabaja en el campo. - Este chaleco no está permitido para ser utilizado durante trabajos eléctricos debido al hecho de que no es resistente al fuego. En caso de Obras eléctricas, véase el punto (10.7)
- Guantes de seguridad - se deben usar guantes de seguridad adaptados a la tarea que se está realizando para proteger las manos contra lesiones. El trabajo sin guantes solo está permitido cuando no existe riesgo para las manos o cuando el trabajo no se puede realizar con seguridad mientras se usan guantes.

➤ Equipo contraincendios

Para la atención de emergencias por incendios, de acuerdo con la norma técnica Colombiana NTC 2885 sobre Extintores Portátiles Contra Incendios, se estipulan la

selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extintores portátiles.

De acuerdo con lo anterior, para el caso del Proyecto, es recomendable la instalación en zonas estratégicas extintores de incendios con denominaciones de Clase B y Clase C. Los extintores Clase B, son para aquellos incendios generados por líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables. Los extintores Clase C, son para eventos en donde el fuego involucre directamente o rodee equipos eléctricos.

Votalia Colombia S.A.S, estable que en caso de riesgo de incendio:

- Deberán mantenerse extintores adecuados en el espacio confinado y en el punto de entrada.
- Todos los vehículos con base permanente en el emplazamiento deberán estar equipados con un extintor de incendios, un triángulo de seguridad y un chaleco de alta visibilidad instalados de manera que sean fácilmente accesibles e inspeccionados de conformidad con los requisitos aplicables.
- Deberá disponerse de un extintor de incendios adecuado en cada lugar donde se realicen trabajos en caliente, y a menos de 2 metros de la actividad.
- Todas las actividades de repostaje deben realizarse sobre bandejas de goteo; los kits de derrames de emergencia y los extintores de incendios adecuados deben estar disponibles de inmediato.
- 1 o más extintores del tipo apropiado, para hacer frente a pequeños incendios no relacionados directamente con las sustancias peligrosas transportadas (por ejemplo, frenos, baterías, compuesto de motor).

- Comunicación y cooperación:

Votalia Colombia S.A.S, ha establecido acciones de comunicación para cada área involucrada en la atención de emergencias:

- Actas del sistema de Reuniones.
- La planificación de reuniones de seguridad debe ser parte del plan de actividades normal, siguiendo los procedimientos internos, involucrando a todos los empleados y empresas de cada proyecto o sitio y generando las correspondientes evidencias (Actas de Reuniones y Planes de Acción).
- Cooperación - Cualquier persona o Contratista que crea que el trabajo que llevará a cabo puede ponerse en riesgo a sí mismo o a otros involucrados en el proyecto tiene el deber de ponerse en contacto con la Dirección del Sitio para discutir sus trabajos y tomar las medidas que sean necesarias para reducir el riesgo en la medida en que sea razonablemente práctico.
- Consulta de los trabajadores o de sus representantes – se preparará un sistema de consulta regular con los trabajadores a su debido tiempo sobre cuestiones relacionadas con el proyecto que puedan afectar a la salud, la seguridad y el bienestar. Se proporcionará cualquier información razonablemente solicitada en relación con la planificación y gestión del proyecto solamente.
- Se alienta activamente durante la capacitación de inducción, a través de las caminatas por el sitio alrededor de la instalación y otras reuniones de H&S, que la salud y la

seguridad no es un tema oculto. Cualquier cuestión o sugerencia relacionada con la salud, la seguridad y el bienestar puede ser discutida con la administración del sitio de forma abierta y confidencial.

- Comunicación de las capturas e incidentes de mercancías - todas las capturas e incidentes de mercancías relacionadas con HSE deben comunicarse sin demora en la plataforma proporcionada o en los formularios disponibles.
- Los accidentes de salud, seguridad o ambientales deben ser comunicados inmediatamente, siguiendo el Plan de Comunicación del proyecto.
 - Equipo de respuesta del plan de emergencia y contingencia, roles y responsabilidades:

A continuación, se presenta los responsables y roles para respuesta ante una emergencia:

➤ **Líderes de línea de negocios (BL)**

Son directamente responsables de las actividades realizadas in situ que deben garantizar que la presente Directiva y sus requisitos se comuniquen a todas las partes interesadas, y que se cumpla en todo momento.

➤ **Ingenieros de proyecto**

Son responsables de diseñar productos / sistemas que cumplan los requisitos establecidos por la presente Directiva.

➤ **Equipo HSE**

Establecer las normas, políticas y procedimientos de salud, seguridad y ambiente de acuerdo con la legislación local y las políticas y requisitos mínimos de la empresa, involucrando a todos los accionistas. Implementar y supervisar un plan maestro basado en el análisis de riesgos de todas las actividades y mano de obra.

➤ **Los contratistas**

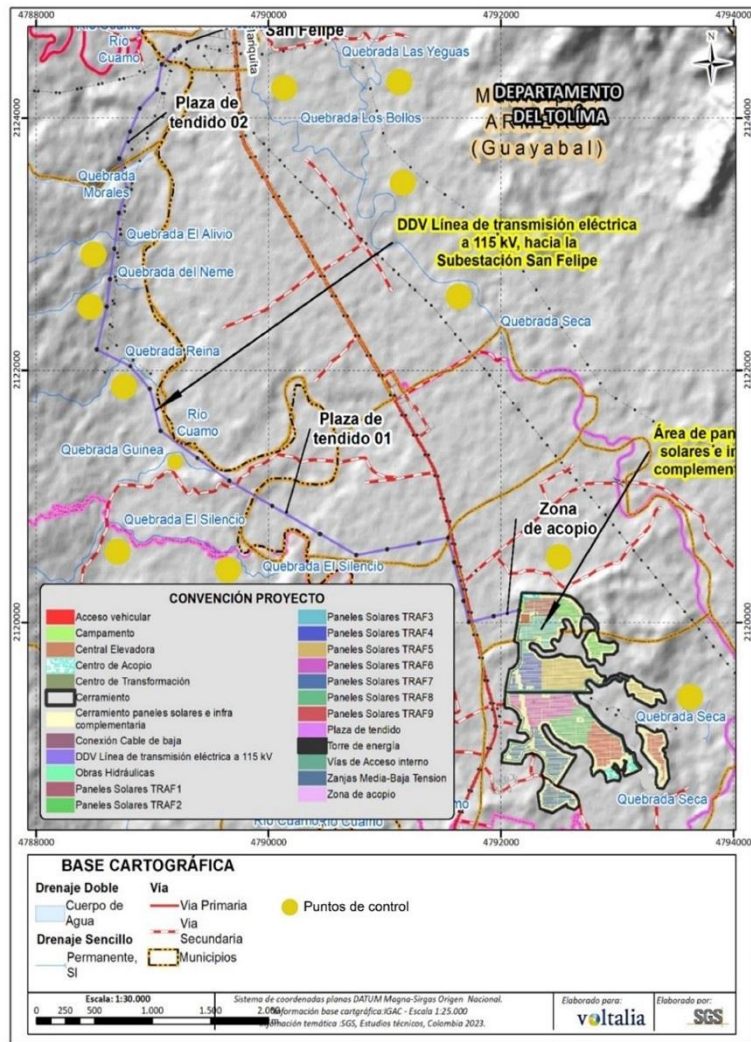
Son responsables de cumplir los requisitos establecidos por la presente Directiva siempre que se realicen actividades en nombre o por cuenta de Votalia.

- Sitios estratégicos para el control de contingencias

A partir del análisis de riesgos se establecieron los sitios estratégicos para el control de contingencias, sobre los drenajes cercanos al proyecto, coberturas con categoría de amenaza muy alta, alta y media y lugares donde es posible que se genere derrames también incendios y/o explosiones. En la [Figura 10-42](#), se presenta la ubicación los puntos seleccionados para el control de contingencias.

Es importante mencionar que los puntos propuestos para la prevención de contingencias estarán sujetos a modificación de acuerdo con las condiciones específicas que se presenten en el momento del evento y la etapa del proyecto.

Figura 10-42 Sitios estratégicos para el control de contingencias



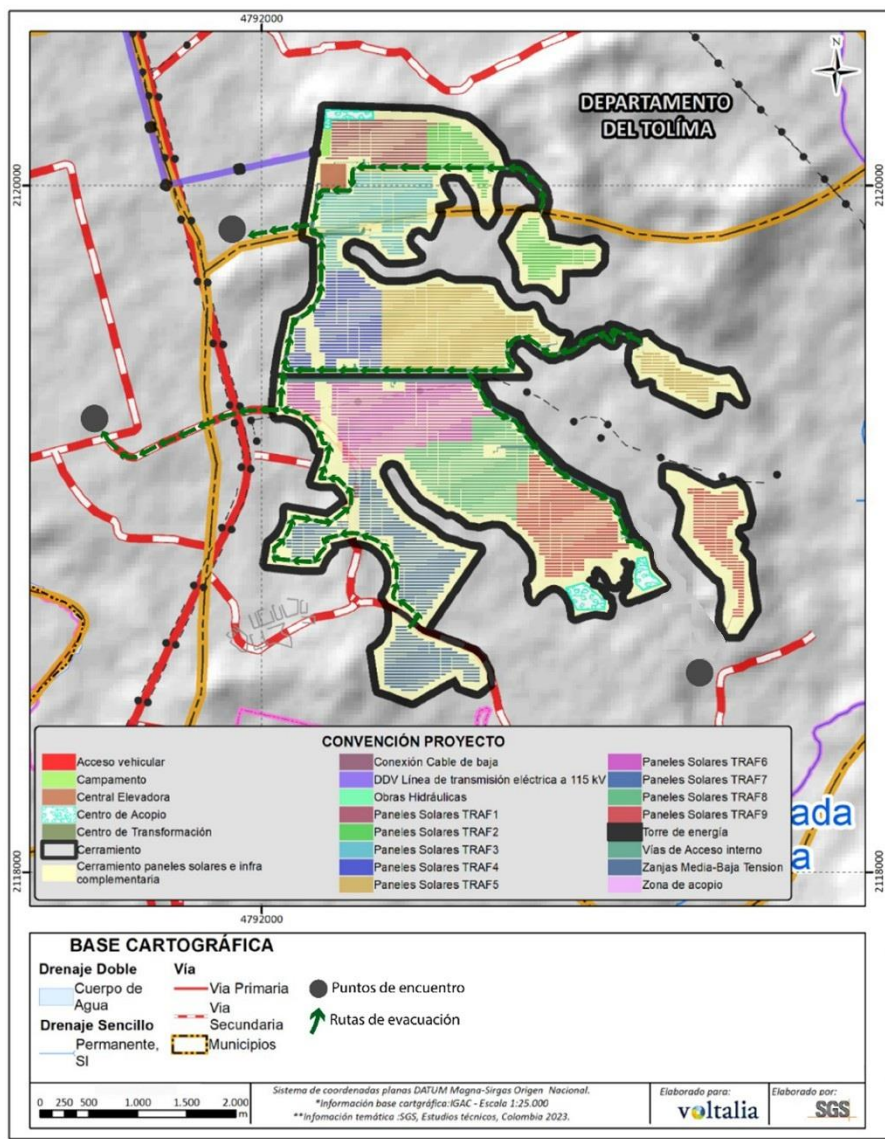
DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

➤ Puntos de encuentro y ruta de evacuación

En el momento de presentarse un evento se activa la alarma de emergencia con el fin de iniciar la evacuación, que consiste en el traslado temporal de personas a sitios seguros, antes, durante o después de la ocurrencia de un evento amenazante para protegerlos (a partir de UNGA, 2016); Los puntos de encuentro y rutas de evacuación serán definidos por el equipo HSE una vez se inicien las actividades de construcción y operación, teniendo en cuenta que sean de fácil acceso para todo el personal del frente de trabajo; que durante su recorrido y permanencia el personal no esté expuesto a riesgos significativos; y deberán ser divulgados y conocidos por todos los trabajadores. Estos puntos serán localizados en sectores próximos o cercanos a infraestructuras donde se concentre personal del proyecto.

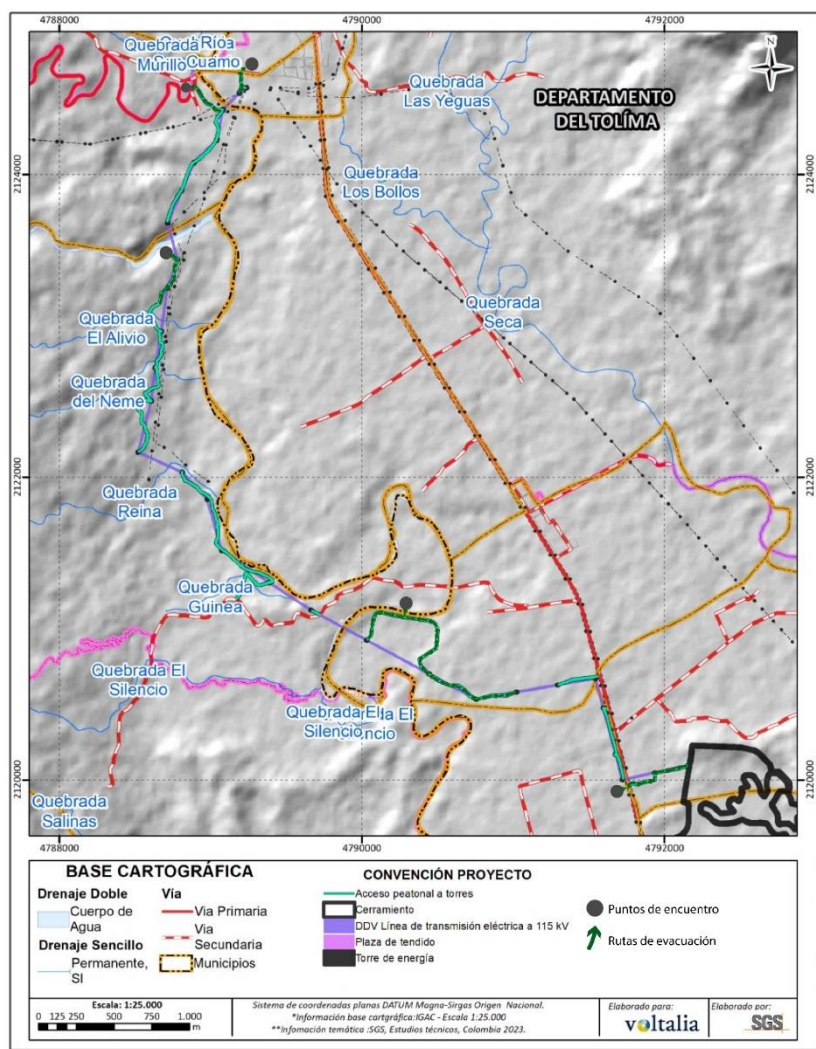
A continuación, se presenta as vías de evacuación para el parque solar y la línea de transmisión. Es importante mencionar que la ruta de evacuación propuesta estará sujeta a modificación de acuerdo con las condiciones del proyecto en la etapa constructiva y operación (ver Figura 10-43 y la Figura 10-44).

Figura 10-43 Ruta de evacuación y equipos de emergencia del parque solar



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-44 Ruta de evacuación y equipos de emergencia de la línea de transmisión



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

▪ Apoyo a terceros

Se define “Planes de Ayuda Mutua” como aquellos convenios privados, voluntarios, condicionados, recíprocos (bilaterales o multilaterales) y sin fines de lucro, suscritos entre diferentes empresas y organizaciones privadas y del Estado con actividades o amenazas similares o compatibles. En este sentido, los Planes de Ayuda Mutua pueden ser del mismo tipo de industria, del mismo sector o de sectores similares.

Actualmente no se cuenta con un Plan de Ayuda Mutua, sin embargo, se podrá hacer parte (en caso de poder gestionarse) de un Comité de Ayuda Mutua. En caso de identificarse como necesario se podrá gestionar a través del Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres de los municipios de Falan y Armero Guayabal, para

responder coordinada y conjuntamente a las emergencias que se generen en cualquiera de sus instalaciones con el objeto de reducir la vulnerabilidad humana, operacional, económica e institucional.

10.1.3.5.2 Plan operativo

En el Componente Operativo se presenta el conjunto de acciones y decisiones reactivas, para afrontar una emergencia, según sean sus características, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los eventos identificados en el análisis del riesgo como de potencial ocurrencia. Estas actividades corresponden a lo definido como “Manejo de Desastres” por la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 del 2017 de la Presidencia de la República de Colombia.

■ Niveles de emergencia

La magnitud del impacto representa la confrontación entre la información previa, las consecuencias de los desastres y la capacidad existente en la comunidad para absorber el impacto y regresar a la “normalidad”. (USAID, 1995).

Tabla 10-66 Niveles de emergencia

NIVEL DE LA EMERGENCIA	CARACTERÍSTICAS
GRADO 1	Aquellas que afectan sólo un área de operación y puede ser controlada con los recursos del área, las funciones o grupos de emergencia se activarán discretamente a solicitud del Jefe de Emergencia o jefe en escena.
GRADO 2	Aquellas emergencias que por sus características requieren siempre de otros recursos internos y externos, los cuales se activan en forma automática pero no total. Corresponde a los riesgos tolerables los cuales requieren la elaboración de un plan de emergencia y contingencia general. Se contará con el apoyo del Concejo para la Gestión del riesgo de los municipios del área de influencia del proyecto en el que se requerirá la movilización de recursos disponibles en el área afectada con la participación de trabajadores directos y/o personal contratista.
GRADO 3	Aquellas que, por sus características magnitud e implicaciones, requieren de la intervención inmediata, masiva y total de los recursos internos y externos. Se contará con el apoyo en todos los grupos de respuesta como el Comité Nacional para la Prevención y Gestión del Riesgo (UNGRD), Corresponde a los riesgos inaceptables los cuales requieren la elaboración de un plan de contingencia detallado.

Fuente: SGS Colombia, 2024

■ Alerta y Alarma

➤ Alerta

De acuerdo con el Decreto 2157 de 2017, corresponde al estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el análisis de riesgo y el monitoreo del comportamiento de la respectiva amenaza; para que el personal de la compañía y el área de influencia fisicobiótica del área de probable afectación involucrada en la emergencia, activen procedimientos de acción previamente establecidos para tomar precauciones específicas debido a la probable y/o cercana ocurrencia de un evento adverso.

Para efectos de armonización con la Estrategia Nacional de Respuesta y las estrategias en los niveles regional y local los niveles de alerta para la articulación territorial en la emergencia estarán asociados a un código de colores que servirá para iniciar las tareas de acuerdo con cada situación de la siguiente forma (Tabla 10-67):

Tabla 10-67 Sistema de alertas

SEÑAL	ACCIÓN
VERDE	Normalidad en las actividades.
AMARILLO	Preparación para la respuesta
NARANJA	Alistamiento
ROJO	Inicio de las acciones de Respuesta.

Fuente: Decreto 2157 de 2017.

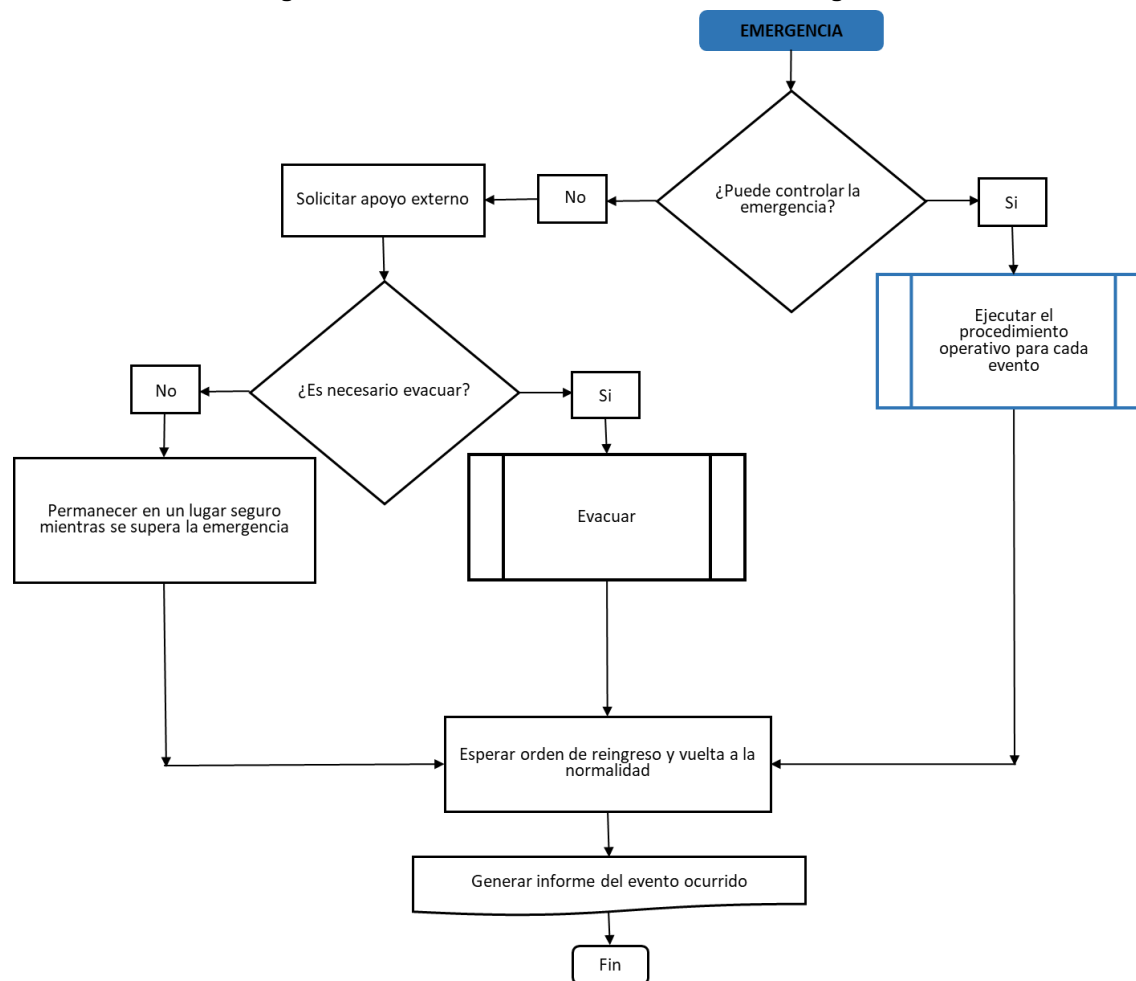
➤ Alarma

Es señal que se emitirá por el personal debido a la presencia real o inminente de un evento adverso, esta se transmite a través de medios físicos; Sirenas, campanas, megáfono, radio, pólvora, etc. El personal en las áreas operativas contará con sistema de alarma que se activará:

- En caso de avería del sistema de ventilación o, alternativamente, el equipo debe duplicarse o una persona debe estar en espera cerca del equipo. En caso de falla, el área con una atmósfera peligrosa debe ser evacuada inmediatamente.
- Control de gas, todos los entrantes deberán evacuar el lugar de trabajo hasta que se recupere una situación segura y se realice con éxito un nuevo ensayo de control de gas.
- Estructura de la intervención y articulación de la respuesta
 - Protocolos y Procedimientos de respuesta para cada tipo de emergencia

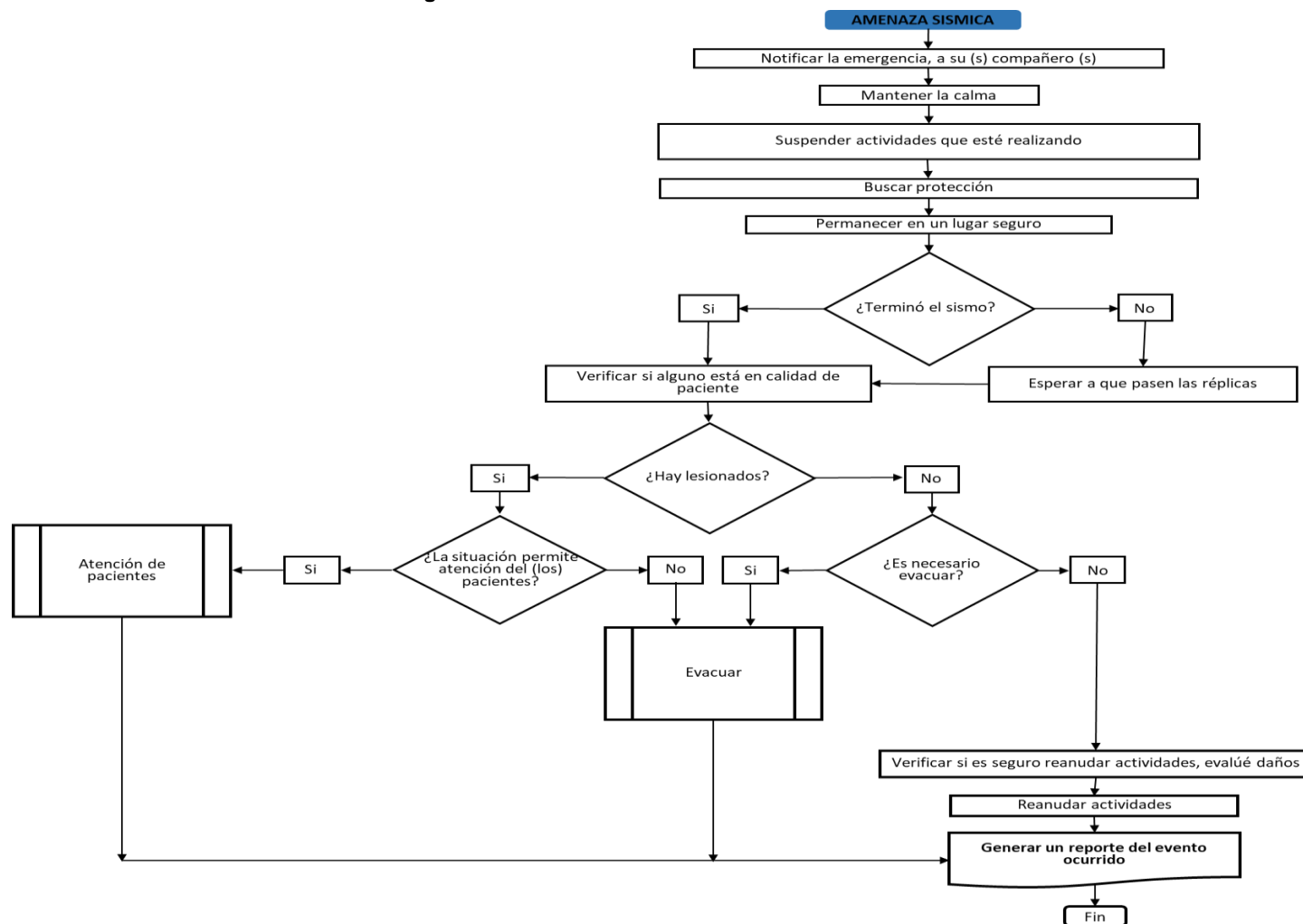
Están diseñados para facilitar un orden, control y paso a paso para la atención de incidentes; Para el manejo de repuesta frente a posibles emergencias a lo largo de la línea de energía, se deben apoyar de los grupos de socorro (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil) de los municipios de Falan y Armero Guayabal, donde se haya materializado el evento, teniendo en cuenta los niveles de emergencias y activación estipulados en el presente plan. A continuación, se presentan las líneas de acción para los eventos de tipo natural y operativo asociados a emergencias.

Figura 10-45 Línea de acción en caso de una emergencia



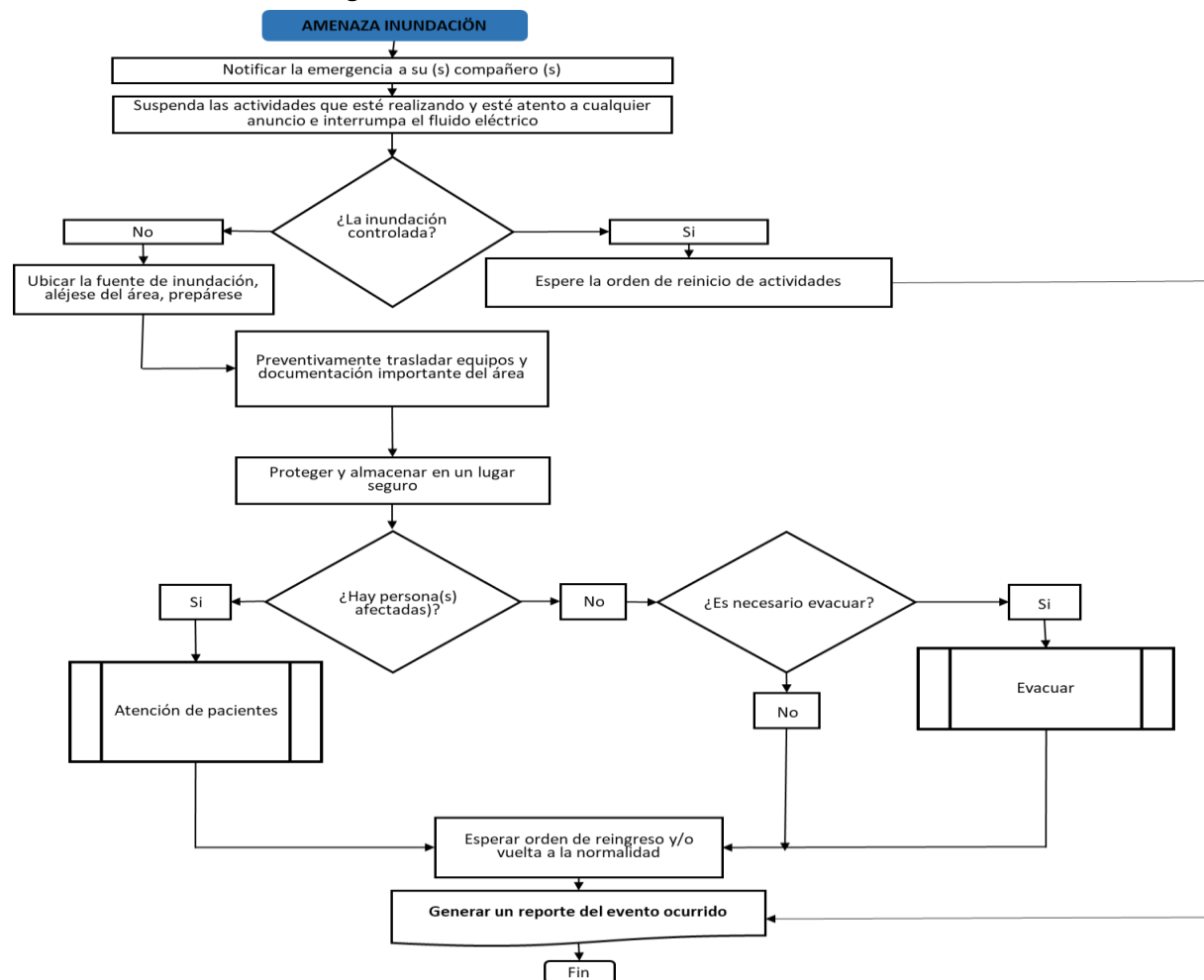
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-46 Línea de acción en caso de un sismo



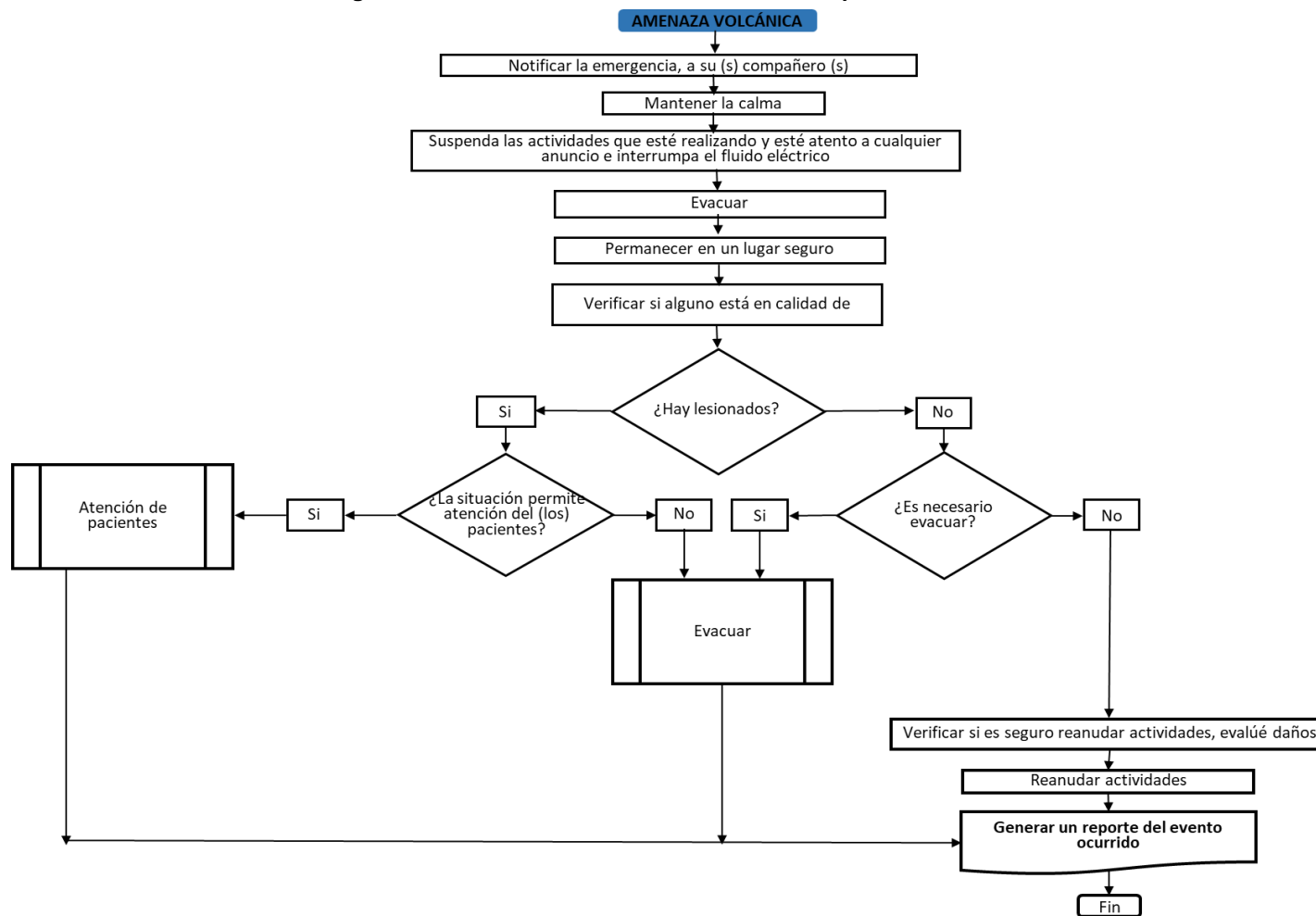
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-47 Línea de acción en caso de inundación



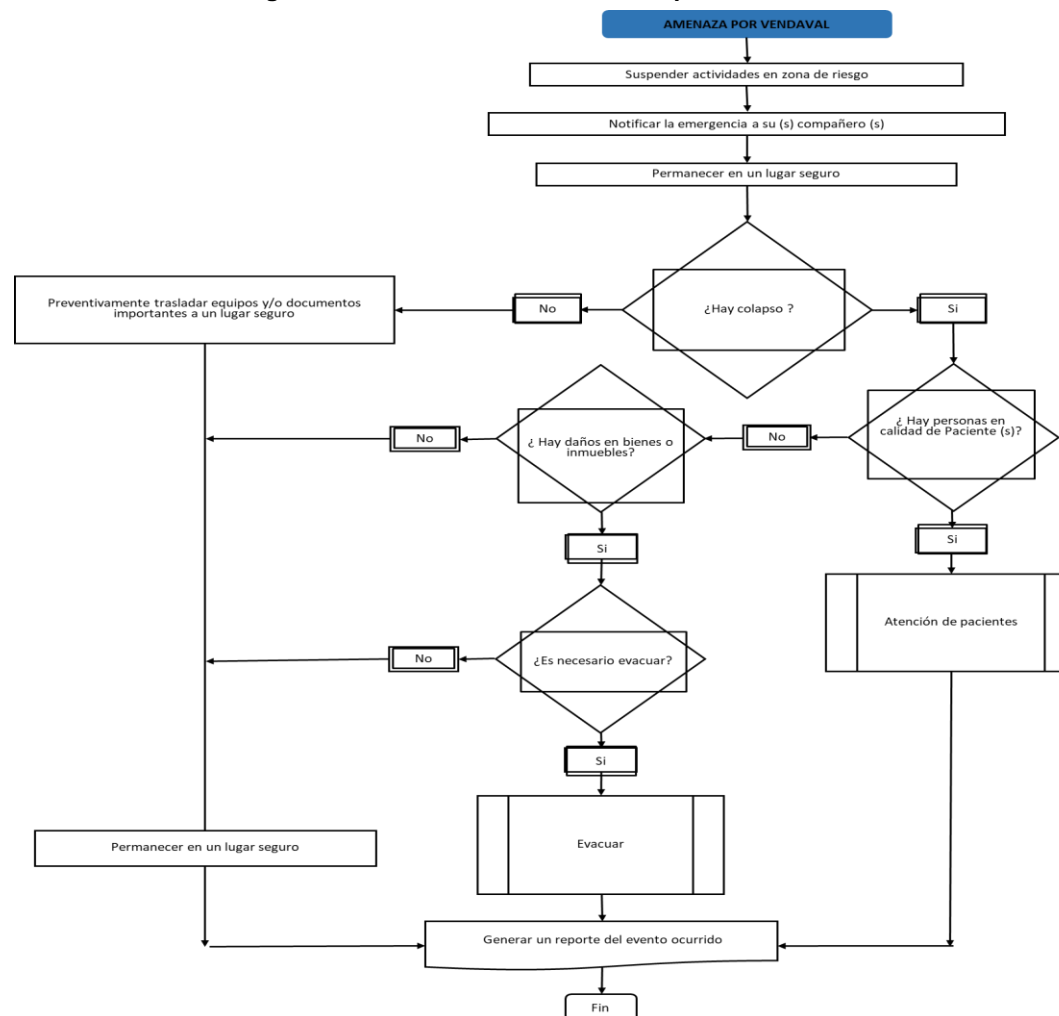
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-48 Línea de acción en caso de una erupción volcánica



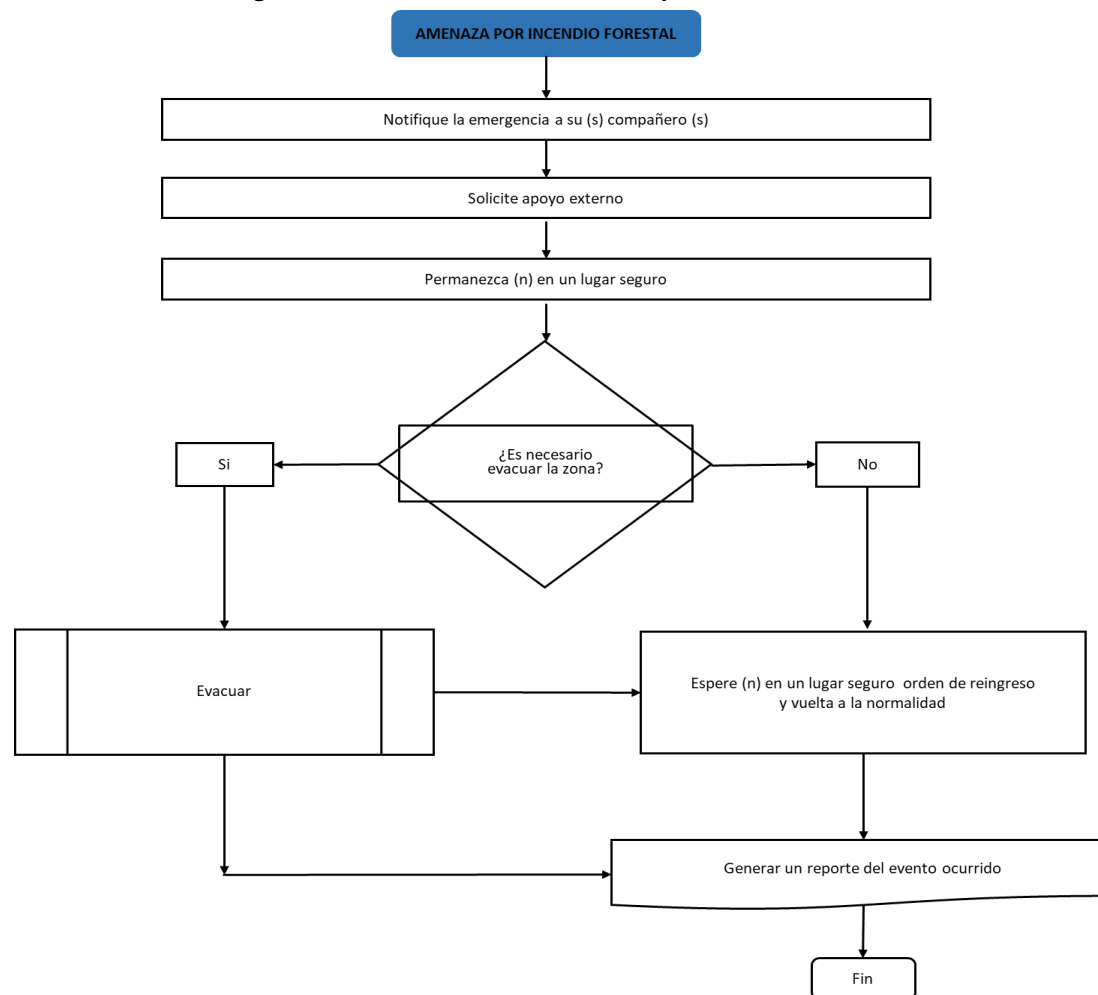
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-49 Línea de acción en caso por vendavales



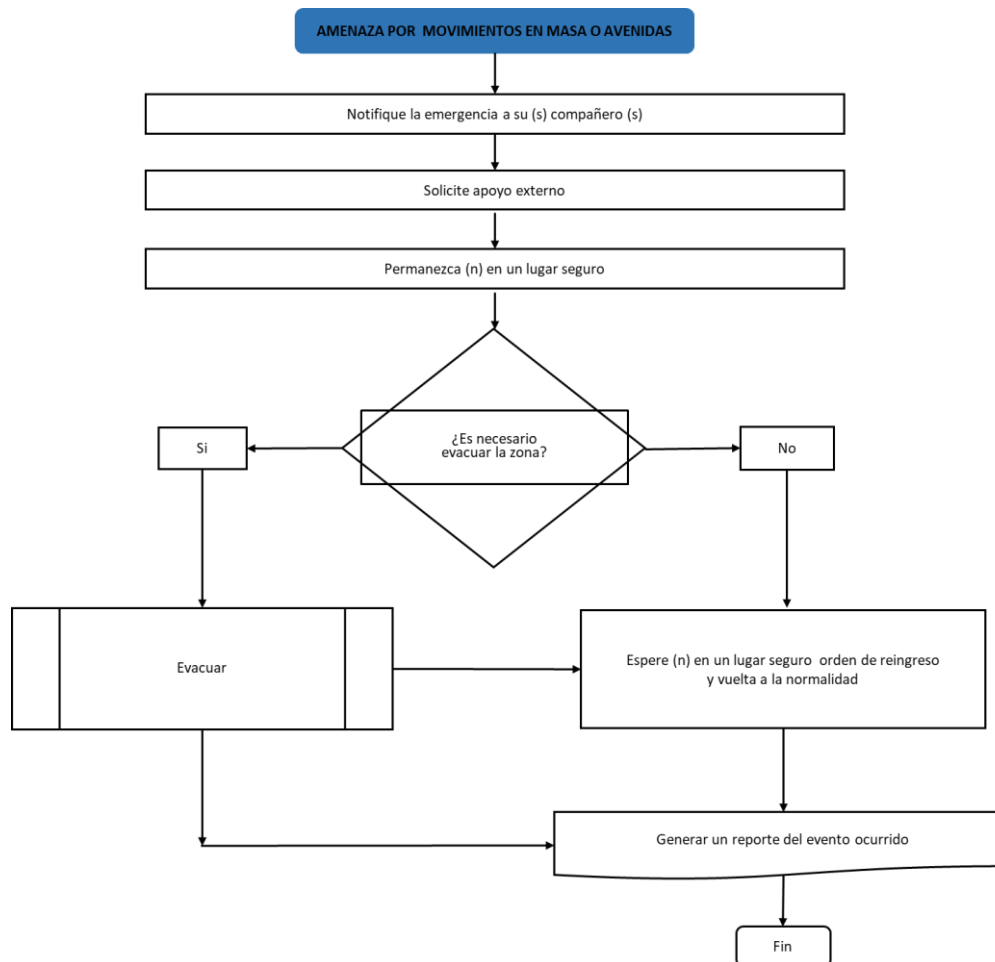
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-50 Línea de acción en caso por incendio forestal



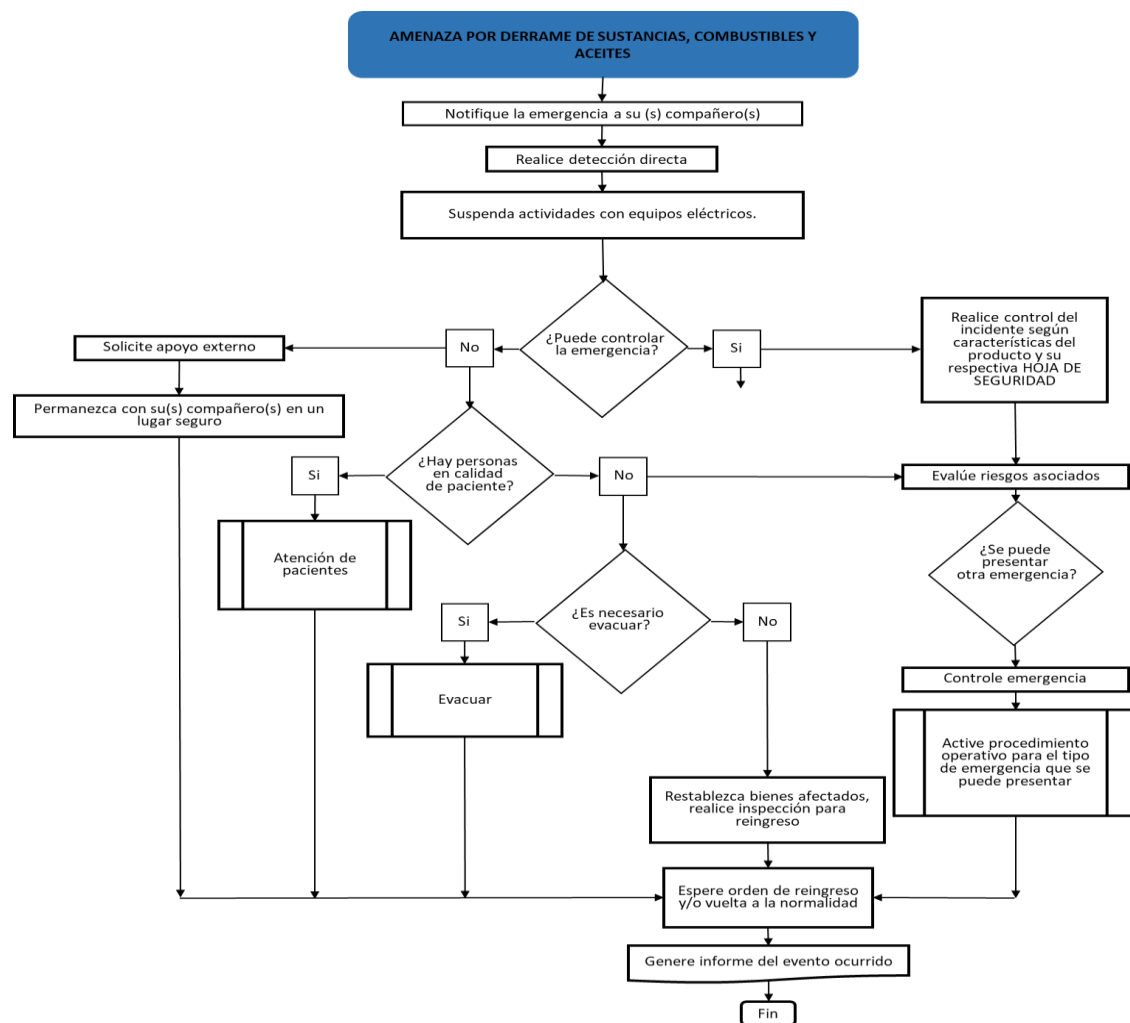
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-51 Línea de acción por movimientos en masa y avenidas torrenciales



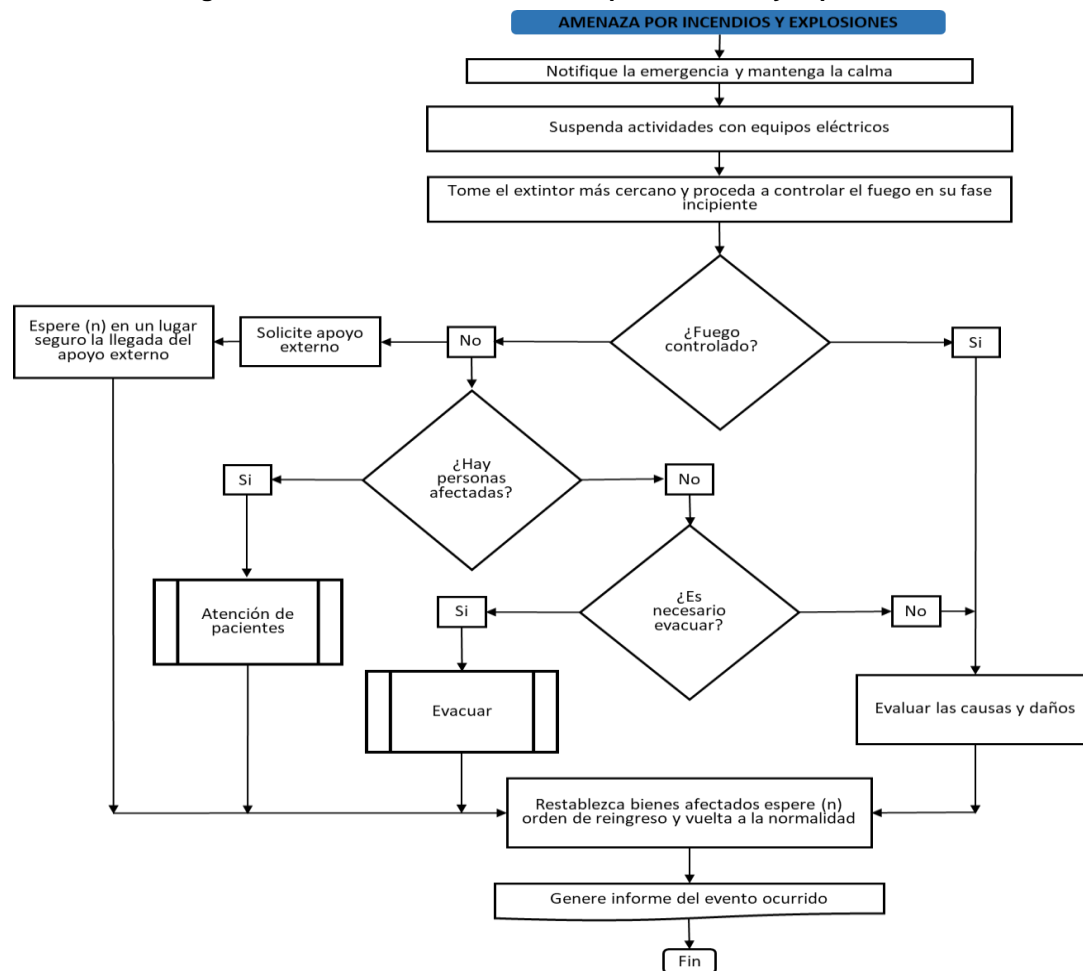
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-52 Línea de acción por derrames



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 10-53 Línea de acción en caso por incendios y explosiones



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Mecanismo de actualización del Plan de Emergencia y Contingencia

La Evaluación del PEC es un aspecto clave para la verificación de la funcionalidad y de la ejecución de este y es de gran ayuda para que la compañía identifique el estado en el que se encuentra la ejecución del mismo y pueda plantear opciones de mejora que contribuyan a su fortalecimiento.

Para la realización de esta evaluación tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Causas de la emergencia o del simulacro.
- Nivel de preparación y acción de los brigadistas y del personal operativo del PEC.
- Desempeño de los diferentes actores antes, durante y después de la emergencia o simulacro.
- Efectividad de la respuesta en el sitio.
- Soporte de otras dependencias de la empresa durante la emergencia.
- Oportunidades de mejora.

Posterior a la ejecución de un simulacro o de la atención de una emergencia, se debe realizar una evaluación puntual del PEC. Adicionalmente se debe realizar la evaluación general del Plan, con una periodicidad anual.

Con el fin de que el Plan de Emergencia y Contingencias (PEC) se mantenga vigente, se deberá realizar su actualización mediante su revisión y ajuste anualmente y/o cuando se considere necesario y/o se evidencie necesidad de mejoramiento del plan. En la Tabla 10-68 se encuentran los elementos generales o aspectos a considerar para dicha actualización.

Tabla 10-68 Aspectos del proceso de actualización del Plan de Emergencia y Contingencias (PEC)

COMPONENTE	ELEMENTO	PERIODICIDAD
CONOCIMIENTO DEL RIESGO	Análisis de Riesgo	Dependiendo de los cambios en las actividades operativas
	Monitoreo del Riesgo	Mínimo una revisión al año.
REDUCCIÓN DEL RIESGO	Medidas de intervención prospectiva, correctiva y protección financiera	Cada vez que el área operativa y de mantenimiento identifiquen medidas adicionales para prevenir o reducir los riesgos.
MANEJO DEL DESASTRE	Bases de datos de equipos y personal	Mínimo una vez al año.
	Estructura Organizacional del SCI	Cada vez que se presenten cambios organizacionales en la estructura Mínimo una revisión al año.
	Organización de Respuesta a Emergencias	Cada vez que se presenten cambios en la estructura de respuesta. Mínimo una revisión al año.
	Líneas de Activación y Reporte de Emergencias	Cada vez que ocurran cambios en la estructura organizacional. Revisión mínima una vez al año.

Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.5.3 Plan informático

El Componente Informático suministra información de soporte para ejecutar las operaciones de respuesta ante la ocurrencia de emergencias o incidentes, contribuyendo

así a optimizar las operaciones de atención de la emergencia, considerando información de referencia básica y especializada.

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

Tabla 10-69 Datos de contacto para la atención de emergencias

ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO	CORREO	DIRECCIÓN
Alcaldía Municipal de Armero Guayabal - Tolima	(608) 313 453 27 54 3184489161	contactenos@armeroguayabal-tolima.gov.co	Carrera 6 Calle 5 Esquina Parque Principal
Hospital Nelson Restrepo	312 522 8302 3125228302	hospitalarmero@esehospitalnrmarmarmerog.gov.co	Calle11 Nro. 9-104 Armero Guayabal (TOLIMA)
Policía Inspector: Julio Cesar Martínez Niño	316 7549058 311 249 1490	inspeccion@armeroguayabal-tolima.gov.co	Carrera 7 con Calle 6 Esquina Barrio Centro
ESPAG Empresa de Servicios Públicos	3143866297 3023743986	adminco@espasesp-armeroguayabal-tolima.gov.co	Carrera 6 con calle 4 esquina
Bomberos	350 759 7166	-	-
Cruz Roja	310 677 7075	-	-
Administración municipal de Armero Guayabal - Tolima	350 759 7166	-	-
Alcaldía de Falan	(608) 252 8282	alcaldia@falan-tolima.gov.co	Calle 6 Nro. 3 – 90 / Palacio Municipal
Policía nacional de Falan	310 300 0546	detol.efalan@policia.gov.co	Calle 6 No. 3-72 Barrio Calle Antioquia
E.S.E. Hospital Santa Ana - Falan-Tolima	310 550 2119	gerencia@hospitalsantaanafalan.gov.co	Calle 6 # 2 – 20 Falan - Tolima
Corporación Autónoma Regional del Tolima "CORTOLIMA"	318 264 2974	regional.lerida@cortolima.gov.co	Calle 2a Sur No 6-81 Avenida las Palmas Predio Casa Verde Lérica - Tolima

Fuente: SGS Colombia, 2024

Tabla 10-70 Teléfonos de contacto de otras entidades

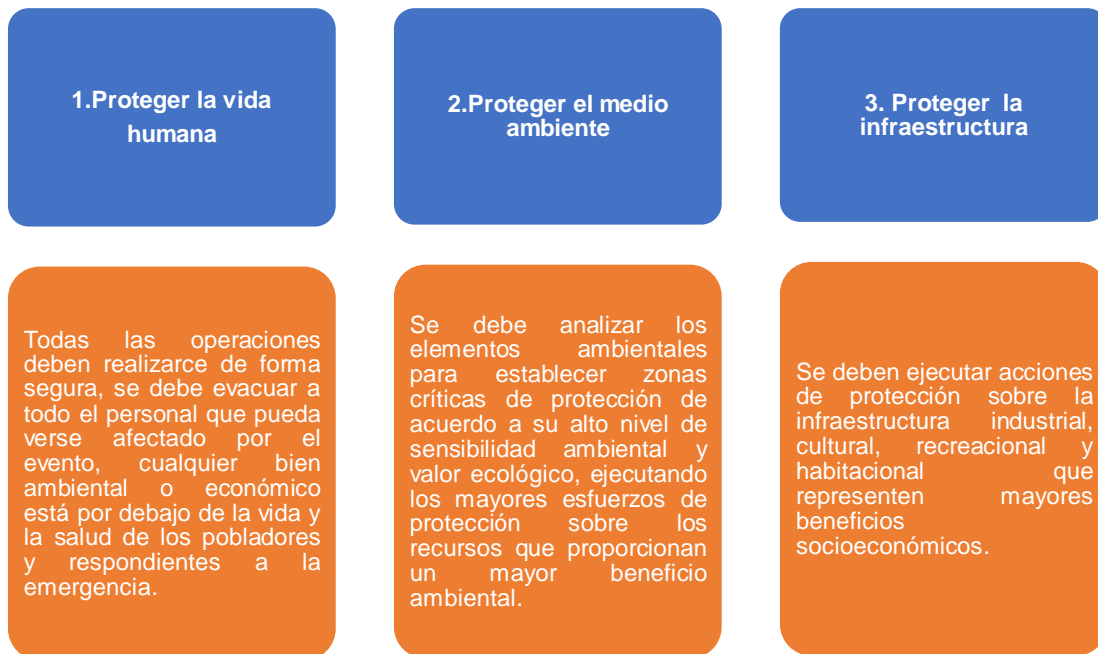
OTRAS ENTIDADES	
Defensa Civil Colombiana	144 - 601 319 9000 ext. 153
Numero Único De Emergencias	123
Ejército Nacional	147
Defensa Civil Colombiana	144
Consejo Departamental de Gestión del Riesgo	111 – 313 293 4649

Fuente: SGS Colombia, 2024

10.1.3.5.4 Prioridades de protección

Las acciones de respuesta que se realicen en las diferentes etapas del proyecto estarán dirigidas no solo a la atención de las contingencias, sino también a la protección de elementos vulnerables (Figura 10-54).

Figura 10-54 Prioridades de protección en caso de emergencia



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

BIBLIOGRAFÍA

- IDIGER . (2016). *Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático*. Recuperado el 14 de Abril de 2021, de Riesgo por Incendio Forestal en Colombia: <https://www.idiger.gov.co/rincendiof>
- Alcaldía de Armero - Guayabal. (2020-2023). *Acuerdo No.011 de 2020 Plan de desarrollo Municipal 2020-2023*.
- Alcaldía de Falan . (2020-2023). *Plan de desarrollo Municipal*.
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios públicos y Comunicaciones - ANDESCO. (15 de Agosto de 2019). *Continuarán mesas de trabajo con entidades y empresas de servicios públicos*. Obtenido de <https://www.andesco.org.co/en/2019/08/16/continuaran-mesas-de-trabajos-con-entidades-y-empresas-de-servicios-publicos/>
- Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Bogotá.
- Consejo Municipal de gestión del riesgo de desastres y CORTOLIMA. (2022). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Falan*. Tolima.
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y CORTOLIMA. (2021). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Armero Guayabal*. Tolima.
- Decreto 2157 . (2017).
- Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. (2017). *Decreto 2157*. Bogotá.
- IDEAM. (2011). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000* . Bogotá D.C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100*. Bogotá.
- IDEAM, PNUD, MADS,DNP, CANCELLERIA. (2017). *Mapa Nacional Municipal de Amenaza por Cambio Climático TCNCC*.
- MINAMBIENTE, MINHACIENDA y Fondo Adaptación. (2014). *Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*.
- Registraduría Nacional del Estado Civil. (2022). *Histórico consultas populares*. Obtenido de <https://www.registraduria.gov.co/-Consultas-Populares,2411-.html>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2015). *Mapa de amenaza volcánica del volcan Nevado del Ruiz Escala 1:120 000*. Bogotá.
- Sistema Geológico Colombiano SGS. (2015). *Mapa de amenaza volcánica zonificada del Volcán del Ruiz*.
- Sistema Geologico Colombiano SGS. (2022). *Mapa de amenaza volcánica zonificada del Volcán Cerro Machín*.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (03 de Enero de 2024). *Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Estructura.aspx#:~:text=Son%20las%20instancias%20de%20coordinaci%C3%B3n,a%20cada%20uno%20le%20corresponde>.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2016). *Guía metodológica para el desarrollo de simulaciones y simulacros* . Bogotá.

Universidad Nacional. (1991). *Las series de tiempo en la investigación espacio-temporal sobre descargas eléctricas.*